



Dissertação

Mestrado em Engenharia Informática

Computação Móvel

As Aplicações Móveis na Gestão da Produção

Desenvolvimento de uma aplicação para a área da manutenção

Rui Pedro Soares Batista

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação da Doutora Catarina Helena Branco Simões Silva, Professora da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, Dezembro de 2010

À Minha Esposa...

...e ao meu filho que vai nascer!

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha orientadora, a Doutora Catarina Helena Branco Simões Silva, pela disponibilidade, profissionalismo e auxílio.

Gostaria também de agradecer a todas as pessoas que de algum modo contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado.

Por fim, gostaria de agradecer a toda a minha família, especialmente à minha esposa, pelo apoio, paciência e dedicação que demonstrou, ao longo deste último ano.

A todos, o meu muito obrigado.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Nota Prévia

Do trabalho realizado resultou a submissão do seguinte artigo (Anexo V):

- Rui Batista e Catarina Silva, “As Aplicações Móveis na Produção Industrial, Gestão da Manutenção”, 10ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, 2010.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Resumo

O aparecimento de novas tecnologias, aliado à constante evolução das infra-estruturas de comunicação de redes móveis, tem possibilitado o desenvolvimento de sistemas de informação de gestão e apoio aos mais diversos sectores de actividade, como é o caso da produção industrial.

Um dos factores que influencia o sector da produção, quer em termos de custos, quer em termos de rentabilidade e produtividade, é a manutenção dos sistemas de produção, nomeadamente das linhas de produção e das máquinas que as compõem. Pretende-se que a manutenção seja feita no mais curto espaço de tempo, de modo a minimizar as paragens dos equipamentos, para afectar o menos possível o processo produtivo.

Uma vez que as aplicações móveis no sector da manutenção industrial ainda não ocupam um lugar de destaque, neste trabalho apresenta-se uma aplicação móvel integrada num sistema de informação ERP capaz de tornar mais eficiente o processo de manutenção. A aplicação apresentada neste trabalho reside um dispositivo móvel do tipo PDA, baseado em *Windows Mobile*, e permite efectuar a gestão da manutenção, *on-line* com um sistema ERP, ou *off-line*, com possibilidade de realizar a sincronização dos dados através de um *webservice*. Esta solução permite realizar as tarefas de monitorização, registo e acompanhamento da manutenção preventiva e correctiva com total mobilidade, assegurando a integração dos dados entre o sistema ERP e a aplicação móvel.

A área da manutenção, pela importância que representa no sector produtivo, é uma área crítica, que poderá assim beneficiar das tecnologias móveis, agilizando processos que de outra forma seriam mais complexos e morosos.

Palavras-chave: Computação Móvel, ERP, Integração de Sistemas de Informação, Gestão da Manutenção.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

The emergence of new technologies, combined with the constant development of communication infrastructure of mobile networks, has enabled the development of management information systems and support for several sectors, namely industrial and production segments.

One factor that influences the production sector, not only cost-wise, but also in terms of profitability and productivity, is the maintenance of production systems, including the production lines and machines that constitute them. It is projected that the maintenance is accomplished in the shortest possible amount of time, as to minimize stops of equipment, to have the production process stopped the least time possible.

Since mobile applications in the field of industrial maintenance do not yet occupy a prominent place, this work presents a mobile application integrated with an information system ERP that can streamline the maintenance process. The application presented runs on a mobile device, like a PDA, based on Windows Mobile, and allows you maintenance management, on-line with an ERP system, or offline, with the possibility of data synchronization through a web service. This solution allows the execution of different tasks, e.g. supervising, recording and monitoring preventive and corrective maintenance with full mobility, ensuring the integration of data between the ERP system and mobile application.

The maintenance area, by its importance in the manufacturing sector is a critical area, which could benefit from mobile technologies, streamlining processes that would otherwise be more complex and lengthy.

Keywords: Mobile Computing, ERP, Integration of Information Systems, Maintenance Management.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução dos Sistemas de Gestão.....	8
Figura 2 - ERP Epicor	15
Figura 3 - Alidata ERP	48
Figura 4 - Alidata ERP: Gestão da Produção	49
Figura 5 - Alidata ERP: Gestão da Produção (Manutenção).....	50
Figura 6 - Arquitectura da Aplicação	51
Figura 7 - Diagrama de Classes de Alto Nível	56
Figura 8 - Protótipo: Autenticação	58
Figura 9 - Protótipo: Menu Principal.....	59
Figura 10 - Protótipo: Pesquisa de Equipamentos.....	59
Figura 11 - Protótipo: Ficha de Equipamento	60
Figura 12 - Protótipo: Mudar Estado.....	60
Figura 13 - Protótipo: Plano de Manutenção.....	61
Figura 14 - Protótipo: Consultar Anomalias	61
Figura 15 - Protótipo: Nova Anomalia.....	62
Figura 16 - Protótipo: Histórico	62
Figura 17 – Protótipo: Consulta de Documentos.....	63
Figura 18 – Protótipo: Novo Documento	63
Figura 19 - Protótipo: Registo de Mão-de-Obra.....	64
Figura 20 - Protótipo: Consulta de Mão-de-Obra / Material.....	64
Figura 21 - Protótipo: Pedido de Material	65
Figura 22 - Protótipo: Análise da Ordem de Reparação.....	65
Figura 23 - Protótipo: Novo Relatório.....	66
Figura 24 - Protótipo: Sincronização de Dados.....	66
Figura 25 - Relacionamento do tipo «include»	68
Figura 26 - Relacionamento do tipo «extend».....	68
Figura 27 - Diagrama Global de Casos de Uso	70
Figura 28 - Diagrama de Robustez "Consulta de Equipamento"	72
Figura 29 – Diagrama de Sequência "Consulta de Equipamento"	74

Figura 30 - Diagrama de Classes	75
Figura 31 - StarUML	83
Figura 32 - Microsoft Visual Studio 2008.....	84
Figura 33 – Aplicação PDA e <i>WebService</i>	85
Figura 34 - Diagrama de Navegabilidade.....	86
Figura 35 - Diagrama de Classes: Interface com o utilizador	87
Figura 36 - Arquitectura do <i>WebService</i>	88
Figura 37 - Testes de Carga: Lista de Equipamentos	103
Figura 38 - Testes de Aceitação: Emulador e Aplicação PDA.....	104

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Bases de dados para dispositivos móveis.....	41
Tabela 2 - Comparação entre as plataformas J2ME e .NET CF.....	43
Tabela 3 – Lista de Requisitos.....	54
Tabela 4 - Descrição do Caso de Uso "Consultar Equipamento"	69
Tabela 5 - Mapeamento entre requisitos e casos de uso.....	71
Tabela 6 - Descrição de atributos: Grupo.....	76
Tabela 7 - Descrição de atributos: Operacao.....	76
Tabela 8 - Descrição de atributos: Equipamento.....	77
Tabela 9 - Descrição de atributos: PlanoManutencao	77
Tabela 10 - Descrição de atributos: Gravidade	78
Tabela 11 - Descrição de atributos: Anomalia	78
Tabela 12 - Descrição de atributos: Estado	78
Tabela 13 - Descrição de atributos: MudancaEstado	79
Tabela 14 - Descrição de atributos: Documento	79
Tabela 15 - Descrição de atributos: Servico.....	80
Tabela 16 - Descrição de atributos: EstadoServico.....	80
Tabela 17 - Descrição de atributos: Relatorio	80
Tabela 18 - Descrição de atributos	81
Tabela 19 - Descrição de atributos: Material.....	81
Tabela 20 - Descrição de atributos: MaoObra.....	82
Tabela 21 - Descrição de atributos: Utilizador.....	82
Tabela 22 - Esquema de Sincronização.....	100
Tabela 23 - <i>WebService</i> ERP Alidata.....	102
Tabela 24 - Resultados dos Testes de Aceitação: Grupo I.....	105
Tabela 25 - Resultados dos Testes de Aceitação: Grupo II.....	105
Tabela 26 - Resultados dos Testes de Aceitação: Grupo III	105

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de Siglas

Sigla	Descrição
ADO	ActiveX Data Objects
APS	Advanced Planning and Scheduling
BI	Business Intelligence
BSS	Business Software Solutions
CDC	Connect Device Configuration
CF	Compact Framework
CLDC	Connected Limited Device Configuration
CLR	Common Language Runtime
CRM	Customer Relationship Management
EDI	Electronic Data Interchange
ERP	Enterprise Resource Planning
EUA	Estados Unidos da América
GAB	Global Application Builder
GPRS	General Packet Radio Service
GUI	Graphical User Interface
IDE	Integrated Development Environment
J2ME	Java Micro Edition
JDBC	Java Database Connectivity
MESA	Manufacturing Enterprise Solutions Association
MPS	Master Production Scheduling
MRO	Maintenance, Repair & Overhaul
MRP	Material Requirements Planning
MRP-II	Manufacturing Resources Planning
MSM	Multi-Site Management
ODBC	Open Data Base Connectivity
PALOP	Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa
PDA	Personal Digital Assistant
PDM	Product Data Management

Sigla	Descrição
PLM	Product Lifecycle Management
PM	Project Management
PSA	Professional Services Automation
RFID	Radio-Frequency Identification
RIM	Research in Motion
RUP	Rational Unified Process
SaaS	Software as a Service
SCM	Supply Chain Management
SOA	Service-Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language
UML	Unified Modeling Language
XML	eXtensible Markup Language
XP	Extreme Programming

Índice

Agradecimentos	i
Nota Prévia	iii
Resumo	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Lista de Siglas.....	xiii
Índice	xv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objectivos	3
2. Revisão da Literatura	5
2.1 Perspectiva Histórica	5
2.2 ERP – <i>Enterprise Resource Planning</i>	9
2.2.1. Gestão da Produção.....	10
2.3 ERP's - Soluções Existentes no Mercado.....	12
2.3.1. ERP's - Área da Produção: Top 10 (EUA)	13
2.3.2. ERP's - Área da Produção: usados em Portugal	24
2.3.3. ERP's - Área da Produção: Alidata.....	32
2.3.4. Conclusão	35
2.4 Soluções de Mobilidade.....	37
2.4.1. Programação para Dispositivos Móveis.....	38
2.4.2. A Plataforma .NET.....	39
2.4.3. A Plataforma J2ME.....	39
2.4.4. Comparação.....	40

2.4.5.	Conclusão.....	44
2.5	Conclusão.....	44
3.	Metodologia	46
3.1	Introdução à Manutenção.....	46
3.2	Descrição da Aplicação.....	47
3.3	Enquadramento da Aplicação	48
3.4	Arquitectura da Aplicação	51
3.5	Metodologia de Desenvolvimento	51
3.6	Especificação de Requisitos.....	52
3.7	ICONIX: Análise de Requisitos.....	55
3.7.1.	Modelo do Domínio	55
3.7.2.	Protótipo Gráfico.....	58
3.7.3.	Modelo de Casos de uso.....	67
3.8	ICONIX: Análise e Desenho Preliminar.....	72
3.8.1.	Diagramas de Robustez.....	72
3.9	ICONIX: Desenho	73
3.9.1.	Diagramas de Sequência	74
3.9.2.	Modelo de Domínio Final	75
3.10	ICONIX: Implementação e Testes.....	82
3.10.1.	Ferramentas de Desenvolvimento	83
3.10.2.	Implementação da Aplicação.....	85
3.10.3.	Testes e Discussão de Resultados.....	102
4.	Conclusões e Trabalho Futuro	107
5.	Bibliografia	109
6.	Anexos.....	111
	Anexo I – Protótipo em Papel.....	112
	Anexo II – Descrição Verbal dos Casos de Uso.....	118

Anexo III – Diagramas de Robustez.....	142
Anexo IV – Diagramas de Sequência.....	173
Anexo V – CAPSI 2010.....	192

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

1. Introdução

1.1 Enquadramento

O aparecimento de novas tecnologias, aliado à constante evolução das infra-estruturas de comunicação de redes móveis, tem possibilitado o desenvolvimento de aplicações de gestão e apoio aos mais diversos sectores de actividade, como é o caso da produção industrial.

Perante um mercado que procura principalmente satisfazer as necessidades dos consumidores, as empresas deparam-se não só com a obrigatoriedade de aumentar a qualidade dos seus produtos, mas também com a necessidade de racionalizar os custos inerentes à produção (Polychronopoulos, 2005). O controlo destes factores é vital para a gestão da produção de qualquer empresa, daí que nos últimos anos tenhamos assistido a uma procura crescente de soluções informáticas capazes de dar resposta a essas necessidades.

A evolução tecnológica a que temos assistido nos últimos anos tem permitido às empresas que produzem aplicações informáticas dar uma resposta cada vez melhor às necessidades da produção. Partindo de simples aplicações de controlo de stocks nos anos 80, assistimos à evolução até às aplicações de planeamento de produção (*Manufacturing Resource Planning*). No início da década de 90, as funcionalidades dos MRP's foram alargadas, passando a incluir outras áreas de gestão, como por exemplo, gestão de finanças e tesouraria, gestão de recursos humanos, gestão da cadeia de fornecimento, etc. As aplicações, agora designadas de *Enterprise Resource Planning*, reúnem as funcionalidades chave que permitem ter uma visão global da empresa (Polychronopoulos, 2005).

A competitividade e a inovação tecnológica são factores de sucesso para alcançar a excelência, num mercado cada vez mais exigente. A utilização de ERP's tem vindo cada vez mais a ser adoptada pelas empresas, uma vez que estas ferramentas permitem efectuar a gestão e a monitorização de processos, o controlo de actividades e a gestão estratégica do negócio. Actualmente, estas aplicações são também usadas na gestão e no planeamento do processo produtivo, especialmente em áreas onde é efectuada produção em série, como são o caso dos plásticos, do mobiliário e da alimentação. Nestas áreas, a produção industrial é feita quase sempre em contínuo, 24 horas por dia, 7 dias por semana.

Um dos factores que influencia o sector da produção, quer em termos de custos, quer em termos de rentabilidade e produtividade, é a manutenção dos sistemas de produção, nomeadamente das linhas de produção e das máquinas que as compõem. Pretende-se que a manutenção seja feita no mais curto espaço de tempo, de modo a minimizar as paragens dos equipamentos, para afectar o menos possível o processo produtivo.

A utilização dos ERP's como ferramenta de gestão tem sido adoptada por um grande número de empresas, no entanto, a área da manutenção foi considerada uma área não produtiva, sem acrescentar qualquer valor ao negócio da empresa (K. Nikolopoulos, 2003). Contudo, nos últimos anos, as empresas têm focado a sua atenção na manutenção, considerando a conservação dos seus activos e equipamentos uma parte essencial da área produtiva.

De uma forma geral, a manutenção pode ser encarada como um processo que pode ser accionado de várias formas, quer através de planos de manutenção previstos, quer através de paragens forçadas, quer através de indicadores de deterioração dos equipamentos. Todo este processo requer planeamento, agendamento, monitorização, controlo de qualidade e gestão dos recursos necessários (mão de obra, máquinas, equipamentos, ferramentas, peças de substituição, materiais, etc.). A implementação das estratégias de manutenção é muito variada, quer seja através de manutenção preventiva, intervalos de manutenção, baseada em condições, melhoria contínua ou manutenção selectiva. Mas no fundo, existe uma necessidade comum que é a de que estes sistemas de manutenção possam ser implementados nos sistemas ERP actuais (K. Nikolopoulos, 2003).

Assim sendo, pretende-se desenvolver uma aplicação móvel capaz de auxiliar no processo de manutenção preventiva e correctiva dos equipamentos industriais. A manutenção preventiva deste tipo de equipamentos, normalmente é feita baseada num determinado período de tempo (semanal, mensal, trimestral, anual), nas horas de trabalho feitas pelo equipamento ou no número de peças produzidas. No caso da manutenção correctiva, este tipo de manutenção decorre normalmente após uma paragem forçada de um equipamento. Na área da produção, além dos equipamentos que constituem as linhas de produção propriamente ditas, existem também equipamentos de monitorização e medição, que também são sujeitos a verificações e calibrações periódicas.

1.2 Objectivos

O desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis tem permitido às empresas usufruírem de ferramentas de trabalho que permitem automatizar as tarefas do dia-a-dia. Na área da produção industrial, apesar de já existirem algumas soluções móveis na área do controlo de stocks e inventário, ainda existem algumas áreas por explorar, como por exemplo, a manutenção industrial.

Pretende-se com o desenvolvimento deste trabalho a criação de uma aplicação móvel, capaz de auxiliar no processo de controlo, registo e monitorização da manutenção de equipamentos num ambiente de produção industrial.

A aplicação deverá fornecer ao utilizador um conjunto de funcionalidades que permitam efectuar a gestão da manutenção dos equipamentos, como por exemplo:

- Consultar os planos de manutenção preventiva dos equipamentos;
- Efectuar os pedidos de realização de intervenção;
- Possibilidade de gerir e controlar as intervenções nos equipamentos;
- Analisar os custos das intervenções realizadas nos equipamentos;
- Informar a área da produção dos estados dos equipamentos que compõem as linhas de produção (paragens, condicionamentos, avarias, etc.);

A arquitectura da aplicação a desenvolver deverá permitir uma interligação com um software de gestão do tipo ERP, que disponha de uma solução na área da produção industrial.

2. Revisão da Literatura

O sucesso das empresas do sector produtivo depende sempre da eficiência da gestão da produção. Ao longo dos tempos, a percepção da gestão da produção evoluiu muito, quer devido às alterações do próprio mercado, quer à evolução dos sistemas informáticos. Esta evolução colocou-se no centro da estratégia da empresa, muito por força do aumento da competitividade económica a que temos assistido.

Este capítulo tem como objectivo fazer um enquadramento da evolução da gestão da produção ao longo dos últimos anos, nomeadamente através da análise dos sistemas informáticos direccionados para esta área, e da oferta em termos de soluções de mobilidade que estes sistemas oferecem às empresas, designadamente na área na manutenção industrial, que é o objecto principal deste estudo.

2.1 Perspectiva Histórica

A Evolução da Gestão da Produção

Desde meados do século XX, a evolução da gestão da produção tem sofrido algumas mudanças, muito por força da lei da oferta e da procura, que ao longo destes anos tem desempenhado um papel determinante na área da produção. Desta forma, conseguem-se identificar três fases distintas de evolução na área da produção (Courtois Alain, 2007), que se detalham de seguida.

A primeira fase foi marcada por um período de acentuado crescimento da produção, em que existia um mercado propiciador para margens confortáveis e uma oferta de bens inferior à procura. Esta fase, em que basicamente se “*produzia para vender*”, era caracterizada essencialmente por produzir o máximo de quantidade a preço económico, armazenar stocks suficientes para o fabrico em série, os prazos de entrega eram apenas determinados pelos ciclos de produção e a gestão era totalmente manual (Courtois Alain, 2007).

Uma vez equilibrada a balança da oferta e da procura, chegou-se a uma segunda fase da evolução da produção, em que o cliente podia escolher livremente o seu fornecedor, uma vez que a oferta era maior. Nesta fase, o lema era “*produzir o que podia ser vendido*”, e então, tornou-se necessário começar a fazer previsões comerciais, controlar a actividade da produção, organizar as compras de matéria-prima, ajustar os níveis de stock e controlar os prazos de entrega (Courtois Alain, 2007).

A evolução na área da produção, fez com que rapidamente a oferta fosse superior à procura. Esta terceira fase gerou uma concorrência enorme entre as empresas, obrigando-as a fazerem alguns ajustamentos, nomeadamente através do controlo dos custos inerentes à produção, na aposta em produtos de qualidade, no cumprimento dos prazos de entrega (cada vez mais curtos), na criação de pequenas séries de produção personalizadas à medida do cliente, na renovação constante da oferta de produtos (cuja vida útil se tornou mais curta) e na evolução das técnicas usadas na concepção e fabricação dos produtos. A partir desta altura, passou-se a “*produzir o que já está vendido*”, e surgiram as preocupações de estratégia industrial e do controlo rigoroso da gestão (Courtois Alain, 2007).

Esta evolução só foi possível graças às numerosas transformações que ocorreram tanto ao nível dos sistemas de informação, como ao nível das infra-estruturas de comunicação. A revolução nas redes de Internet e na capacidade de armazenamento de dados, o aparecimento de novas tecnologias e linguagens de programação, a evolução do software de gestão, a criação de standards para troca de informação, como por exemplo: o XML (*eXtensible Markup Language*) e o EDI (*Electronic Data Interchange*),

Os modelos de negócio também estão em constante mudança na área da produção, e as novas tecnologias derrubam barreiras e abrem horizontes. A lógica de cadeia de fornecimento (*Supply Chain*) está implantada no sector, e no futuro o objectivo será a melhoria continua na cada vez mais longa cadeia de fornecimento, para fazer chegar o produto ao cliente final, ao melhor preço do mercado, no prazo mais curto de entrega e apostando na qualidade dos produtos e serviços.

A Evolução dos Sistemas de Apoio à Gestão

A evolução dos sistemas de apoio à gestão tem acompanhado ao longo dos últimos anos a evolução tecnológica a que temos assistido, tanto ao nível do hardware como ao nível do software.


No início dos anos 60, ainda com o computador inacessível para a maioria das empresas, a gestão era feita apenas centrada nos stocks: o objectivo principal era ter o stock suficiente para poder satisfazer os clientes (Polychronopoulos, 2005).

A partir dos anos 70, quando os computadores se tornaram mais pequenos e mais acessíveis em termos económicos, apareceram os sistemas MRP (*Material Requirements Planning*) (Polychronopoulos, 2005). Estes sistemas eram desenvolvidos usando linguagens como COBOL, ALGOL e FORTRAN, e envolviam o planeamento ou requisição de materiais de acordo com a calendarização do responsável pela produção.

A evolução dos sistemas MRP conduziu ao aparecimento, por volta dos anos 80, de sistemas MRP-II (*Manufacturing Resources Planning*) (Polychronopoulos, 2005). Estes sistemas davam ênfase á optimização dos processos de produção através da sincronização de materiais com as necessidades de produção.

Nos finais dos anos 80 e início dos anos 90, apareceram os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) (Polychronopoulos, 2005). Estes sistemas permitiam a integração e coordenação dos vários processos de negócio das empresas, tais como produção, distribuição, contabilidade, finanças, gestão de recursos humanos, gestão de projectos, gestão de inventários, serviços, manutenção e transportes, fornecendo assim acessibilidade, visibilidade e consistência através de toda a empresa.

Durante os anos 90, os sistemas ERP foram evoluindo, sendo adicionados mais módulos e funções aos módulos principais, dando origem aos “extended ERPs” (Kumar, 2000). Estas extensões dos ERPs incluíam planeamento e calendarização avançada APS (*Advanced Planning and Scheduling*), soluções de e-Business, tais como CRM (*Customer Relationship Management*) e SCM (*Supply Chain Management*).



2000s	Extended ERP
1990s	ERP - Enterprise Resource Planning
1980s	MRP II - <i>Manufacturing Resources Planning</i>
1970s	MRP - <i>Material Requirements Planning</i>
1960s	Inventory Control Packages

Figura 1 - Evolução dos Sistemas de Gestão

Actualmente, a evolução dos sistemas de gestão ERP acompanha a evolução tecnológica, nomeadamente das redes e dos dispositivos móveis. A necessidade cada vez maior das empresas terem acesso à informação em tempo real, tem feito com que as empresas produtoras de software tenham vindo a disponibilizar soluções para responder às actuais necessidades de gestão, quer através de sistemas ERP “*web-based*”, que permitem aceder à informação a partir de qualquer local (através de um *browser*), quer através da criação de soluções para dispositivos móveis, como por exemplo, PDA’s.

A gestão da produção trabalha normalmente com grandes volumes de dados. Assim, a sua dependência dos sistemas informáticos para efectuar o armazenamento e processamento desses dados é quase obrigatória. A área da produção fica assim dependente do sistema de informação adoptado pela empresa e da oferta de soluções disponíveis no mercado, que nos últimos anos têm evoluído bastante.

Uma grande tendência que se desenvolveu e que está na origem do *software* lançado no mercado é a noção de **integração**. Antigamente, uma empresa que pretendesse informatizar as suas funções deparava-se com *softwares* independentes uns dos outros, o que fazia com que os mesmos dados tivessem que ser inseridos várias vezes, e com o conseqüente aumento do risco de introdução de erros e de contradições (Courtois Alain, 2007).

A ideia mais racional parecia ser a construção de um conjunto de aplicações de *software* em torno de uma base de dados comum, de onde resultasse uma integração das funções da empresa, mesmo em processos transversais, como é o caso da produção (Courtois Alain, 2007). Desta forma, conseguia-se unificar os métodos de trabalho e obter facilmente todos os dados, de todas as naturezas (comercial, produção, financeira, etc.).

2.2 ERP – *Enterprise Resource Planning*

O conceito de ERP não é um conceito novo. Apareceu pela primeira vez, há cerca de 40 anos, quando foram criados os primeiros sistemas para auxiliar no controlo e gestão dos stocks das empresas. Durante os anos 70 e 80, o número de empresas criadoras de sistemas ERP aumentou, e aumentou também o leque de funcionalidades disponibilizadas para a área da produção. Por volta dos anos 90, as empresas produtoras de *software* aperceberam-se das mais-valias que este tipo de sistema poderia significar para aumentar a eficiência dos negócios das empresas. Neste sentido, decidiram interligar todos os processos de negócio de uma empresa de uma forma coerente e integrada.

A definição de ERP pode ser vista como uma aplicação de *software*, com capacidade de mapear os processos de negócio e os dados de uma forma integrada e estruturada (Frontiers, 2000), representando assim um papel fundamental na estrutura da empresa. Destina-se à gestão global das diferentes áreas da empresa, quer ao nível estratégico, tático e operacional (Courtois Alain, 2007), e reúne numa única base de dados todos os dados necessários à gestão da empresa.

Tipicamente, um sistema ERP é caracterizado por ter um alto nível de configuração, para que possa abranger as diversas necessidades dos vários sectores da economia. Devido a esta característica, podemos encontrar este tipo de sistema num estado genérico ou pré-configurado (Frontiers, 2000). No primeiro caso, estamos perante uma aplicação destinada a um leque alargado de ramos de actividade, e que necessita de ser configurada antes de ser utilizada. No segundo caso, estamos perante uma aplicação pré-configurada e parametrizada para determinados sectores de actividade (produção, retalho, sector automóvel, etc.), pelo que necessita de um menor grau de configuração inicial.

Dependendo de vários pontos de vista e interpretações, um sistema ERP deverá estar preparado para actuar em diversos domínios, nomeadamente nas seguintes áreas:

- Gestão Contabilística e Financeira;
- Gestão Comercial;
- Gestão de Recursos Humanos;
- **Gestão da Produção;**

- Gestão de Stocks, Aprovisionamentos e Compras;

2.2.1. Gestão da Produção

Actualmente, os processos de produção tornam-se cada vez mais complexos e multifacetados, deixando às empresas o desafio de encontrar métodos de simplificação e racionalização das suas actividades. Além disso, a concorrência continua aumentar em todos os sectores da indústria, tornando-se necessário encontrar novas maneiras de reduzir os custos de produção, de forma a conseguir obter preços mais baixos para o cliente final (Top 10 ERP Manufacturing Software Vendors, 2009).

Desta forma, a utilização de sistemas ERP na gestão da produção permite integrar de uma forma simples os processos chave e as funções principais da empresa, permitindo analisar com exactidão o que vai acontecendo dentro de cada uma das áreas: finanças, recursos humanos, produção, compras, vendas, stocks, etc., de forma a maximizar a eficiência produtiva.

Neste sentido, as empresas de produção estão cada vez mais a apostar em aplicações de *software* para otimizar os processos de negócio. Segundo os estudos realizados recentemente pela empresa *AMR Research*, o investimento das empresas em *software* relacionado com a produção cresceu 12% em 2007, com cerca de 20% das empresas a planearem implementar novos sistemas de *software* de produção nos 12 meses seguintes (Alison Smith, 2007). Um outro estudo da empresa *Forrester Research* afirma que mais de 18% das empresas de produção que já implementaram novos sistemas de gestão da produção em 2007, estão a planear fazer grandes actualizações nos próximos anos (Top 10 ERP Manufacturing Software Vendors, 2009).

Benefícios dos Sistemas de Produção ERP

Os sistemas de produção ERP oferecem às empresas um conjunto de ferramentas e tecnologias, para que estas possam operar de forma mais eficiente e económica. Tipicamente, um sistema ERP de produção deverá permitir:

- Simplificar o desenho e configuração dos produtos;
- Controlar e gerir os produtos componentes;
- Automatizar o planeamento da produção;
- Acelerar o processo de produção;
- Aumentar a qualidade do produto;

Um dos principais benefícios dos sistemas de produção ERP é o facto de estes sistemas facilitarem a implementação de algumas boas práticas na área da produção e fabrico. Por exemplo, utilizando um sistema de produção ERP é relativamente fácil a partir da procura e da necessidade de um determinado produto, calcular as listas de materiais necessários para a produção. Além disso, o sistema permite determinar quando e quais os componentes que são necessários para a produção. Desta forma, estamos perante uma produção “*just-in-time*” que permite reduzir significativamente os custos de armazenamento de stocks e consequentemente aumentar o fluxo de caixa disponível.

Os diferentes sistemas de produção ERP existentes no mercado, apresentam diferenças em termos de funcionalidades disponibilizadas, porque muitas vezes os sistemas são direccionados para determinadas actividades. Segundo a associação internacional MESA (*Manufacturing Enterprise Solutions Association*), podemos enumerar as seguintes funcionalidades:

- **Programação com capacidade finita** (*Operations/Detail Scheduling*): definir a sequência de operações considerada óptima para cada operação;
- **Gestão dos recursos de produção** (*Resource Allocation and Status*): definir a utilização e assegurar o controlo do pessoal, das máquinas, ferramentas e dos materiais;
- **Gestão das Ordens de Fabrico** (*Dispatching Production Unit*): gerir os fluxos das ordens de fabrico e dos lotes e certificar-se de que tudo o que é necessário estará disponível no momento do lançamento;
- **Gestão dos Documentos** (*Document Control*): gerir os documentos referentes aos períodos, aos processos, às concepções, às ordens de fabrico e, por vezes, às condições de trabalho e certificados;

- **Rastreabilidade dos Produtos** (*Product Tracking and Genealogy*): controlar os produtos em tempo real a fim de manter o histórico completo dos componentes utilizados e das condições de produção de cada produto acabado;
- **Análise dos Desempenhos** (*Performance Analysis*): controlar os diversos indicadores de desempenho referentes às operações de produção (índice de utilização, tempo de ciclo, etc.);
- **Gestão do Trabalho** (*Labor Management*): assegurar o controlo dos tempos das máquinas e dos operadores e das actividades indirectas (ferramentas);
- **Gestão da Manutenção** (*Maintenance Management*): permitir efectuar o controlo e planeamento das actividades de manutenção preventiva (periódica) e correctiva;
- **Gestão dos Processos** (*Process Management*): controlar a produção com funcionalidades de correcção e melhoria das actividades (por exemplo, caso a tolerância ou os limites naturais sejam ultrapassados);
- **Gestão da Qualidade** (*Quality Management*): assegurar o registo e a rastreabilidade das informações referentes à elaboração dos produtos e ao controlo das acções correctivas;
- **Recolha de Dados** (*Data Collection*): fornecer interfaces para recolha de dados em tempo real sobre os equipamentos da empresa ou através do relatório manual dos operadores;

2.3 ERP's - Soluções Existentes no Mercado

As soluções existentes no mercado são muitas e variadas. Dos sistemas generalistas e modulares até aos sistemas mais específicos, a diversidade de funções é bastante elevada, ainda para mais tendo em conta que alguns deles foram direccionados para determinadas áreas de negócio, e consequentemente respondem mais eficazmente às necessidades específicas desse sector.

No restante deste capítulo serão apresentadas e analisadas as soluções existentes no mercado. Começamos pelos sistemas de produção mais usados ao nível internacional,

nomeadamente nos Estados Unidos da América, avançando depois para os sistemas de produção mais conhecidos e usados no nosso país.

Esta análise tem como objectivo fornecer uma visão geral das ofertas existentes no mercado, como foco especial nas soluções de mobilidade.

Na parte final do capítulo, apresenta-se o software Alidata – Gestão da Produção com mais detalhe. Ao contrário das restantes soluções, o contacto pessoal com este software permite analisá-lo mais detalhadamente.

2.3.1. ERP's - Área da Produção: Top 10 (EUA)

Consona

A Consona é uma empresa fundada nos anos 80, que disponibiliza um conjunto vasto de software e serviços, aplicável a pequenas, médias e grandes empresas.

Em termos de software, a empresa disponibiliza software para a área industrial, nomeadamente para a produção em geral, para a produção personalizada e para a produção baseada em projectos. As soluções apresentadas são variadas, destacando-se as soluções de ERP, BI, CRM e APS. O principal objectivo passa pela satisfação dos clientes através do foco no cliente. Para isso, a empresa disponibiliza suporte e melhoramentos aos produtos de acordo com as necessidades dos clientes dos diversos sectores de actividade.

SOLUÇÕES PARA A PRODUÇÃO:

- **Intuitive ERP:** oferece as funcionalidades para uma vasta gama de ambientes de produção, incluindo a electrónica, dispositivos médicos, aviação e outros, e é fácil a implementação para as pequenas e média empresas;
- **Made2Manage ERP:** fornece todas as funcionalidades para a produção à medida e personalizada, utilizando listas de materiais únicas;

- **Encompix ERP:** fornece mais funcionalidades do que o ERP padrão, oferecendo funcionalidades de gestão e planeamento para projectos de produção mais complexos, bem como acompanhamento do projecto, dos custos e do planeamento;
- **AXIS AXIOM ERP:** é a solução de topo para os fabricantes de metais, fios e cabos, bem como para empresas que prestam serviços na área dos metais;
- **Cimnet Systems ERP:** oferece suporte completo na área da engenharia e produção de placas de circuito impresso, incluindo a concepção, fabricação e certificação;
- **DTR:** é a solução indicada para a indústria transformadora de plásticos;

MÓDULOS:

- Business Intelligence
- Planning and Scheduling
- Engineering
- Product Configuration
- Estimating and Quoting
- Customer Relationship Management (CRM)
- Inventory, Production Control, Manufacturing
- Procurement, Supplier Management
- Quality
- Costing, Accounting and Finance
- E-commerce
- Human Resources, Time-and-Attendance, Payroll

SOLUÇÕES DE MOBILIDADE:

- **Intuitive Mobile:** através de dispositivos sem fios (*wireless*), é possível a utilização na área comercial e na área de stocks;
- **Consona Mobile Customer Manager:** fornece informação relacionada com a força de vendas, para que seja possível acompanhar os negócios à distância;

Epicor

A Epicor é uma empresa pública fundada em 1984, com sede na Califórnia, que tem uma oferta abrangente de soluções de ERP, CRM, SCM e PSA para médias empresas.

Para a área da produção, a solução disponibilizada é flexível e escalável, com capacidade para gerir os requisitos complexos da produção mista. Neste momento, as soluções são usadas por mais de 20000 clientes em 140 países.

SOLUÇÕES PARA A PRODUÇÃO:

- **Epicor Vantage:** é uma solução vocacionada para as necessidades das empresas de produção que produzem de forma personalizada ou mista;
- **Epicor Enterprise:** é uma solução para médias empresas, reconhecida e premiada, com provas dadas na área específica da indústria;
- **Epicor iScala:** é uma solução vocacionada para empresas multinacionais ou com muitas filiais ou subsidiárias, respondendo às necessidades do comércio além fronteiras;



Figura 2 - ERP Epicor

MÓDULOS:

- Epicor ERP (Produção)
 - Forecasting and master production scheduling (MPS)
 - Material Requirements Planning (MRP)
 - Advanced Planning and Scheduling (APS)
 - Project Management (PM)
 - Multi-Site Management (MSM)

- Epicor Vantage
 - Customer Relationship Management
 - Sales Management
 - Supply Chain Management
 - Production Management
 - Planning and Scheduling
 - Product Data Management
 - Service Management
 - Enterprise Performance Management
 - Business Process Management
 - Enterprise Portal

SOLUÇÕES DE MOBILIDADE:

- **Epicor Mobile Field Service:** direccionada para equipas de serviços exteriores, esta aplicação permite efectuar o acompanhamento e gestão dos serviços realizados;
- **Epicor Mobile Sales Assistant**
- **Epicor Mobile Clinical Care**
- **Epicor Mobile Community Care**
- **Epicor Mobile Route & Delivery**

Syspro

A Syspro é uma empresa fundada em 1978 na Califórnia, que tem um sistema ERP modular – com pontos fortes na área financeira, produção e distribuição. A empresa oferece uma solução com total integração e interoperabilidade, com uma boa relação desempenho/preço.

SOLUÇÕES PARA A PRODUÇÃO:

- **SYSPRO Enterprise Resource Planning (ERP):** é uma solução totalmente integrada de *software* que oferece um controlo total sobre o

planeamento e gestão de todos os processos de negócio, incluindo contabilidade, produção e distribuição;

- **SYSPRO Lot Traceability:** permite maximizar o controlo de qualidade através da monitorização e substituição de materiais defeituosos;
- **SYSPRO Bill of Materials:** permite o apuramento exacto dos custos dos materiais comparativamente com os custos reais de produção;
- **SYSPRO Inventory:** permite a gestão efectiva dos stocks, através do controlo das existências;
- **SYSPRO Requirements:** permite efectuar a gestão das necessidades, auxiliando no processo de aprovisionamento;

MÓDULOS:

- SYSPRO Factory Scheduling
- SYSPRO Lot Traceability
- SYSPRO Bill of Materials
- SYSPRO Inventory
- SYSPRO Requirements Planning
- SYSPRO Material Yield System

SOLUÇÕES DE MOBILIDADE:

- **SYSPRO Mobile:** através de um dispositivo móvel (*wireless*) possibilita o controlo dos materiais no ERP e fornece ainda indicadores de gestão – tudo em tempo real;

Plex

A Plex é uma empresa de desenvolvimento de *software*, fundada em 1995 no Michigan. A solução disponibilizada, oferece aos clientes uma solução online e totalmente integrada. Esta solução já foi premiada com diversos prémios, sendo que o ERP da Plex está implementado em mais de 1200 fábricas, em todo o mundo, na área médica, automóvel e aeroespacial. Com mais de 30000 acessos de utilizadores diários, a aplicação

“Plex Online” goza de um estatuto de líder na indústria, com uma retenção de clientes de 100% e 100% de taxa de sucesso na implementação das soluções.

SOLUÇÕES PARA A PRODUÇÃO:

- **Plex Online:** é uma solução totalmente integrada, de SaaS (*Software as a Service*), que permite interligar e gerir toda a empresa, desde o nível mais baixo até ao topo;

MÓDULOS:

- **Plex Online for Manufacturing**
 - Barcode Labeling
 - Engineering
 - Field Service
 - Labor/Time Tracking
 - Lean Tools
 - Machine Integration/SCADA
 - Maintenance
 - Production Scheduling
 - Quality Management
 - Shop Floor Control
 - SPC
 - Tooling and Traceability

SOLUÇÕES DE MOBILIDADE:

- **Plex Online:** a aplicação é totalmente baseada na Web, pelo que está acessível a partir de qualquer dispositivo móvel, desde que este possua um *browser*;

Infor

A Infor é uma empresa de software fundada em 2002 na Geórgia. Apesar de ser uma empresa jovem, já conta com uma longa história, sendo a décima maior empresa de software do mundo.

Com uma taxa de retenção de clientes de 95%, o conjunto de soluções é desenvolvido sobre o *Infor Open SOA* (Service-Oriented Architecture), e é principalmente orientado para médias empresas.

SOLUÇÕES PARA A PRODUÇÃO:

- **INFOR ERP SOLUTION SUITE:** oferece diversas soluções que podem ajudar as empresas em diversos sectores, nomeadamente a automatizar, planificar, colaborar e executar de acordo com as suas necessidades;

MÓDULOS:

- INFOR ERP ADAGE
- INFOR ERP LN
- INFOR ERP BAAN
- INFOR ERP SL (SYTELINE)
- INFOR ERP SX. ENTERPRISE
- INFOR ERP VISUAL
- INFOR SCM MANUFACTURING PLANNING

SOLUÇÕES DE MOBILIDADE:

- **MP2 Barcoding Plus:** é uma aplicação móvel de recolha de dados que permite ao utilizador automatizar a recolha de informação, através da leitura de código de barras;
- **Pocket MP2 Plus:** é uma aplicação móvel bidireccional que permite ao utilizador sincronizar as folhas de trabalho do MP2 para um dispositivo móvel, permitindo ainda a realização de inventário;

IFS

A IFS é uma empresa fundada em 1983 que desenvolve, fornece e implementa soluções baseadas no seu ERP. Com níveis de satisfação de 90%, a empresa conta com mais de 2000 clientes, espalhados por mais de 50 países.

A solução da IFS para a área da produção é flexível, sendo capaz de lidar com todas as formas de produção, sendo especialmente forte em indústrias como a aeroespacial e a defesa.

SOLUÇÕES PARA A PRODUÇÃO:

- **IFS MANUFACTURING:** esta solução suporta o planeamento, execução, controle e análise nos mais diversos tipos de produção, em todas as fases do processo de fabricação, e para todos os funcionários da organização;

MÓDULOS:

- **IFS MANUFACTURING**
 - Program and Project Management
 - Product Lifecycle Management (PLM)
 - Product Data Management (PDM)
 - Case & Change management
 - Sourcing & Procurement
 - Manufacturing Engineering
 - Mixed-mode Manufacturing
 - Product Support/Call Center
 - Field & Depot Service Management
 - Configuration/Fleet Management
 - Maintenance, Repair & Overhaul (MRO)

SOLUÇÕES DE MOBILIDADE:

- **IFS/Mobile & Wireless Services:** ajuda a aumentar a produtividade e a reduzir custos operacionais, através da sincronização automática da informação das aplicações IFS com dispositivos sem fios ou móveis, como PDA's e leitores de código de barras;

Global Shop

A Global Shop é uma empresa fundada em 1976 no Texas, que oferece uma solução de produção completa e em tempo real, para pequenas e médias empresas. Com as implementações de software de maior sucesso na indústria e mais de três décadas de experiência na indústria de software, a Global Shop fornece aos clientes uma solução adequada e estável para a área da produção, onde o investimento pode ser facilmente recuperado.

SOLUÇÕES PARA A PRODUÇÃO:

- **GLOBAL SHOP ONE-SYSTEM ERP SOLUTIONS**

MÓDULOS:

- SHOP MANAGEMENT
- MATERIALS MANAGEMENT
- CRM AND SALES MANAGEMENT
- FINANCIAL MANAGEMENT
- ADVANCED PRODUCTION SCHEDULING (APS)
- QUALITY/DISPOSITION TRACKING
- PRODUCTIVITY TOOLS AND GS ECOMMERCE
- GLOBAL APPLICATION BUILDER (GAB)

Microsoft Dynamics

A Microsoft é uma empresa multinacional fundada em 1975, que desenvolve e suporta uma ampla gama de produtos informáticos, entre os quais o Microsoft Dynamics.

Esta solução, suportada pelo enorme poder da Microsoft, representa uma solução de gestão completa e abrangente para as médias empresas, utilizando o interface já familiar dos produtos da Microsoft.

SOLUÇÕES PARA A PRODUÇÃO:

- **MICROSOFT DYNAMICS;**

MÓDULOS:

- MICROSOFT DYNAMICS AX FOR MANUFACTURING;
- MICROSOFT DYNAMICS GP;
- MICROSOFT DYNAMICS NAV FOR MANUFACTURING

SOLUÇÕES DE MOBILIDADE:

- Microsoft Dynamics Mobile (framework);
- Microsoft Dynamics Mobile Sales;

Visibility

A Visibility é uma empresa de software ERP e serviços fundada em 1987, com clientes na área da produção espalhados por todo o mundo.

A solução ERP, adaptável e de baixo custo de implementação, foi desenvolvida utilizando a tecnologia *Microsoft .NET* e as bases de dados *Microsoft SQL Server* ou *Oracle*, com o objectivo de responder às várias necessidades da produção.

SOLUÇÕES PARA A PRODUÇÃO:

- **VISIBILITY.net ERP**

MÓDULOS:

- CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT;
- ENGINEERING & PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT;
- MATERIAL AND PRODUCTION PLANNING;
- OPERATIONS MANAGEMENT;
- FINANCIAL MANAGEMENT;
- BUSINESS PERFORMANCE MANAGEMENT;
- COLLABORATION;

SAGE

A Sage é uma empresa de software fundada em 1981 em Newcastle, com uma oferta abrangente de soluções para pequenas, médias e grandes empresas.

Nomeada como um dos dez maiores fornecedores de software de negócios para os fabricantes, em 2001 e 2002, pela MSI Magazine, a solução *SaaS* da Sage é utilizada por mais de 80000 fabricantes nos Estados Unidos (aproximadamente 1 em cada 10 fabricantes).

SOLUÇÕES PARA A PRODUÇÃO:

- SAGE MAS 500 ERP
- SAGE MAS 90 AND 200
- SAGE PFW ERP
- SAGE PRO ERP

MÓDULOS:

- **Sage MAS 500 ERP**
 - Advanced Manufacturing
 - Advanced Planning and Scheduling
 - Engineering Change Management
 - Estimating
 - Light Manufacturing Advanced Kitting
 - Material Requirements Planning (MRP)
 - Product Configurator
 - Project Management for Manufacturers
 - Shop Floor Control
- **Sage Pro ERP**
 - Production Entry
 - Work Orders
 - Shop Control
- **Sage PFW ERP Manufacturing**
 - Costing
 - MRP

- Formulas
- MSDS/Compliance
- Labeling
- Order Entry Pro
- Laboratory
- Production
- Inventory Pro
- Purchasing Pro

SOLUÇÕES DE MOBILIDADE:

- **Sage SalesLogix Mobile CRM:** acesso às funcionalidades do módulo de CRM a partir de um dispositivo móvel;
- **Velocity Premium:** permite efectuar o controlo de crédito, gestão de stocks e preços, registo de encomendas e histórico de vendas, relatórios de visita, recebimentos, recolha de assinaturas e localização de colaboradores;
- **Torsion Professional:** gestão de pedidos de assistência, registo e planeamento de serviços, localização de colaboradores, gestão de contratos de assistência, controlo de garantias, registos de despesas e acesso a documentação técnica;
- **Momentum Extended:** gestão das entregas, consulta de histórico, captura de imagens, relatórios de entrega, validação e alertas, código de barras e impressão;

2.3.2. ERP's - Área da Produção: usados em Portugal

O investimento do sector da produção em tecnologias da informação tem vindo a crescer em Portugal nos últimos anos. Este aumento representa uma aposta do sector na modernidade tecnológica com o objectivo de aumentar os níveis de produtividade.

A escolha de um sistema de gestão ERP nem sempre é uma tarefa fácil, ainda mais quando existe uma grande diversidade de aplicações disponíveis no mercado. Desta forma, irão ser apresentadas algumas soluções direccionadas para a área da gestão da produção.

SAP

A SAP é uma empresa líder mundial no software de gestão empresarial. Tem uma vasta oferta de soluções para diversas áreas de negócio, entre as quais a produção. Hoje em dia, empresas em mais de 120 países utilizam aplicações da SAP – que vão desde diferentes soluções que abordam as necessidades de pequenas e médias empresas, a pacotes de aplicações destinados a organizações globais.

Para a área da produção, a SAP tem como solução o *SAP Manufacturing*. Esta solução permite a integração da área da produção com as outras áreas da empresa, permitindo uma gestão eficaz direccionada para a redução de custos e para o aumento da qualidade dos produtos. O aumento da coordenação, visibilidade e execução de operações são outros dos pontos forte apresentados pela solução da SAP.

O pacote de soluções *SAP Manufacturing* permite efectuar o planeamento e execução da produção, a gestão da qualidade, manutenção, ambiente, saúde e segurança dos produtos. Esta solução oferece um leque diversificado de aplicações para a área da produção, nomeadamente:

- **SAP Lean Planning and Operations** – permite a gestão das actividades de produção da fábrica em tempo real, com base nos princípios da produção “enxuta”, com possibilidade de efectuar simulações de produção;
- **SAP Manufacturing Execution** – permite a gestão e controlo da produção ao mesmo tempo que é feita a integração das operações nas outras áreas da empresa;
- **SAP Manufacturing Integration and Intelligence** – permite interligar e visualizar de forma estandardizada e em tempo real os processos de produção juntamente com todos os processos empresariais;
- **SAP ERP Operations** – permite integrar a área da logística, desenvolvimento de produtos, produção, vendas e serviços;

- **SAP Supply Chain Management** – facilita a colaboração, o planeamento, a execução e a coordenação de toda a rede da cadeia de fornecimento;
- **SAP Solutions for Auto-ID and Serialization** – através de tecnologias como o RFID, esta solução permite a identificação dos produtos para que estes possam ser controlados ao longo de toda a cadeia de fornecimento;

A SAP disponibiliza também soluções de mobilidade baseadas na tecnologia **SAP Mobile Infrastructure**, uma infra-estrutura que permite a utilização de soluções de mobilidade através da ligação aos sistemas de gestão centrais ou de forma autónoma. Trata-se de um ambiente independente da plataforma, do sistema operativo e do repositório de dados, baseando-se em standards abertos, incluindo Java, XML e SOAP (*Simple Object Access Protocol*).

A solução de mobilidade da SAP oferece já um conjunto de aplicações móveis empresariais baseadas na tecnologia **SAP Mobile Infrastructure**, nomeadamente:

- **SAP Mobile Sales:** vocacionada para a área comercial, esta aplicação permite efectuar a gestão e acompanhamento das oportunidades de negócio, mesmo quando são realizadas fora da empresa. A aplicação disponibiliza funcionalidades de gestão de encomendas, controlo da conta de cliente, gestão das tarefas e actividades, acesso ao catálogo de produtos e gestão das oportunidades de venda;
- **SAP Mobile Asset Management:** permite efectuar a gestão dos serviços de assistência técnica realizados no exterior da empresa. A aplicação fornece funcionalidades de gestão, tais como: gestão das ordens de trabalho, notificações, medições, acesso a documentação técnica, inventário, contratos de assistência, etc;
- **SAP Mobile Time and Travel:** direccionada para os funcionários que trabalham fora da empresa, esta aplicação permite efectuar o registo do trabalho executado, das viagens realizadas e das despesas associadas;

PHC

A PHC surgiu no ano de 1989, com o objectivo de actuar na área informática em geral. Contudo, nesse mesmo ano iniciou uma dedicação exclusiva ao desenvolvimento de software de gestão que nunca mais abandonou até hoje. Actualmente, com cerca de 118 funcionários e mais de 345 parceiros espalhados por todo o Continente e Ilhas, Espanha, Angola, Moçambique e Cabo Verde, a PHC, com mais de 21 mil empresas a utilizar o seu software, procura manter e continuar a desenvolver o seu software de modo a disponibilizar aos actuais e futuros utilizadores a melhor solução ao preço mais equilibrado.

Para a área da produção, a PHC disponibiliza o **PHC Manufacturer**. Esta solução é uma aplicação informática cliente-servidor, desenvolvida para plataformas de bases de dados *Microsoft SQL Server*. Alguns dos seus pontos fortes são: o interface amigável, a elevada parametrização, as ferramentas de apoio à implementação e uma total integração com as restantes soluções de gestão da PHC. A aplicação engloba todos os tipos de produção (série, contínua, lotes, etc.) excepto produção por projecto.

O **PHC Manufacturer** é constituído por cerca de 18 módulos que abrangem todas as necessidades da área da produção, nomeadamente:

- **Platform:** garante a gestão completa dos seus processos produtivos, desde a geração das "árvores de artigo" até à entrada de produção do produto acabado;
- **MRP:** este módulo auxilia o gestor a determinar quais as suas necessidades (fabrico e compra) para satisfazer os vários cenários de negócio que lhe possam surgir;
- **Planning:** este módulo apresenta a informação de planeamento de uma forma gráfica, permitindo a distribuição de operações pelos vários centros de trabalho;
- **Grelhas:** permite a gestão de stocks utilizando matrizes por exemplo, cor e tamanho, permitindo a definição de rácios de consumos;
- **Lotes:** permite efectuar a rastreabilidade dos produtos através do uso de lotes, quer no controlo das matérias-primas quer nos produtos acabados;
- **Moldes:** permite controlar os tempos e custos de utilização dos moldes, em todo o processo produtivo;

- **Qualidade:** com este módulo podem ser definidos quais os indicadores de qualidade, defeitos e quantidades de amostra a serem registados para cada artigo;
- **Touch:** permite o registo de dados da produção, nomeadamente registo de tempos de operação, paragens ocorridas e quantidades fabricadas;
- **Packing-List:** permite a criação de mapas de expedição e a impressão de etiquetas para colocar nas caixas;
- **Orçamentos:** permite a gestão de orçamentos, permitindo associar artigos/centros de trabalho/funcionários, de forma a simular os requisitos do cliente;
- **Tarefas:** permite a gestão das tarefas diárias no *software PHC Manufactor*, permitindo a integração com o *software Microsoft Outlook*;
- **Multi-Língua:** permite alterar todo o interface do *software PCH Manufactor* para um determinado idioma;
- **Gestão da Manutenção:** permite a definição dos diversos componentes que constituem os seus centros de trabalho e que estão sujeitos a determinados procedimentos de manutenção, que deverão ser incluídos no seu planeamento de produção. A aplicação disponibiliza um monitor de pedidos de manutenção, para que o responsável pela área da manutenção possa analisar e aprovar pedidos de manutenção;
- **Configurador de Produto:** permite a definição de matrizes de características e variantes, e associação a produtos, evitando a criação prévia de gamas operatórias para todas as combinações possíveis;
- **Leilões:** permite a gestão de leilões, controlando as candidaturas dos seus fornecedores e disponibilizando todos os diálogos entre os diversos agentes;
- **Recursos:** permite a indicação de quais os recursos a considerar para cada centro de trabalho, parametrizando a sua capacidade sob factores de tempo ou quantidades processadas;
- **Sharing:** permite uma “gestão de capacidades partilhada”, por vários centros de trabalho que é partilhado por várias empresas;

- **Dashboard:** permite que a informação disponível dentro do software seja disponibilizada ao utilizador de uma forma mais fácil de interpretar e visualmente mais apelativa;

A possibilidade de aceder à informação e controlar o negócio remotamente, em qualquer altura e em qualquer lugar, a partir de um PDA ou similar, transformou-se numa funcionalidade importante de gestão. Com o objectivo de dar resposta a esta necessidade, a PHC criou a solução **PHC Digital**, que permite o acesso à informação via Web, e a solução **PHC Pocket**, composta por 4 módulos:

- **PHC Pocket Encomendas:** é uma aplicação de pré-venda que permite aos vendedores a consulta remota dos dados dos clientes e dos artigos, a introdução de encomendas e a sincronização da informação com o sistema central através de GPRS;
- **PHC Pocket Análises:** é uma aplicação de análise de informação que permite configurar várias informações relativamente ao utilizador, as quais ficam disponíveis no telemóvel ou no PDA;
- **PHC Pocket CRM:** permite ao utilizador aceder à tabela de contactos do módulo CRM, sendo possível consultar, alterar ou introduzir novos contactos;
- **PHC Pocket Suporte:** é uma ferramenta de mobilidade crucial para a assistência pós-venda, fornecendo aos técnicos que andam no terreno, um conjunto de informações importantes para a realização do trabalho;

Primavera

A PRIMAVERA BSS (*Business Software Solutions*) dedica-se ao desenvolvimento e comercialização de soluções de gestão, disponibilizando soluções para as pequenas, médias, grandes organizações e administração pública. Actualmente, está presente em Portugal, Espanha, Brasil, Angola, Moçambique, Cabo Verde e Guiné-Bissau, sendo líder de mercado em muitos destes países. O universo de clientes é composto por cerca de 40 mil empresas que utilizam diariamente às soluções da PRIMAVERA como ferramenta de gestão.

Na área da produção, a PRIMAVERA disponibiliza a solução **PRIMAVERA Industry**. Esta aplicação é uma solução aberta, facilmente adaptável, que permite a evolução do sistema de gestão à medida do crescimento da organização e das necessidades específicas do negócio. A solução permite controlar totalmente todo o ciclo de produção desde a fábrica até ao cliente, garantido o total controlo de processos.

A solução **PRIMAVERA Industry** permite planear e controlar eficazmente os custos e tempos de fabrico, saber diariamente o ponto de situação de cada produto, calcular custos, efectuar o planeamento e gerir de forma integrada os processos de fabrico. Para responder a estas e outras necessidades, a solução **PRIMAVERA Industry** dispõe dos seguintes módulos:

- **Fichas Técnicas:** permite efectuar o registo dos dados principais dos artigos, como por exemplo, as suas características, as possíveis variantes (ex: cores e tamanhos), a gestão de nº de série, a informação técnica e as gamas de operações;
- **Bill of Material:** permite efectuar a gestão das listas de materiais necessárias para a produção de cada produto;
- **Composições com Fórmulas:** permite definir quantidades de componentes com base em fórmulas, tornando-se assim extremamente simples gerar fichas técnicas e produtos novos baseados num standard;
- **Centros de Trabalho:** permite controlar as operações de produção de cada centro produtivo, podendo ser definidos os tempos trabalháveis por centro de trabalho e por dia;
- **Cálculo de Necessidades (MRP e MRP II):** permite efectuar o cálculo das necessidades de produção ou de compra, tendo em conta a disponibilidade de stock prevista na data da necessidade, as responsabilidades assumidas, o plano de produção global da empresa, os níveis de stock em cada armazém, etc;
- **Planeamento Fino da Produção:** permite monitorizar e otimizar o processo produtivo através do acesso a um planeamento gráfico das ordens de produção;
- **Ordens de Fabrico:** permitem gerir toda a informação associada a uma ordem de fabrico, nomeadamente: operações, matérias-primas, produtos intermédios, mão-de-obra, tempos de operação, quantidades, entre outros;

- **Diário de Trabalho:** permite efectuar a recolha de dados de produção, através de terminais de aquisição de dados. Inclui uma interface *touch-screen* para recolha de dados na zona de produção;
- **Paragens:** permite efectuar o registo de paragens com a respectiva classificação dos motivos e dos tipos de paragem, obtendo-se assim um cadastro rigoroso sobre os tempos de paragem;
- **Rastreabilidade:** permite identificar de forma singular uma matéria-prima, um sub-produto, um produto intermédio ou um produto acabado;
- **Extensibilidade:** permite criar novos mecanismos, automatizar processos, adicionar novos campos e tabelas, incorporar lógica específica da empresa, criar mapas e análises, etc;

Na área da mobilidade, a PRIMAVERA disponibiliza a solução **PRIMAVERA Mobile Sales**. Esta aplicação é direccionada para as empresas que actuam na área da pré-venda e auto-venda, fornecendo uma solução integrada de mobilidade que alia a tecnologia dos dispositivos móveis às potencialidades de um software que integra com a área de vendas do ERP PRIMAVERA.

A PRIMAVERA BSS disponibiliza ainda aos seus clientes outras soluções de mobilidade, através de parcerias com outras empresas especialistas na área da mobilidade. Recentemente, foi assinada uma parceria com a empresa Moving2u de forma a integrar as plataformas tecnológicas das duas empresas, dando assim resposta às necessidades dos clientes. A empresa Moving2u na área na mobilidade oferece as seguintes soluções:

- **m2uSales:** esta solução oferece as funcionalidades necessárias à gestão dos processos de pré-venda e auto-venda;
- **m2uInquéritos:** permite efectuar o registo de inquéritos, permitindo assim à força de vendas recolher informação valiosa de forma simples e rápida;
- **m2uInventário:** permite efectuar a gestão das tarefas necessárias à realização de inventário;

2.3.3. ERP's - Área da Produção: Alidata

Em Portugal, a implementação de sistemas de gestão tem registado um grande crescimento. A oferta nacional é diversificada e em algumas áreas está ao nível do que de melhor se desenvolve a nível internacional.

Alidata

A Alidata é uma empresa nacional, fundada há 25 anos, que se dedica ao desenvolvimento de *software* de gestão para diversas áreas de negócio, entre as quais a área da produção. Actualmente, está presente em Portugal, com a sede em Leiria e uma filial em Lisboa, e encontra-se em fase de expansão para os PALOP, quer através da abertura de novas filiais, quer através de parcerias com outras empresas. A empresa actua no mercado através da venda directa, e através da rede de parceiros criada em Portugal e no estrangeiro, fornecendo soluções de gestão para diversos ramos de actividade.

Para a área da produção, a Alidata disponibiliza a solução **Alidata – Gestão da Produção**. Esta solução foi desenvolvida de raiz para a área do controlo de produção, permitindo gerir todo o processo produtivo, através do controlo e acompanhamento dos processos em tempo real. Esta solução destina-se a indústrias que fabricam qualquer tipo de produto final produzido em série.

O software **Alidata – Gestão da Produção** é uma das aplicações que constituem o ERP da Alidata. A aplicação é constituída por diversos módulos que permitem efectuar a gestão de todo o processo produtivo de uma forma simples e eficaz, sendo de destacar as seguintes funcionalidades:

- **Criação e Manutenção de Artigos:** permite definir para cada artigo todos os dados relacionados com a sua produção, desde a sua classificação (composto, componente, matéria-prima e subsidiária, conjuntos de embalagens) até à sequência de operações que o vão transformar;

- **Listas de Material:** permite definir os componentes de cada artigo, sendo a composição feita artigo a artigo, permitindo assim, a inclusão de estruturas já elaboradas na composição de artigos de nível superior;
- **Gestão de Equipamentos:** permite a definição do custo médio do equipamento, a associação do equipamento às operações que executa, os tempos estimados por operação e os operários que habitualmente operam nele;
- **Gestão de Operadores e Turnos:** permite efectuar a gestão dos turnos e analisar a rentabilidade por turno e por operador;
- **Árvore do Artigo:** permite definir a composição do artigo a fabricar, agilizando a produção e os restantes processos envolvidos nesta área;
- **Sequências Operatórias:** permite definir os conjuntos de operações de transformação que cada componente irá sofrer ao longo da produção;
- **Planos de Fabrico:** permite efectuar a gestão da lista dos artigos a produzir, não só artigos finais, mas também componentes ou artigos intermédios;
- **Cálculo de Necessidades - MRP I:** permite gerar as ordens de produção para cada operação de cada componente da estrutura de produtos, e efectuar a reserva do material necessário;
- **Planeamento - MRP II:** permite efectuar o planeamento de todas as ordens de fabrico, bem como a afectação dos recursos necessários a cada ordem de fabrico;
- **Gestão e Rastreio de Lotes:** permite identificar a matéria-prima por lotes ou por controlo do registo de entrada, garantido assim a rastreabilidade de todos os produtos envolvidos no processo de produção;
- **Custos:** permite aceder rapidamente a uma análise de custo dos artigos;
- **Controlo de Qualidade:** permite efectuar toda a gestão do processo de qualidade que envolve a área de produção, registando todas as não conformidades e causas associadas;
- **Encarregado Geral:** este módulo é direccionado para a chefia da produção, permitindo visualizar em tempo real o desempenho dos equipamentos e operadores;
- **Paragens de Produção:** permite efectuar o controlo e registo de todas as paragens de produção;

- **Terminais / Quiosques:** permite efectuar a recolha de informação junto dos operários de produção. Esta recolha é feita a partir de terminais “touch-screen”;
- **Histórico:** permite aceder rapidamente a todo o historial da produção, nomeadamente: histórico de operações (data/hora de início/fim, operário, quantidade, plano de fabrico, etc.), histórico de consumo de matérias-primas e subsidiárias, histórico de paragens, etc;
- **Emissão de Etiquetas:** este processo permite efectuar a controlo e rastreio de todos os produtos envolvidos na produção;
- **Embalagem e Paletização:** permite efectuar o controlo do processo de embalagem e acondicionamento dos artigos, através da emissão de etiquetas com código de barras para identificar a referência, cor, tamanho, características, quantidade e encomenda de cliente;
- **Ligações a periféricos:** permite efectuar a aquisição de dados ao longo da linha de produção através de: leitores de códigos de barras, leitores de cartões magnéticos, células de identificação, células de contagem numérica, etc.
- **Controlo Remoto:** permite efectuar a monitorização do processo de produção via Web, a partir do exterior;

Em termos de soluções de mobilidade, a Alidata disponibiliza um conjunto de aplicações móveis perfeitamente integradas com o software ERP. As soluções móveis permitem agilizar os processos tornando o acesso à informação mais fácil e rápido. Podemos destacar as seguintes aplicações:

- **Alidata Mobile Vendas:** permite automatizar todas as operações do processo de pré venda e auto-venda, com total autonomia e mobilidade dos colaboradores, para aumentar a produtividade da equipa;
- **Alidata Mobile Assistência Técnica:** permite efectuar a gestão das actividades de assistência desenvolvidas no exterior, através do registo dos trabalhos efectuados, do controlo das deslocações efectuadas e do material aplicado;
- **Alidata Mobile Gestão de Armazéns:** permite efectuar operações de entrada e saída em armazém, nomeadamente a recepção de encomendas, o

controlo do stock do armazém (inventário) e a conferência de material para a expedição;

A aposta da Alidata em termos de soluções passa por fornecer aos clientes soluções completas e ajustadas às áreas de negócio onde actua. Da área comercial e financeira, passando pelos recursos humanos e gestão de relacionamento com o cliente até à área da produção, muitas têm sido as soluções desenvolvidas de acordo com as necessidades dos clientes.

Em termos tecnológicos a Alidata tem acompanhado a evolução do mercado, desde as primeiras soluções desenvolvidas em COBOL e DBase até às linguagens usadas actualmente – Delphi, C#, PHP e SQL, os sistemas de gestão desenvolvidos têm respondido às necessidades do mercado. No futuro, a Alidata tem como objectivo continuar a melhorar a oferta em termos de soluções e por isso pretende apostar em sistemas de gestão “web-based”, independentes da arquitectura de base de dados.

No que diz respeito a soluções de mobilidade, a Alidata já disponibiliza algumas soluções, especialmente na área das vendas, na assistência técnica e na gestão de armazéns. No meu ponto de vista, das várias áreas de negócio em que a empresa actua, existem duas áreas chave: o sector da produção e o sector automóvel. Actualmente, estas soluções já fornecem aos clientes ferramentas de gestão que têm um papel importante no dia-a-dia das empresas. Contudo, a inclusão de aplicações móveis nestas duas áreas poderá permitir fazer ainda mais a diferença em sectores importantes como os que referi anteriormente. Se na área automóvel a empresa já disponibiliza uma aplicação móvel para a assistência técnica realizada no exterior, na área da produção não existe nenhuma aplicação capaz de dar resposta a algumas necessidades deste sector, como é o caso da manutenção.

2.3.4. Conclusão

A utilização de sistemas de informação como ferramentas de gestão empresarial tem tido um papel determinante quer na modernização das empresas, quer na evolução dos próprios sistemas de informação.

A área da produção industrial não tem sido excepção, e à semelhança de outros sectores de actividade, a aposta nas novas tecnologias tem permitido ultrapassar alguns problemas do sector, melhorando assim a sua produtividade e o seu desempenho.

O estudo que foi feito teve como objectivo perceber a dinâmica dos sistemas de gestão ERP direccionados para a área da gestão da produção, e ver de que forma é que estes sistemas respondem eficazmente aos problemas deste sector. Em termos de soluções, foi fácil perceber que existe uma grande diversidade de sistemas, quer em termos de oferta internacional, quer em termos de *software* produzido em Portugal. As soluções são abrangentes e fornecem as ferramentas necessárias a um controlo e gestão eficazes.

No que diz respeito à utilização de aplicações móveis na gestão da produção, que é o tema principal desta dissertação, foi possível concluir que neste sector, a utilização de aplicações móveis ainda está longe de fazer parte das soluções oferecidas pelos fabricantes de *software*. As soluções móveis que predominam actualmente nos ERP's são direccionadas sobretudo para três grandes áreas: (i) a área comercial, com soluções direccionadas para as vendas no exterior, (ii) a área da assistência técnica, com soluções para as equipas de assistência ao exterior e para (iii) a área da logística, com soluções para a gestão de stocks e inventário.

Quanto ao tema da manutenção, foi possível concluir que este tema tem tido um lugar reservado nos sistemas de gestão ERP. Os sistemas oferecem, de uma forma geral, funcionalidades vocacionadas para a gestão da manutenção dos equipamentos. No entanto, esta gestão poderia ser optimizada e melhorada caso fossem oferecidas soluções móveis para auxiliar o processo de controlo e gestão de toda a manutenção dos equipamentos, nomeadamente para controlar a manutenção preventiva e correctiva dos equipamentos, para efectuar o registo das anomalias detectadas, agilizando e automatizando assim o processo. Neste sentido, julgo existir espaço e oportunidade para desenvolver uma aplicação móvel para responder a esta necessidade específica, uma vez que esta solução poderá trazer ganhos de produtividade e permitir um melhor controlo deste sector. A importância que a área da manutenção tem no bom desempenho da produção e os custos que poderão resultar de uma deficiente manutenção fazem desta área uma área chave para a produção industrial.

O estudo dos sistemas de gestão ERP foi abrangente, sendo possível concluir que a oferta em termos de mercado é vasta. Das empresas multinacionais, às empresas portuguesas, todas elas têm uma palavra a dizer neste sector, apresentando soluções válidas e competitivas num mercado cada vez mais concorrido. O desenvolvimento de uma solução móvel para a área da manutenção irá com certeza trazer uma mais-valia a este sector, sendo que a sua implementação poderá determinar se de facto a aplicação responde eficazmente às necessidades pretendidas. A escolha do sistema ERP em que irá ser implementada esta solução recaiu sobre o ERP da Alidata. A escolha foi determinada não só por ser a empresa onde estou a trabalhar actualmente, mas também porque desta forma é possível colocar no terreno a solução e determinar se de facto produz o efeito pretendido.

2.4 Soluções de Mobilidade

Numa altura em que os avanços tecnológicos se processam a uma rapidez impressionante, o uso de dispositivos móveis tornou-se num instrumento essencial, quer em termos profissionais, quer em termos pessoais.

Hoje em dia, o acesso à informação em qualquer lugar, ou a qualquer altura começa a ser uma necessidade diária. Em termos empresariais, o poder da informação é um trunfo importante das empresas face às constantes exigências dos mercados. Se há uns tempos atrás, possuir um dispositivo móvel era sinónimo de *status* entre os empresários, hoje em dia, estes dispositivos assumem-se como uma ferramenta essencial de trabalho (Queirós, 2008).

O mercado dos dispositivos móveis tem evoluído bastante ao longo do tempo, quer em termos de *hardware* quer em termos de *software*. Esta evolução tem acontecido muito devido às actuais exigências e necessidades do mercado. O termo PDA (*Personal Digital Assistant*) também foi evoluindo ao longo do tempo. Desde os primeiros dispositivos que serviam basicamente como organizador pessoal até aos dispositivos actuais, a evolução foi nítida.

Actualmente, o mercado dos dispositivos móveis está em grande crescimento, existindo diversas soluções em termos de sistemas operativos e plataformas de desenvolvimento. O mercado de vendas de dispositivos móveis no segundo trimestre de 2009 era liderado pelo sistema operativo *Symbian* da Nokia, com uma quota de cerca de 50%. O segundo lugar do ranking era ocupado pelo *Blackberry* da RIM (*Research in Motion*), com cerca de 21% de mercado. O sistema operativo da Apple, *iPhone OS* aparecia em terceiro lugar com cerca de 14%. Os restantes 15% de quota de mercado eram divididos pelo *Windows Mobile* com 9%, pelo *Google Android* com cerca de 3%, e os restantes 3% por outros sistemas operativos (Palm/Linux).

De seguida, serão analisadas as soluções existentes no mercado em termos de programação para dispositivos móveis, tendo em conta a portabilidade da aplicação, o rápido desenvolvimento da solução e outras questões relacionadas com a integração da aplicação em sistemas de gestão ERP.

2.4.1. Programação para Dispositivos Móveis

Em termos de desenvolvimento para dispositivos móveis, existem diversos cenários, dependendo do tipo de aplicação que se pretende desenvolver. Quando pensamos numa aplicação para ser executada num dispositivo móvel, é preciso definir se a aplicação residirá integralmente no dispositivo, ou se a aplicação irá ficar residente num servidor, sendo apenas executada através do *browser* do dispositivo.

Actualmente, para o desenvolvimento de aplicações empresariais para dispositivos móveis existem duas plataformas com maior implantação: a plataforma **J2ME** (*Java 2 Platform Micro Edition*) da Sun, há muito tempo estabelecida como plataforma de desenvolvimento para este tipo de dispositivos, e desde 2002, a **.NET Compact Framework** da Microsoft, para os dispositivos móveis com sistemas operativos baseados em sistemas *Windows*. Apesar de existirem outras plataformas em crescimento, como o **Android** ou o **iPhone**, dadas as características abrangentes deste trabalho, vamo-nos centrar apenas nas primeiras duas plataformas.

2.4.2. A Plataforma .NET

A plataforma .NET tem como principal objectivo tornar mais fácil e consistente o desenvolvimento de aplicações, de forma responder aos mais recentes desafios, tais como o desenvolvimento de software universal com grande capacidade de portabilidade e de conectividade. O objectivo é que tudo o que sejam aplicações *Windows*, aplicações ou serviços web sejam desenvolvidos por um grupo comum de ferramentas e códigos, para que se possam integrar facilmente uns com os outros (Queirós, 2008).

O objectivo principal da plataforma .NET é simplificar o desenvolvimento de aplicações através de um conjunto de tecnologias, nomeadamente: framework .NET, servidores .NET, serviços .NET, sistemas operativos e ferramentas de desenvolvimento (Ex: Visual Studio 2008).

A framework .NET é um componente de software totalmente gratuito, adicionado ou embebido no sistema operativo *Windows* que reúne todo um conjunto de linguagens, bibliotecas e serviços, com o objectivo de simplificar o desenvolvimento de aplicações. Todo o código desenvolvido em .NET pode ser executado em qualquer dispositivo ou plataforma que disponha da framework.

Em termos de evolução, a Microsoft tem lançado regularmente versões novas que acompanham o surgimento de novos produtos da empresa. Desde a primeira versão lançada em 2002 até a versão actual lançada em 2007, muitas têm sido as funcionalidades incluídas. A versão compacta da framework (CF) fornece aos programadores todas as ferramentas necessárias para o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis.

2.4.3. A Plataforma J2ME

A plataforma J2ME fornece um ambiente robusto e flexível para aplicações a serem executadas em dispositivos móveis e outros dispositivos embebidos, como: telemóveis, PDA's (*Personal Digital Assistants*), TV set-top-boxes e impressoras. A plataforma inclui

interfaces flexíveis com o utilizador, segurança robusta, protocolos de rede pré-construídos e suporte para aplicações em rede e *off-line*.

A plataforma J2ME teve diversos avanços ao longo dos últimos anos: o lançamento do Java Toolkit 1.0 for CDC (*Connect Device Configuration*) em Dezembro de 2006 e o lançamento da versão final do Java Wireless Toolkit 2.5.2 for CLDC (*Connected Limited Device Configuration*) em Outubro de 2007, trouxeram melhorias em relação à versão 2.5.1. Em 2009, a Sun anunciou o Java ME Platform SDK 3.0, que corresponde a um conjunto de ferramentas para desenvolvimento de aplicações móveis, integrando as tecnologias CLDC, CDC e Blu-Ray Disc Java (BD-J) num único SDK, substituindo o Java Wireless Toolkit 2.5.2 e o Java Toolkit 1.0 for CDC.

2.4.4. Comparação

A escolha da plataforma de desenvolvimento é uma fase importante na definição da arquitectura da aplicação. Para isso, irão ser analisadas as características de cada plataforma para perceber as vantagens e desvantagens de cada uma delas.

Suporte para Multi-Plataforma

A plataforma .NET CF só pode ser executada em dispositivos baseados em sistemas operativos *Windows Mobile*. No entanto, graças ao CLR (*Common Language Runtime*), a plataforma pode ser executada em mais de 200 dispositivos que suportam *Windows CE* e *Pocket PC*. Existem também alguns projectos, como o caso do Portable .NET e do Mono que permitem, ainda que de forma limitada, a execução das aplicações em sistemas baseados em UNIX.

No entanto, existem um grande número de dispositivos que não são baseados em sistemas *Windows*, especialmente telemóveis. É exactamente neste tipo de dispositivos que o J2ME faz toda a diferença, porque todas estas plataformas tem suporte para Java, incluindo a plataforma *Windows*. Desta forma, a aplicação pode ser desenvolvida sem ter que haver preocupação com a plataforma onde vai ser executada.

Um benefício da plataforma .NET ao qual se tem dado muita relevância, é o facto de a plataforma suportar várias linguagens de programação, nomeadamente C# e VB .NET. Este facto faz com que a .NET CF possa chegar a uma grande variedade de programadores e consequentemente possa existir uma maior reutilização de bibliotecas existentes.

Suporte para Bases de Dados

As duas plataformas fornecem suporte para bases de dados embebidas nos próprios dispositivos, com todas as capacidades para trabalharem *off-line*, de forma totalmente autónoma.

A plataforma .NET fornece suporte para um largo conjunto de bases de dados, através da tecnologia ADO.NET (*ActiveX Data Objects*), incluindo o *Microsoft SQL Server Compact Edition*. Esta base de dados passou a vir instalada no sistema operativo, a partir do *Windows Mobile 6*. Por seu lado, a plataforma J2ME, fornece acesso a bases de dados através da tecnologia JDBC (*Java Database Connectivity*).

As bases de dados fornecidas por ambas as plataformas são suficientes para a execução de aplicações empresariais nos dispositivos móveis, no entanto, é necessário sincronizar e consolidar essa informação com as bases de dados centrais dos sistemas ERP. A plataforma .NET, a partir da versão 3.5 fornece uma *framework* com capacidade de sincronizar dados de diferentes bases de dados, usando a tecnologia ADO.NET. Quanto à plataforma J2ME, actualmente não são disponibilizados serviços na própria *framework* para realizar o processo de sincronização, no entanto, existem ferramentas proprietárias das várias bases de dados que disponibilizam este tipo de serviço. Na tabela seguinte, são apresentadas algumas soluções de bases de dados para as duas plataformas.

Base de Dados	.NET	J2ME	Sincronização
Microsoft SQL Server CE	ADO.NET		Sync Services
Sybase iAnywhere Solutions	ADO.NET	JDBC	MobiLink
IBM DB2 Everywhere	ODBC	JDBC	IBM Sync
Oracle9i Lite	ODBC	JDBC	Oracle Enterprise

Tabela 1 - Bases de dados para dispositivos móveis

Suporte para *Web Services*

A utilização da tecnologia SOAP (*Simple Object Access Protocol*) para efectuar integração de dados entre diferentes aplicações está a ser usada cada vez menos. Desta forma, a utilização de *Web Services* é crucial para integração de dados ao nível empresarial.

Do lado da plataforma .NET, a utilização de *web services* há muito tempo que é suportada e incentivada, especialmente na integração com dispositivos móveis. A .NET Compact Framework também suporta SOAP (versão 1.2), fornecendo um conjunto de funcionalidades para efectuar as tarefas mais comuns de comunicação.

A plataforma J2ME só recentemente procedeu à normalização do cliente SOAP através da J2ME Web Services API (JWSA). A utilização de *web services* é especificada e implementada através de J2ME Web Services.

Ferramentas de Desenvolvimento

Um factor decisivo na escolha de uma plataforma de desenvolvimento para dispositivos móveis é sem dúvida, o conhecimento e domínio das ferramentas de desenvolvimento. A utilização das mesmas ferramentas ou linguagens que são usadas no desenvolvimento de aplicações *desktop*, reduz significativamente o tempo de aprendizagem, aumentando assim a produtividade. A utilização das mesmas ferramentas para os dois tipos de projectos: *desktop* e *mobile*, tem também vantagens em termos de custos de licenciamento do software, no caso da utilização de ferramentas que não são gratuitas.

Em termos de transição, tipicamente os programadores de aplicações *desktop* que já utilizam e dominam a plataforma .NET, quer usando C# ou VB, mais facilmente conseguem utilizar a Compact Framework. Para a plataforma J2ME, os programadores que já utilizam a plataforma J2SE irão ter mais facilidade de transição, uma vez que já estão familiarizados com as principais API's. No entanto, poderá ser necessário algum tempo de aprendizagem em termos da parte gráfica, GUI (*Graphical User Interface*), da plataforma J2ME.

	J2ME	.NET CF
Foundation	Java	C#, VB.NET, Basic4ppc
Curva de Aprendizagem	Média	Excelente
Debuggers	Excelente	Excelente
Emuladores	Emulador grátis, Sun Java Wireless Toolkit, mpowerplayer	Emulador grátis, também incluído no IDE
IDE's	Eclipse, LMA, NetBeans Mobility Pack	Visual Studio 2008, 2005, 2003, Basic4ppc IDE
Cross-Platform	Média	Windows Mobile, Windows CE e dispositivos Symbian (através de ferramentas proprietárias)
Instalação e distribuição	Jad / Jar; PRC / Palm OS	Ficheiros OTA e CAB, ActiveSync
Custo das Ferramentas de Desenvolvimento	Grátis	Uma grande parte das ferramentas são grátis, no entanto, a versão comercial do Visual Studio é necessária

Tabela 2 - Comparação entre as plataformas J2ME e .NET CF

A escolha de uma plataforma de desenvolvimento para a criação de aplicações empresariais para dispositivos móveis depende muitas das necessidades do negócio e das necessidades de desenvolvimento. Ambas as plataformas analisadas anteriormente são excelentes para o desenvolvimento de aplicações móveis, possuindo ambas pontos fortes e fracos.

Quando falamos de portabilidade nos diversos tipos de dispositivos móveis, a plataforma J2ME supera a plataforma .NET, quer ao nível da plataforma propriamente dita, quer ao nível do suporte de bases de dados móveis. Em termos de mercado, também existe uma ampla oferta de *add-ons* e desenvolvimento.

Contudo, o desenvolvimento e distribuição de aplicações na plataforma J2ME, pode tornar-se uma tarefa algo complexa. Por seu lado, a plataforma .NET CF é simples e garante a redução dos custos de desenvolvimento e um mínimo de curva de aprendizagem

para os programadores. Em termos de funcionalidades, tem uma integração perfeita com as restantes soluções da Microsoft. É de longe a melhor escolha para o desenvolvimento de aplicações que se destinam somente a ambientes Windows.

2.4.5. Conclusão

A escolha de uma plataforma para o desenvolvimento de aplicações móveis empresariais, como é o caso da aplicação que se pretende desenvolver, é uma decisão que depende de vários factores, como por exemplo: da linguagem que se pretende utilizar, uma vez que é sempre mais fácil usar uma linguagem que se conhece e que se domina; das ferramentas de desenvolvimento existentes, uma vez que a mudança de linguagem poderá significar mais custos para a aquisição dessas ferramentas; e dos sistemas operativos onde a aplicação irá ser executada.

2.5 Conclusão

A utilização de sistema de gestão ERP na área da produção industrial é um factor determinante no controlo eficaz da actividade das empresas. A evolução dos sistemas de gestão e das tecnologias móveis tem possibilitado às empresas que desenvolvem software, apresentarem soluções de gestão cada vez mais completas e eficazes.

Da análise que foi feita em termos de sistemas de gestão ERP direccionados para a produção, foi possível concluir que existe uma ampla oferta de soluções. Em termos de soluções de mobilidade para a área da produção, a oferta já é mais reduzida, sendo possível criar aplicações que acrescentem valor aos sistemas de gestão ERP existentes.

A área da manutenção, pela importância que representa no sector produtivo, é uma área crítica, que poderá beneficiar das tecnologias móveis, agilizando assim processos que de outra forma seriam mais complexos e morosos.

Desta forma, o desenvolvimento de uma aplicação móvel para a área da manutenção, integrada com um sistema de gestão ERP, neste caso, o ERP escolhido foi o ERP da Alidata, irá com certeza permitir um melhor desempenho deste sector.

3. Metodologia

A utilização de sistemas de gestão ERP na área da produção, como vimos no capítulo anterior, é um factor determinante no controlo eficaz das actividades produtivas. A manutenção industrial é um ponto cada vez mais importante no controlo e na gestão dos equipamentos, uma vez que os custos associados aos tempos de imobilização são normalmente superiores aos custos necessários para efectuar a manutenção normal.

3.1 Introdução à Manutenção

Actualmente, as empresas de produção já se encontram mais sensibilizadas para a questão da manutenção. A ideia de que “a manutenção é um mal necessário” está definitivamente afastada, e é cada vez mais consensual que da eficiência e eficácia da manutenção depende o sucesso de toda a empresa.

O sucesso para a implementação de um sistema de manutenção depende da realização de um conjunto de boas práticas relacionadas com a manutenção, como por exemplo: acesso aos dados históricos dos equipamentos, identificação de equipamentos críticos, acesso a informação técnica de cada equipamento, acompanhamento a intervalos curtos, etc. (Cuignet, 2006).

Em termos de sistemas de manutenção, as intervenções a serem executadas nos equipamentos podem ser classificadas em três tipos diferentes: (1) manutenção preventiva: quando a operação deve ser executada tendo em conta uma determinada periodicidade; (2) manutenção correctiva: quando a operação deve ser executada imediatamente, normalmente após uma paragem forçada do equipamento; e (3) manutenção preditiva: quando a operação deve ser realizada o mais rápido possível, devido á observação de um conjunto de parâmetros de monitorização do equipamento.

A gestão de toda esta informação fica mais facilitada se existir um suporte em termos informáticos, nomeadamente no sistema de gestão ERP, que permita controlar toda esta

diversidade de informação e tornar a tarefa da manutenção mais simples, especialmente quando falamos de manutenção preditiva, em que é necessário diariamente observar e registar parâmetros de desgaste ou degradação dos equipamentos.

3.2 Descrição da Aplicação

A solução a desenvolver tem como objectivo fornecer apoio e suporte ao sector da manutenção nas tarefas de controlo, registo e monitorização da manutenção dos equipamentos num ambiente de produção industrial.

O principal objectivo da aplicação é fornecer ao utilizador o acesso à informação necessária para a gestão da manutenção industrial, através de dispositivos móveis. Desta forma, pretende-se que a aplicação possa residir num dispositivo móvel, do tipo PDA (*Personal Digital Assistant*), e que forneça ao utilizador um conjunto de funcionalidades que o auxiliem no processo de monitorização da manutenção.

A aplicação deverá também permitir o acesso à informação em qualquer localização da área da fábrica ou unidade de negócio, com a possibilidade de trabalhar *on-line* com o sistema de gestão ERP, caso exista cobertura de *Wi-Fi*, e com a possibilidade de trabalhar *off-line* e posterior sincronização de dados com o sistema ERP.

A aplicação deverá fornecer ao utilizador um conjunto de funcionalidades capazes de auxiliar no processo de gestão da manutenção, nomeadamente:

- Consultar informação do cadastro de cada equipamento;
- Consultar os estados de cada equipamento ou linha de produção;
- Consultar os planos de manutenção preventiva dos equipamentos;
- Registar as anomalias detectadas em cada equipamento;
- Consultar o histórico de intervenções realizadas em cada equipamento;
- Registar as mudanças de estado dos equipamentos que compõem as linhas de produção (paragens, condicionamentos, avarias, etc.);
- Efectuar os pedidos ou ordens de reparação para os equipamentos;

- Registrar tempos de mão-de-obra das intervenções efectuadas;
- Efectuar pedidos de material, ao armazém de peças, para as intervenções a realizar;
- Analisar os custos associados a cada intervenção;
- Efectuar os relatórios de ocorrência para cada intervenção;
- Sincronizar a informação para o sistema de gestão ERP quando está a trabalhar em modo *off-line*;

3.3 Enquadramento da Aplicação

O ERP da Alidata é constituído por um conjunto de módulos direccionados para as diversas áreas que compõem normalmente uma empresa. Da área comercial à área da gestão da produção, passando pela área financeira e contabilística, muitos são os sectores abrangidos pelo software da Alidata.



Figura 3 - Alidata ERP

Na figura anterior, estão representados os módulos principais que constituem o ERP da Alidata. O módulo de Gestão Comercial é o módulo responsável pelas áreas da facturação, tesouraria, aprovisionamento e pela área financeira. Este módulo é direccionado para qualquer empresa, independentemente do sector de actividade.

O módulo de Ponto de Venda, é um módulo que funciona com *front-office*, ao módulo de Gestão Comercial, disponibilizando as funcionalidades essenciais para funcionar como posto de venda, normalmente em modo *touch-screen*.

Para a área da construção, o ERP da Alidata disponibiliza o módulo de Gestão de Obras, que é o responsável pela gestão das obras, orçamentos, serviços, equipamentos, mão-de-obra e de todas as operações que são realizadas no âmbito da realização de uma obra de construção.

O módulo de CRM é o módulo responsável pela gestão das equipas comerciais, nomeadamente das oportunidades de negócio existentes e das visitas efectuadas aos clientes, e pela gestão da informação vital relacionada com cada cliente.

Para a área da Gestão dos Activos, a solução da Alidata apresenta um módulo responsável pela gestão da vida útil de todos os bens da empresa, quer em termos contabilísticos, quer em termos financeiros.

Os recursos humanos, pela importância que representam em qualquer empresa, são também objecto de gestão pelo ERP da Alidata, através do módulo de Gestão de Recursos Humanos. Este módulo é responsável pela gestão individual de cada recurso humano, quer em termos de formação, quer em termos de carreira.

O sector da produção industrial, como já vimos anteriormente, é um sector para o qual o ERP da Alidata disponibiliza um módulo específico – Gestão da Produção, capaz de responder às necessidades específicas deste sector.



Figura 4 - Alidata ERP: Gestão da Produção

O módulo de Gestão da Produção, além das funcionalidades já descritas anteriormente, é ainda constituído por um conjunto de módulos mais pequenos que o complementam, nomeadamente:

- **Supervisão da Produção:** este é um módulo que permite supervisionar e monitorizar toda a fábrica, a partir de uma planta da fábrica. Este módulo permite definir variáveis a controlar em cada ponto/equipamento da fábrica, tais como “temperatura”, “pressão”, “contador de peças feitas”, etc., e a partir destas variáveis definir acções ou sequências de acções;
- **Gestão de Cargas e Expedição:** permite gerir a saída da mercadoria mediante a elaboração de listas de carga, fazendo toda a gestão da mercadoria no que respeita a pesos e volumes adequados ao meio de expedição;
- **Encarregado Geral:** este módulo é direccionado para a chefia da produção, permitindo visualizar em tempo real o desempenho dos equipamentos e operadores;
- **Terminais de Produção:** este módulo permite a recolha de informação na unidade fabril, sendo de vital importância para todo o processo. Toda a interface com o utilizador é feita através de monitores *touch-screen*;

A aplicação proposta neste trabalho tem como objectivo principal responder às necessidades específicas na área da manutenção industrial. Desta forma, a aplicação poderá complementar a solução do ERP da Alidata, na área da Gestão da Produção, fornecendo assim mais funcionalidades a um sector vital na área industrial (Figura 5).



Figura 5 - Alidata ERP: Gestão da Produção (Manutenção)

3.4 Arquitectura da Aplicação

A aplicação que irá ser desenvolvida é uma aplicação móvel, com o objectivo de ser executada a partir de um dispositivo do tipo PDA.

O sistema operativo do dispositivo móvel será baseado na **plataforma Windows**, nomeadamente **Windows Mobile 6** ou superior. A aplicação irá ter um repositório local para guardar a informação, através de uma base de dados. Uma vez que o sistema operativo **Windows Mobile 6** ou superior já incorpora uma base de dados, o **Microsoft SQL Server Compact Edition**, será esta a base de dados utilizada pela aplicação.

Uma vez que a aplicação irá ter dois modos de funcionamento, **on-line** e **off-line**, e irá comunicar com a base de dados do sistema de gestão ERP, a informação irá ser sincronizada para a base de dados do ERP através de um **Web Service**, que irá funcionar como camada intermédia entre a aplicação do PDA e o sistema de gestão ERP.

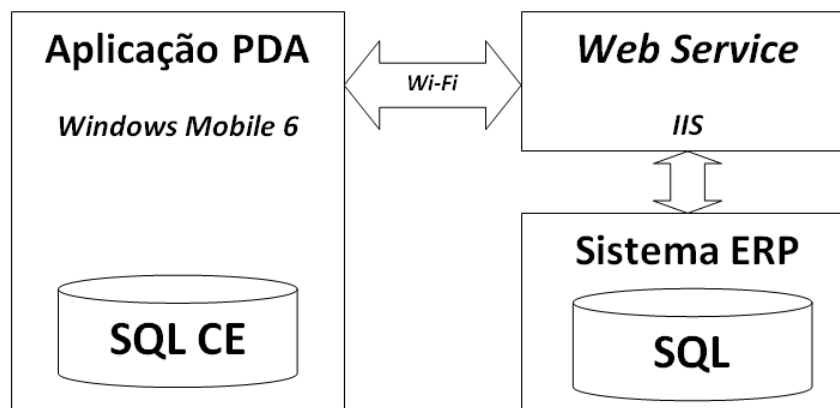


Figura 6 - Arquitectura da Aplicação

3.5 Metodologia de Desenvolvimento

O desenvolvimento de software não é um processo fácil, e o desenvolvimento de software de qualidade é um processo ainda mais complicado. O resultado final, em muitos casos, ultrapassa os custos e prazos previstos.

Desta forma têm surgido ao longo das últimas décadas várias metodologias de desenvolvimento de software com o objectivo de otimizar o processo de desenho e concepção do produto. O software desenvolvido deve ter algumas características, tais como: flexibilidade, fiabilidade, desempenho e necessidades adequadas aos requisitos das empresas e facilidade de utilização.

A evolução das metodologias de desenvolvimento de software, juntamente com a evolução dos paradigmas da engenharia de software, nomeadamente a orientação por objectos, originou o aparecimento de várias metodologias, algumas delas baseadas na linguagem UML para efectuar a modelação dos processos, como por exemplo as metodologias ICONIX, RUP e XP (Silva & Videira, 2001).

A metodologia de desenvolvimento escolhida para o projecto foi a metodologia ICONIX, devido tanto à familiarização com a metodologia, como por ser uma metodologia prática situada entre a complexidade e a abrangência do RUP (*Rational Unified Process*) e a simplicidade e o pragmatismo do XP (*Extreme Programming*).

A metodologia ICONIX é uma metodologia de desenvolvimento de software que engloba as seguintes tarefas principais: análise de requisitos, análise e desenho preliminar, desenho e implementação e testes.

3.6 Especificação de Requisitos

Os requisitos de um sistema têm como objectivo descrever as características do mesmo para que este possa satisfazer as necessidades da aplicação. Ao proceder ao levantamento e especificação de requisitos, passa a ser possível enumerar todas as características do sistema que é pretendido desenvolver.

Os requisitos levantados na tabela seguinte pertencem a três grupos distintos:

- **Funcionais (F)** – descrevem características do sistema do ponto de vista dos actores;

- **Não Funcionais (NF)** – descrevem restrições do sistema com impacto no seu projecto;

#	Descrição do Requisito	Tipo
1	A aplicação deve residir e ser executada num dispositivo móvel PDA (baseado em arquitectura Windows);	NF
2	A aplicação deve permitir dois modos de funcionamento: <i>on-line</i> (<i>Wi-Fi</i>) e <i>off-line</i> (com sincronização de dados através de <i>Wi-Fi</i> ou ligação por cabo);	NF
3	O <u>utilizador</u> deve-se autenticar para executar a aplicação;	F
4	O utilizador deve poder consultar e actualizar a informação da ficha de <u>equipamento</u> ;	F
5	O utilizador pode consultar o equipamento através de vários atributos, nomeadamente: nº série, nº de equipamento, descrição, linha de produção, etc;	F
6	O utilizador deve poder consultar os equipamentos que fazem parte de uma determinada <u>linha de produção</u> e o estado de cada equipamento;	F
7	O utilizador deve poder consultar os <u>planos de manutenção preventiva</u> por linha de produção e individualmente por equipamento;	F
8	O utilizador deve poder consultar as <u>anomalias</u> detectadas em cada equipamento ou linha de produção e ver o estado de cada anomalia;	F
9	O utilizador de poder consultar o <u>histórico</u> de intervenções realizados por equipamento ou linha de produção, com acesso ao <u>material</u> utilizado e <u>mão-de-obra</u> ;	F
10	O utilizador deve poder inserir avisos de anomalias por equipamento ou por linha de produção, com classificação da <u>gravidade</u> das anomalias;	F

#	Descrição do Requisito	Tipo
11	O utilizador deve poder inserir informação dos estados dos equipamentos: paragens, avarias, condicionamentos, etc;	F
12	O utilizador deve poder inserir pedidos de reparação por equipamento, identificando o respectivo equipamento e as operações a realizar;	F
13	O utilizador deve poder consultar os pedidos de reparação pendentes e fazer a sua gestão, nomeadamente a modificação dos pedidos;	F
14	O utilizador deve poder inserir ordens de reparação por equipamento, identificando o respectivo equipamento e as operações a realizar;	F
15	O utilizador deve poder consultar as ordens de reparação pendentes e fazer a sua gestão, nomeadamente a modificação das ordens;	F
16	O utilizador deve poder consultar todos os elementos de uma ordem de reparação, nomeadamente mão-de-obra, material e pedidos de material;	F
17	O utilizador deve poder consultar e registar os tempos de mão-de-obra dos operários que realizaram as ordens de reparação;	F
18	O utilizador deve poder consultar o material aplicado pelos operários nas ordens de reparação e efectuar pedidos de material para a reparação;	F
19	O utilizador deve poder inserir relatórios das ordens de reparação realizadas nos equipamentos;	F
20	O utilizador deve poder consultar, alterar ou eliminar os relatórios das ordens de reparação realizadas nos equipamentos;	F
21	As intervenções inseridas num pedido de reparação ou numa ordem de reparação devem ser classificadas por grupo de intervenção (Ex: preventivas, correctivas, etc.);	F

Tabela 3 – Lista de Requisitos

3.7 ICONIX: Análise de Requisitos

A primeira fase do processo de desenvolvimento, segundo a metodologia ICONIX, corresponde à análise de requisitos. Nesta fase, são realizadas as seguintes tarefas:

- Identificação dos objectos do mundo real e das relações entre eles, com o desenho do correspondente diagrama de classes de alto nível;
 - Uma prática normalmente utilizada para a identificação das classes, consiste na identificação dos nomes e substantivos, que correspondem a candidatos a classes. Na tabela 3, foram sublinhados os nomes e substantivos candidatos a classes.
- Desenvolvimento do protótipo da aplicação, nomeadamente do interface com o utilizador, incluindo diagramas de navegação, para que os utilizadores consigam perceber melhor o sistema;
- Identificar os casos de utilização envolvidos no sistema, através do desenho dos diagramas de caso de uso, com os respectivos actores;

3.7.1. Modelo do Domínio

A elaboração do modelo do domínio é realizada através da identificação dos principais tipos de objectos (chaves de abstracção) que constituem o sistema, e da definição dos relacionamentos entre eles. A informação resultante desta análise é organizada através do desenho do digrama de classes de alto nível.

A. Chaves de abstracção identificadas

A representação das classes e dos relacionamentos foi feita através da elaboração de um diagrama de classes de alto nível, apresentado de seguida na Figura 7.

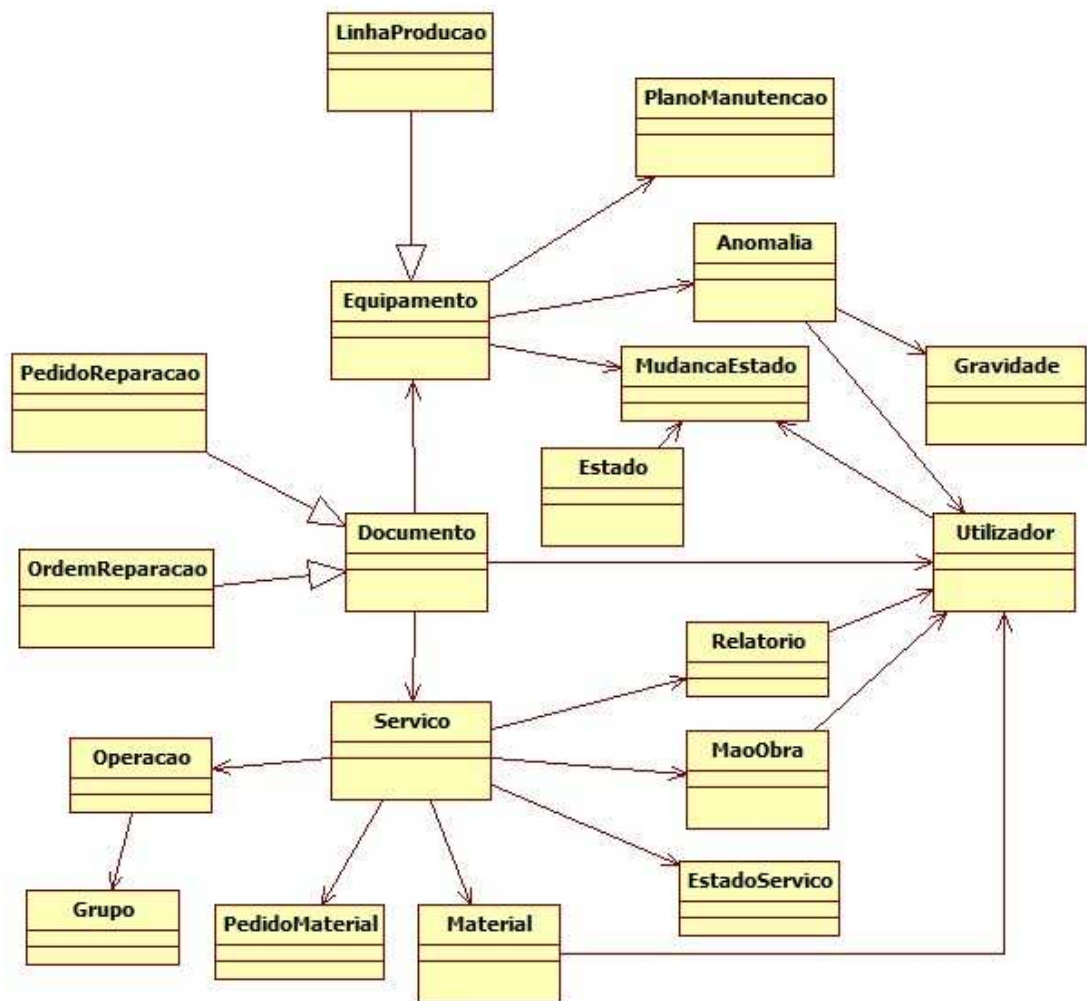


Figura 7 - Diagrama de Classes de Alto Nível

B. Relacionamentos

Os relacionamentos identificados são apenas de dois tipos: relações de herança e relações de associação. As **relações de herança** representam a existência de uma especialização de uma determinada classe em uma ou mais sub-classes. Este tipo de relações esquematiza uma relação no mundo real do tipo “é um”, como por exemplo, um “PedidoReparacao” é um “Documento”.

As **relações de associação** representam uma dependência entre duas classes e são válidas sempre que no domínio em causa sejam independentes do factor tempo, como por exemplo, uma “LinhaProducao” tem “Equipamento”.

C. Descrição sucinta de cada chave de abstracção

De seguida, é feita uma breve descrição das chaves de abstracção identificadas no diagrama de classes (Figura 7):

- **Equipamento:** representa um equipamento de uma linha de produção;
- **LinhaProducao:** é uma especificação de um equipamento, ou seja, um conjunto de equipamentos;
- **Estado:** representa os estados associados a cada equipamento (Ex: operacional, avariada, condicionada, manutenção e parada);
- **MudancaEstado:** representa os vários estados que cada equipamento tem ao longo do tempo;
- **PlanoManutencao:** representa o plano de manutenção programada para cada equipamento (Ex: revisão geral de 500 em 500 horas);
- **Anomalia:** representa a lista de anomalias detectadas para cada equipamento (Ex: Fuga de óleo);
- **Gravidade:** representa a lista de tipos de gravidade das anomalias (Ex: normal, grave, urgente);
- **Documento:** representa um documento, constituídos por um conjunto de serviços (Ex: pedido de reparação ou ordem de reparação);
- **PedidoReparacao:** é uma especificação de um tipo de documento, que representa um pedido de reparação;
- **OrdemReparacao:** é uma especificação de um tipo de documento, que representa uma ordem de reparação;
- **Servico:** representa uma instância de uma operação ou serviço pedido num documento (Ex: revisão das 500 horas);
- **Operacao:** representa uma operação genérica a incluir num determinado documento (Ex: mudar correias);
- **Grupo:** representa uma classificação de uma determinada operação (Ex: preventivas, correctivas, etc.);
- **Relatorio:** representa um relatório da operação ou serviço executado num determinado documento;

- **Material:** representa um artigo ou peça aplicado na realização de uma operação ou serviço;
- **PedidoMaterial:** representa um artigo ou peça pedido para a realização de uma operação ou serviço;
- **MaoObra:** representa a mão-de-obra aplicada na realização de uma operação ou serviço;
- **Utilizador:** representa um utilizador ou operador do sistema;

3.7.2. Protótipo Gráfico

De forma a auxiliar o processo de análise da aplicação a desenvolver, foi criado um protótipo gráfico com o objectivo de mostrar as principais funcionalidades contempladas pelo sistema.

A. Autenticação

Neste processo o utilizador efectua a autenticação no sistema, através da indicação do nome de utilizador e da *password*.



Figura 8 - Protótipo: Autenticação

B. Menu Principal

Através deste ecrã, o utilizador tem acesso à lista de todos os equipamentos, bem com às principais funcionalidades do sistema.

O utilizador tem também acesso à informação do estado de cada equipamento (operacional, parada, manutenção, condicionada e avariada).



Figura 9 - Protótipo: Menu Principal

C. Pesquisa de Equipamentos

A partir deste ecrã, o utilizador tem a possibilidade de efectuar a pesquisa de equipamentos, através de vários critérios (nº de série, nº de equipamento, descrição, linha de produção, modelo e estado).



Figura 10 - Protótipo: Pesquisa de Equipamentos

D. Ficha de Equipamento

A partir desta opção, o utilizador tem acesso à ficha do equipamento seleccionado, com possibilidade de consultar e actualizar os dados do equipamento.

Nº Série:	0001	
Nº Equip.:	0001	
Descrição:	Máquina 1	
Marca:	Injecção	
Gama:	Plásticos	
Versão:	Flexível	
Modelo:	X-10	
Horas:	750	0
Linha:		

Dados Gerais Outros Dados

Guardar Fechar

Figura 11 - Protótipo: Ficha de Equipamento

E. Mudar Estado

O utilizador consegue, através deste ecrã, registar as mudanças de estado de um equipamento ou de uma linha de produção (Ex: operacional, avariada, condicionada, manutenção e parada).

Data: 5 / 9 / 10

Estado: Avariada

Observ.: Falha de corrente

Aplicar a todos

Guardar Fechar

Figura 12 - Protótipo: Mudar Estado

F. Plano de Manutenção

É possível ao utilizador, a partir deste ecrã, consultar o plano de manutenção preventiva associado a cada equipamento ou linha de produção.

Este plano descreve as operações a efectuar no equipamento ou linha de produção, e indica a data prevista para a realização da operação, ou as horas de trabalho previstas em que o equipamento deve realizar a operação.



Figura 13 - Protótipo: Plano de Manutenção

G. Anomalias – Consultar Anomalias

Esta opção permite ao utilizador consultar as anomalias registadas em cada linha de produção ou equipamento.

Para cada anomalia é possível consultar a data em que foi detectada a anomalia, a descrição e observações do problema detectado, a gravidade da anomalia e o operador que detectou o problema.



Figura 14 - Protótipo: Consultar Anomalias

H. Anomalias – Nova Anomalia

Esta opção permite ao utilizador efectuar o registo das anomalias detectadas numa linha de produção ou num equipamento.

Nesta opção, é registada a data da ocorrência da anomalia, a descrição e observações da anomalia e a gravidade do problema encontrado.



Figura 15 - Protótipo: Nova Anomalia

I. Histórico

Através deste ecrã, o utilizador tem acesso ao histórico de todos os serviços realizados no equipamento. Para cada serviço, existe informação da mão-de-obra utilizada, do material aplicado e das observações registadas no referido serviço.



Figura 16 - Protótipo: Histórico

J. Pedidos/Ordens de Reparação – Consulta de Documentos

Este ecrã permitirá ao utilizador consultar os documentos criados na aplicação, quer sejam pedidos de reparação ou ordens de reparação. Esta opção permite ainda ao utilizador efectuar a criação de um novo documento, ou a consulta de um documento já criado.



Figura 17 – Protótipo: Consulta de Documentos

K. Pedidos/Ordens de Reparação – Novo Documento

A partir deste ecrã, o utilizador tem a possibilidade de criar um novo documento (pedido ou ordem de reparação). Nesta opção, o utilizador tem a possibilidade de indicar os dados do equipamento que vai ser alvo de intervenção, e ao mesmo tempo registar as operações de manutenção que irão ser feitas no equipamento.

Na criação de um novo documento, a aplicação irá permitir a importação de dados, quer a partir das anomalias registadas, quer a partir do plano de manutenção do equipamento.



Figura 18 – Protótipo: Novo Documento

L. Ordens de Reparação – Registo de Mão-de-obra

Esta opção irá permitir ao utilizador registar o tempo de mão-de-obra gasto na realização de uma determinada operação. Para isso, o utilizador poderá indicar a operação realizada, o operador que realizou a operação, a data e hora de entrada e a data e hora de saída.

Protótipo de Registo de Mão-de-Obra. O formulário contém os seguintes campos:

- Serviço: Maq. não recupera
- Operador: R. Batista
- Entrada: 23-11-2010 09:00
- Saída: 23-11-2010 12:30
- Tempo: 3,5
- Observ.: (campo de texto vazio)

Botões: Guardar, Fechar

Figura 19 - Protótipo: Registo de Mão-de-Obra

M. Ordens de Reparação – Consulta de Mão-de-Obra / Material

É possível ao utilizador, a partir deste ecrã, consultar todo o material e mão-de-obra registada num determinado documento, nomeadamente na ordem de reparação.

No caso da mão-de-obra, é possível consultar toda a informação relacionada com a operação efectuada, nomeadamente o operário, a data e hora de entrada, a data e hora de saída, o total de tempo e o custo associado.

No caso do material, é possível consultar a informação relacionado com as peças usadas numa determinada operação, nomeadamente o operário, a data, a identificação da peça, a quantidade e o custo.

Protótipo de Consulta de Mão-de-Obra / Material. O formulário contém os seguintes campos:

- Serra Nº2
- S/Nº: 176052
- Nº: BR/4
- Data: 11/23/10
- Provisório:
- Horas: 1500
- 0

	Descrição	Nome	Entrada
▶	Maq. não recupera	R. Batista	23-11-20

Botões: Adicionar, Fechar

Figura 20 - Protótipo: Consulta de Mão-de-Obra / Material

N. Ordens de Reparação – Pedido de Material

A partir deste ecrã, o utilizador irá ter a possibilidade de efectuar o pedido de material para a realização de uma determinada operação, contida num documento, nomeadamente numa ordem de reparação. Desta forma, o utilizador poderá especificar a descrição e a quantidade da peça pretendida, bem como a data de entrega.



Figura 21 - Protótipo: Pedido de Material

O. Ordens de Reparação – Análise da Ordem de Reparação

Este ecrã permite ao utilizador ter um panorama geral do estado de uma ordem de reparação, dando um resumo do total de material e de mão-de-obra gasto.

Esta opção permite ainda ao utilizador consultar o estado das diversas operações que fazem parte de uma ordem de reparação.



Figura 22 - Protótipo: Análise da Ordem de Reparação

P. Ordens de Reparação – Novo Relatório

Este ecrã permite ao utilizador a criação de um relatório relacionado com uma determinada operação.

Este relatório irá conter informação relacionada com a operação executada, com o operador que realizou a operação e irá conter uma breve descrição do problema existente e da forma como foi solucionada a anomalia.



Figura 23 - Protótipo: Novo Relatório

Q. Sincronização de Dados

Esta opção irá permitir ao utilizador, e à aplicação móvel, efectuar a troca de informação com o sistema ERP.

Desta forma, a aplicação irá proceder ao envio da informação introduzida ou alteração pela aplicação para o ERP, e irá obter informação nova do ERP para a base de dados residente no dispositivo móvel.



Figura 24 - Protótipo: Sincronização de Dados

3.7.3. Modelo de Casos de uso

A utilização de cenários de utilização, ou casos de uso, para explicar o funcionamento de um sistema é um método muito utilizado no desenvolvimento de uma aplicação. Um caso de uso é normalmente constituído pelos seguintes elementos: actores, casos de uso e relacionamentos.

A. Identificação dos actores

Da análise que foi efectuada tendo em conta os requisitos do sistema, resultou apenas a identificação de um único actor:

- Utilizador: representa um utilizador normal do sistema;

B. Casos de Uso

Como vimos anteriormente, a utilização de um caso de uso permite explicar o funcionamento de uma determinada funcionalidade ou comportamento do sistema. Desta forma, pode dizer-se que existe uma relação de dependência entre um caso de uso “A” e um caso de uso “B”, sempre que a execução do caso de uso “A” depender da execução do caso de uso “B”.

Os relacionamentos entre casos de uso podem ser classificados em dois tipos:

- **Include** - utilizado quando um pedaço de comportamento se repete em mais do que um caso de uso;
- **Extend** - utilizado quando um caso de uso estende o comportamento de outro;

Os relacionamentos usados que podem causar mais confusão são os relacionamentos de *include*. Este tipo de relacionamentos significa que a execução de um caso de uso inclui também a execução de outro caso de uso.



Figura 25 - Relacionamento do tipo «include»

Na figura anterior, o caso de uso “Actualizar dados”, além da realização do próprio caso de uso, incluiu também a execução do caso de uso “Seleccionar equipamento”. Este último caso de uso, por ser um caso de uso que se repete mais do que uma vez, foi isolado e incluído noutros casos de uso, como por exemplo, o caso de uso “Consultar histórico”.

A figura seguinte, por sua vez, ilustra os relacionamentos do tipo *extend*. Este tipo de relação é usado quando um caso de uso acrescenta mais funcionalidades a outro caso de uso. Por exemplo, quando o utilizador realiza o caso de uso “Seleccionar ordem”, pode também executar outros casos de uso, como por exemplo: “Consultar mão-de-obra”, “Consultar material” e “Pedir material”.

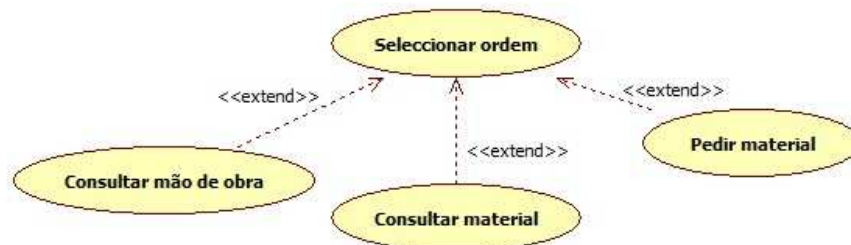


Figura 26 - Relacionamento do tipo «extend»

A partir da análise de requisitos e do protótipo inicial, foi desenhado o diagrama global de casos de uso do sistema (Figura 27). Este diagrama permite identificar todas as funcionalidades que o sistema irá contemplar, bem como mostrar as relações existentes entre os casos de uso. As próximas etapas da metodologia ICONIX irão permitir aperfeiçoar o actual diagrama de casos de uso, até chegar à versão que representará o sistema final.

Nesta fase foi elaborado para cada caso de uso um tabela com a identificação do caso de uso, nome e número dos requisitos que são satisfeitos no caso de uso.

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
4	Consultar equipamento	4
Descrição		
O utilizador consulta os dados da ficha de equipamento		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
O utilizador deve ter um equipamento seleccionado no “Menu Principal”		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Dados da Ficha” no “Menu de Contexto”; • O sistema mostra ao utilizador os dados na “Ficha de Equipamento”; 		

Tabela 4 - Descrição do Caso de Uso "Consultar Equipamento"

A Tabela 4 ilustra o trabalho que foi feito para cada caso de uso. O Anexo II deste trabalho contém a descrição verbal de cada um dos casos de uso que constituem o diagrama global de casos de uso (Figura 27).

Para o caso de uso ilustrado na tabela anterior, foi feita a numeração do caso de uso (4) e foram identificados os requisitos que estão incluídos no caso de uso (4). De seguida, foi feita uma breve descrição do caso de uso, com identificação dos actores, das pré-condições (condições iniciais do caso de uso), do caminho normal esperado para este caso de uso e dos possíveis caminhos alternativos que poderão ocorrer na execução deste caso de uso.

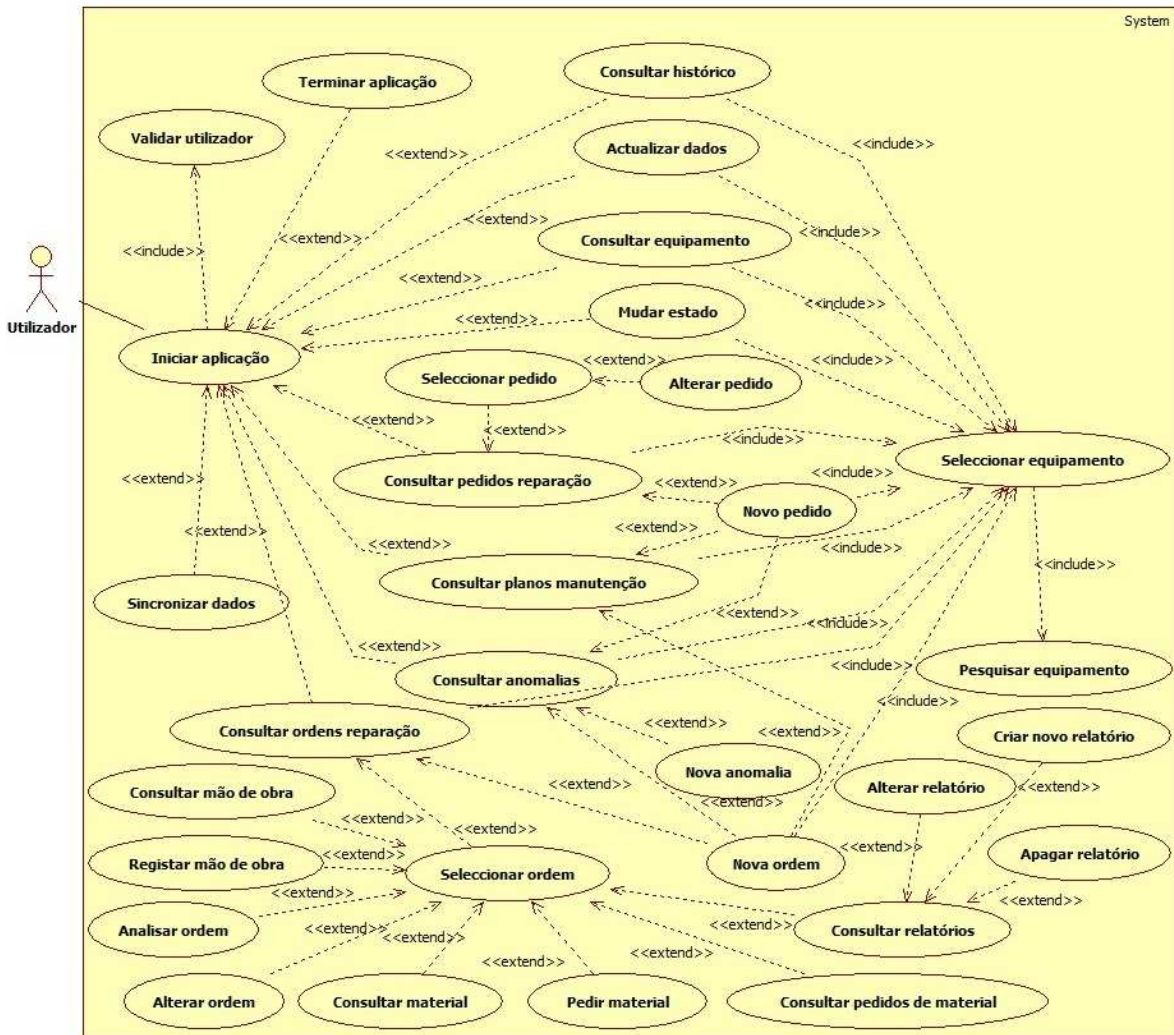


Figura 27 - Diagrama Global de Casos de Uso

C. Mapeamento entre requisitos e casos de uso

De forma a conferir o levantamento de requisitos efectuados com os casos de uso identificados, foi criada uma tabela de mapeamento entre os requisitos e casos de uso.

# Caso de Uso	Descrição do Caso de Uso	# Requisito
1	Iniciar aplicação	1
2	Validar utilizador	3
3	Terminar aplicação	1
4	Consultar equipamento	6

5	Pesquisar equipamento	5
6	Seleccionar equipamento	5
7	Actualizar dados	4
8	Consultar planos manutenção	7
9	Consultar anomalias	8
10	Consultar histórico	9
11	Nova anomalia	10
12	Mudar estado	11
13	Novo pedido	12, 21
14	Consultar pedidos reparação	13
15	Seleccionar pedido	13
16	Alterar pedido	13
17	Nova ordem	14, 21
18	Consultar ordens reparação	15
19	Seleccionar ordem	15
20	Alterar ordem	15
21	Analisar ordem	16
22	Consultar mão-de-obra	17
23	Consultar material	18
24	Pedir material	18
25	Consultar relatórios	20
26	Criar novo relatório	19
27	Alterar relatório	20
28	Sincronizar dados	2
29	Registar mão-de-obra	17
30	Consultar pedidos de material	16
31	Apagar relatório	20

Tabela 5 - Mapeamento entre requisitos e casos de uso

3.8 ICONIX: Análise e Desenho Preliminar

A análise de robustez tem como objectivo a interligação da fase de análise com a fase de desenho. Desta forma, a descrição de cada caso de uso é analisada e os objectos que participam na realização do caso de uso são identificados, segundo a classificação:

- **Objectos Fronteira** – são os objectos utilizados pelos actores para comunicação com o sistema;
- **Objectos Entidade** – são os objectos do modelo de domínio;
- **Objectos Controlo** – são os objectos utilizados para ligar os objectos-fronteira aos objectos entidade. Na prática representam a regra de negócio;

3.8.1. Diagramas de Robustez

A construção dos diagramas de robustez é baseada nos casos de uso identificados no modelo de casos de uso. Assim, construiu-se um diagrama de robustez por cada caso de uso identificado (Anexo III), para ajudar a verificar a consistência dos casos e uso e identificar eventuais novos objectos.

A Figura 28 ilustra o diagrama de robustez construído a partir do caso de uso “Consulta de Equipamento”.

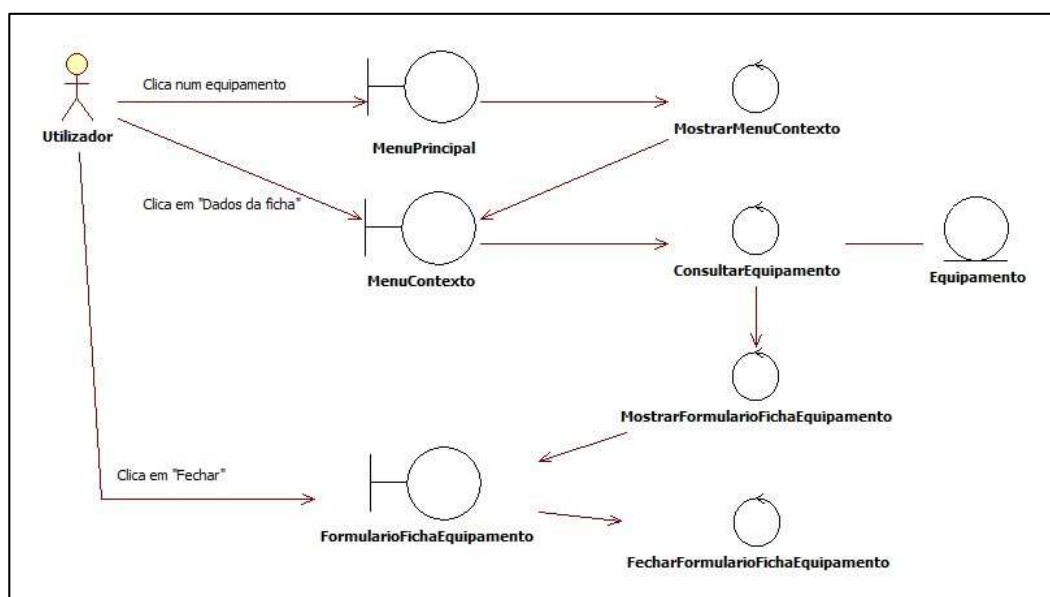


Figura 28 - Diagrama de Robustez "Consulta de Equipamento"

No diagrama de robustez ilustrado na figura anterior, foram identificados três objectos fronteira, que são os objectos utilizados pelo utilizador para comunicar com o sistema:

- **MenuPrincipal:** este objecto representa o “Menu Principal” da aplicação que o utilizador pode utilizar para seleccionar um equipamento;
- **MenuContexto:** representa o “Menu de Contexto” associado à lista de equipamentos, que irá disponibilizar ao utilizador as diversas opções disponíveis na aplicação;
- **FormularioFichaEquipamento:** este objecto representa o formulário utilizado pela aplicação para mostrar os dados do equipamento ao utilizador;

De seguida, foi definida a sequência de passos que irão acontecer na execução do caso de uso. Neste caso de uso, o utilizador começa por clicar num equipamento no “Menu Principal”. De seguida, o sistema mostra o “Menu de Contexto” ao utilizador com as várias opções disponíveis. Depois de o utilizador clicar em “Dados da Ficha” no “Menu de Contexto”, o sistema consulta os dados do equipamento seleccionado na base de dados e mostra o “Formulário da Ficha de Equipamento” com os dados do equipamento. Finalmente, o utilizador consulta os dados do equipamento e clica em “Fechar” no “Formulário da Ficha de Equipamento”. O sistema concluiu o caso de uso fechando o “Formulário da Ficha de Equipamento”.

3.9 ICONIX: Desenho

A etapa correspondente ao desenho tem como objectivo atribuir comportamento aos casos de uso. Desta forma, pretende-se identificar as mensagens trocadas entre os objectos e os métodos associados a cada mensagem.

Para isso, é necessário desenhar os diagramas de sequência e actualizar o diagrama de classes à medida que se descobrem novos atributos ou métodos. Nesta secção são apresentados os diagramas de sequência construídos para a aplicação.

3.9.1. Diagramas de Sequência

Os diagramas de sequência representam uma interacção entre os objectos que constituem um caso de uso, segundo uma dimensão temporal - duas dimensões. Assim, enquanto a dimensão horizontal representa os objectos intervenientes, a dimensão vertical representa o tempo. O objectivo deste tipo de diagrama é definir o comportamento de cada objecto no respectivo caso de uso.

A Figura 29 ilustra o diagrama de sequência construído a partir do caso de uso “Consulta de Equipamento”.

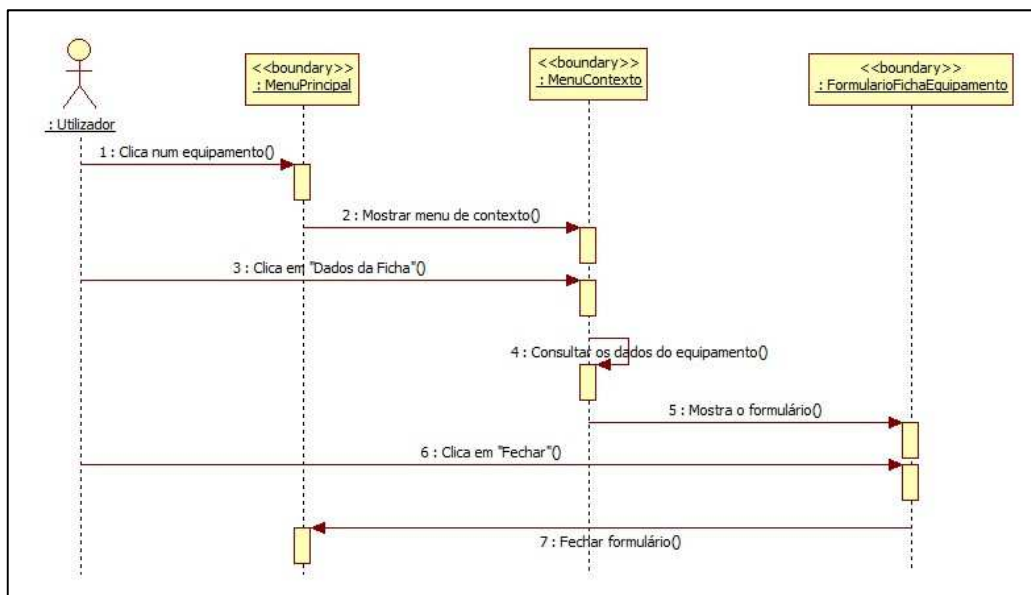


Figura 29 – Diagrama de Sequência "Consulta de Equipamento"

No diagrama de sequência ilustrado na figura anterior estão representados os vários objectos que constituem o caso de uso, nomeadamente: o utilizador e os objectos fronteira “MenuPrincipal”, “MenuContexto” e “FormularioFichaEquipamento”. Este tipo de diagrama apresenta as interacções entre os vários objectos do caso de uso, numa perspectiva temporal, permitindo assim detectar algumas inconsistências nos casos de uso, como por exemplo, o aparecimento de novos objectos fronteira.

3.9.2. Modelo de Domínio Final

A realização das etapas anteriores, nomeadamente a construção de diagramas de robustez e diagramas de sequência, permitiu actualizar o modelo de domínio de alto nível, do qual foi extraído o seguinte de diagrama de classes.

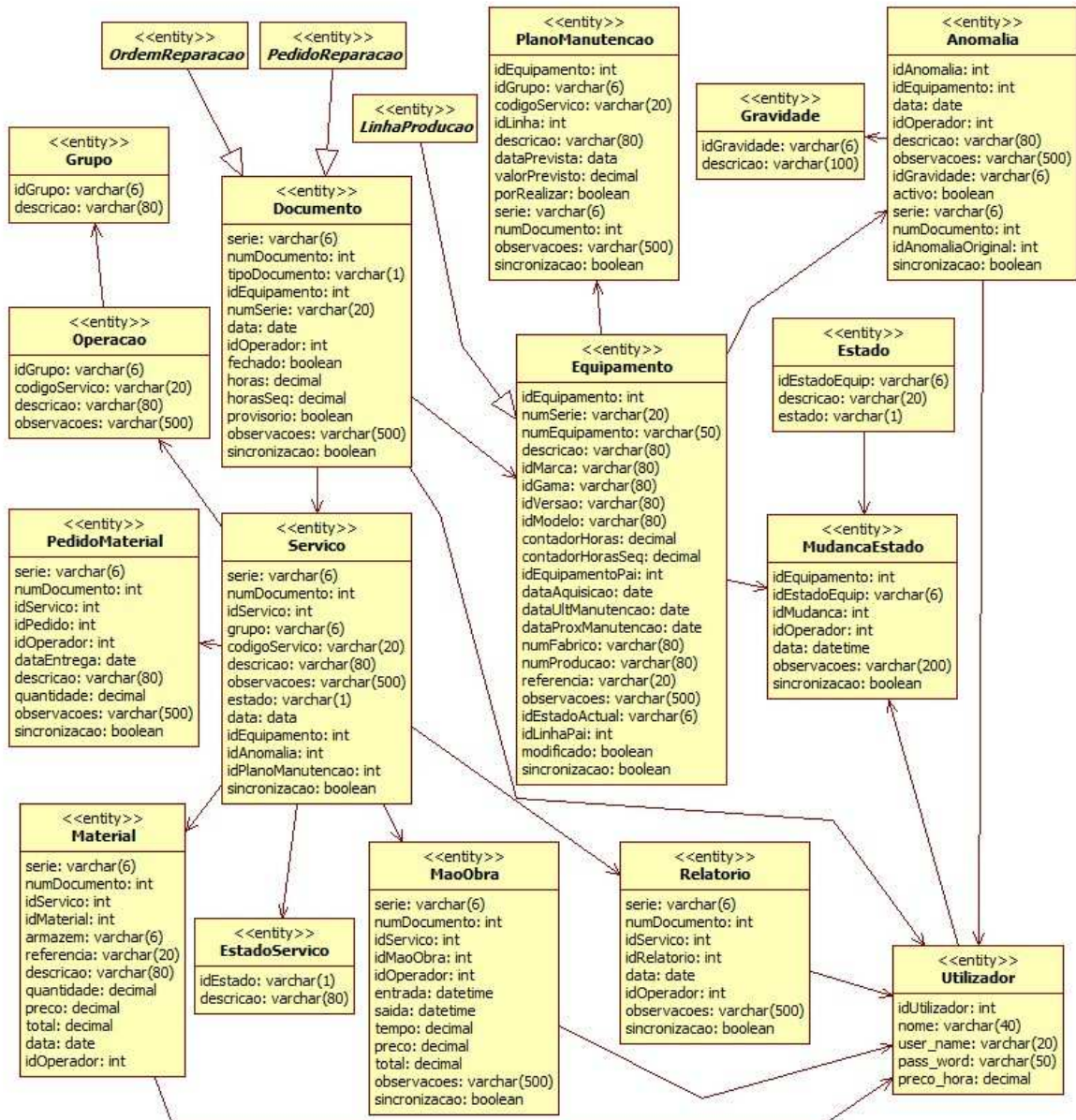


Figura 30 - Diagrama de Classes

O diagrama de classes ilustrado na figura anterior representa todas as entidades que fazem do sistema. Para cada entidade, foram definidos os atributos necessários para representar a informação de cada classe. As tabelas seguintes reúnem a descrição dos atributos de cada classe.

A. Grupo

Atributo	Descrição	Exemplo
idGrupo	Código do grupo	“P”
descricao	Descrição do grupo	“Manutenção Preventiva”

Tabela 6 - Descrição de atributos: Grupo

B. Operacao

Atributo	Descrição	Exemplo
idGrupo	Código do grupo	“P”
codigoServico	Código da operação	“P001”
descricao	Descrição da operação	“Revisão Geral”
observacoes	Observações	“Limpar unidade de frio”

Tabela 7 - Descrição de atributos: Operacao

C. Equipamento

Atributo	Descrição	Exemplo
idEquipamento	ID do equipamento	15
numSerie	Nº de série	“E001”
numEquipamento	Nº interno	“PLAS001”
descricao	Descrição do equipamento	“Máquina de injeção”
idMarca	Descrição da marca	“Injeção”
idGama	Descrição da gama	“Plásticos”
idVersao	Descrição da versão	“Flexível”
idModelo	Descrição do modelo	“X-10”
contadorHoras	Contador de Horas	0

contadorHorasSeq	Contador de Horas Total	0
idEquipamentoPai	ID do Equipamento pai	1
dataAquisição	Data de aquisição	“01-01-2000”
dataUltManutencao	Data da última manutenção	“30-06-2010”
dataProxManutencao	Data da próxima manutenção	“30-12-2010”
numFabrico	Nº de Fabrico do fabricante	“X10-0001”
numProdução	Nº de Produção do fabricante	“ABC-0001”
referencia	Referência de aquisição	“M001”
observacoes	Observações do equipamento	“”
idEstadoActual	Estado actual do equipamento	“O” (Operacional)
idLinhaPai	Nº da linha de produção	1
modificado	Dados modificados	False
sincronizacao	Dados sincronizados	False

Tabela 8 - Descrição de atributos: Equipamento

D. PlanoManutencao

Atributo	Descrição	Exemplo
idEquipamento	ID do equipamento	15
idGrupo	Código do grupo da operação	“P”
codigoServico	Código da operação	“P001”
idLinha	Nº da Linha	1
descricao	Descrição da operação	“Revisão Geral”
dataPrevista	Data prevista para realização	30-12-2010
valorPrevisto	Nº horas previstas para realização	750
porRealizar	Por Realizar	True
serie	Série do documento	
numDocumento	Nº do documento	
observacoes	Observações da operação	“Limpar unidade de frio”
sincronizacao	Dados sincronizados	False

Tabela 9 - Descrição de atributos: PlanoManutencao

E. Gravidade

Atributo	Descrição	Exemplo
idGravidade	Código do tipo de gravidade	1
descricao	Descrição do tipo de gravidade	“Urgente”

Tabela 10 - Descrição de atributos: Gravidade

F. Anomalia

Atributo	Descrição	Exemplo
idAnomalia	Código da anomalia	1
idEquipamento	ÍD do equipamento	15
data	Data de registo da anomalia	“15-07-2010”
idOperador	Nº do operador	1
descricao	Descrição da anomalia	“Fuga de óleo”
observacoes	Observações da anomalia	“Tubo roto”
idGravidade	Gravidade da anomalia	“1” (Urgente)
activo	Activo	True
serie	Série do documento	
numDocumento	Nº do documento	
idAnomaliaOriginal	Nº da anomalia original	1
sincronizacao	Dados sincronizados	False

Tabela 11 - Descrição de atributos: Anomalia

G. Estado

Atributo	Descrição	Exemplo
idEstadoEquip	Código do estado	“1”
descricao	Descrição do estado	“Operacional”
estado	Tipo de estado	“O”

Tabela 12 - Descrição de atributos: Estado

H. MudancaEstado

Atributo	Descrição	Exemplo
idEquipamento	ID do equipamento	15
idEstadoEquip	Código do estado	“2” (Parada)
idMudanca	Nº da Mudança	1
idOperador	Nº do operador	1
data	Data/Hora da mudança de estado	“12-07-2010 08:55:32”
observacoes	Observações	“Sem trabalho”
sincronizacao	Dados sincronizados	False

Tabela 13 - Descrição de atributos: MudancaEstado

I. Documento

Atributo	Descrição	Exemplo
serie	Série do documento	“A”
numDocumento	Nº do documento	1
tipoDocumento	Tipo de documento	“OR” (Ordem de Reparação)
idEquipamento	ID do equipamento	15
numSerie	Nº de série do equipamento	“E001”
data	Data do documento	“03-08-2010”
idOperador	Nº do operador	1
fechado	Documento fechado	False
horas	Horas do equipamento	625
horasSeq	Horas totais do equipamento	625
provisorio	Provisório	False
observacoes	Observações do documento	
sincronizacao	Dados sincronizados	False

Tabela 14 - Descrição de atributos: Documento

J. Servico

Atributo	Descrição	Exemplo
serie	Série do documento	“A”

numDocumento	Nº do documento	1
idServico	Nº de serviço	1
grupo	Grupo da operação	“P”
codigoServico	Código da operação	“P001”
descricao	Descrição da operação	“Revisão Geral”
observacoes	Observações da operação	“Limpar unidade de frio”
estado	Estado da operação	“A” (Aberto)
data	Data da operação	“03-08-2010”
idEquipamento	ID do equipamento	15
idAnomalia	ID da anomalia	
idPlanoManutencao	ID do plano de manutenção	
sincronizacao	Dados sincronizados	False

Tabela 15 - Descrição de atributos: Servico

K. EstadoServico

Atributo	Descrição	Exemplo
idEstado	Código do estado	“A”
descricao	Descrição do estado	“Aberto”

Tabela 16 - Descrição de atributos: EstadoServico

L. Relatorio

Atributo	Descrição	Exemplo
serie	Série do documento	“A”
numDocumento	Nº do documento	1
idServico	Nº de serviço	1
idRelatorio	Nº do relatório	1
data	Data do relatório	“03-08-2010”
idOperador	Nº do operador	1
observacoes	Observações do relatório	“Limpu-se a unidade de frio”
sincronizacao	Dados sincronizados	False

Tabela 17 - Descrição de atributos: Relatorio

M. PedidoMaterial

Atributo	Descrição	Exemplo
serie	Série do documento	“A”
numDocumento	Nº do documento	1
idServico	Nº de serviço	1
idPedido	Nº do pedido	1
idOperador	Nº do operador	1
dataEntrega	Data de entrega do pedido	“04-08-2010”
descricao	Descrição da peça pedida	“Filtro de óleo”
quantidade	Quantidade pretendida	1
observacoes	Observações do pedido	“Filtro original”
sincronizacao	Dados sincronizados	False

Tabela 18 - Descrição de atributos

N. Material

Atributo	Descrição	Exemplo
serie	Série do documento	“A”
numDocumento	Nº do documento	1
idServico	Nº de serviço	1
idMaterial	Nº do material	1
armazem	Armazém da peça	“01”
referencia	Referência da peça	“1F0743”
descricao	Descrição da peça	“Filtro de óleo”
quantidade	Quantidade aplicada	1
preco	Preço unitário	25,45
total	Total de material	25,45
data	Data de fornecimento	“04-08-2010”
idOperador	Nº do operador	1

Tabela 19 - Descrição de atributos: Material

O. MaoObra

Atributo	Descrição	Exemplo
serie	Série do documento	“A”
numDocumento	Nº do documento	1
idServico	Nº de serviço	1
idMaoObra	Nº da mão-de-obra	1
idOperador	Nº do operador	1
entrada	Data / Hora de entrada	“04-08-2010 09:00”
saida	Data / Hora de saída	“04-08-2010 12:30”
tempo	Tempo de trabalho	1,5
preco	Preço/Hora	10,00
total	Total	15,00
observacoes	Observações	“Mudar filtro de óleo”
sincronizacao	Dados sincronizados	False

Tabela 20 - Descrição de atributos: MaoObra

P. Utilizador

Atributo	Descrição	Exemplo
idUtilizador	Nº de utilizador	1
nome	Nome do utilizador	“P. Santos”
user_name	<i>Username</i> do utilizador	“SANTOS”
pass_word	<i>Password</i> do utilizador	“*****”
preco_hora	Preço/Horas	10,00

Tabela 21 - Descrição de atributos: Utilizador

3.10 ICONIX: Implementação e Testes

A última etapa da metodologia ICONIX corresponde à fase de implementação e testes. Na fase de implementação procedeu-se à escrita do código fonte a partir da análise efectuada nas etapas anteriores, nomeadamente a partir do diagrama de classes, uma vez

que este reflecte o resultado dos diagramas de robustez e sequência, elaborados a partir dos casos de uso. Ao longo da fase de implementação foram também realizados testes unitários, que incidiram sobre cada unidade (caso de uso) do sistema.

3.10.1. Ferramentas de Desenvolvimento

No processo de desenvolvimento da aplicação foram utilizadas um conjunto de ferramentas que funcionaram como suporte à realização das tarefas de modelação e implementação da aplicação.

Na fase de modelação do sistema foi utilizada a ferramenta **StarUML**. Esta ferramenta foi utilizada durante toda a fase de análise, e permitiu elaborar os diversos diagramas necessários à especificação dos requisitos iniciais, e de cada etapa da metodologia ICONIX. A escolha recaiu nesta ferramenta não só por ser um software livre, mas também por ser uma ferramenta já familiar na especificação de sistemas através de linguagem UML.

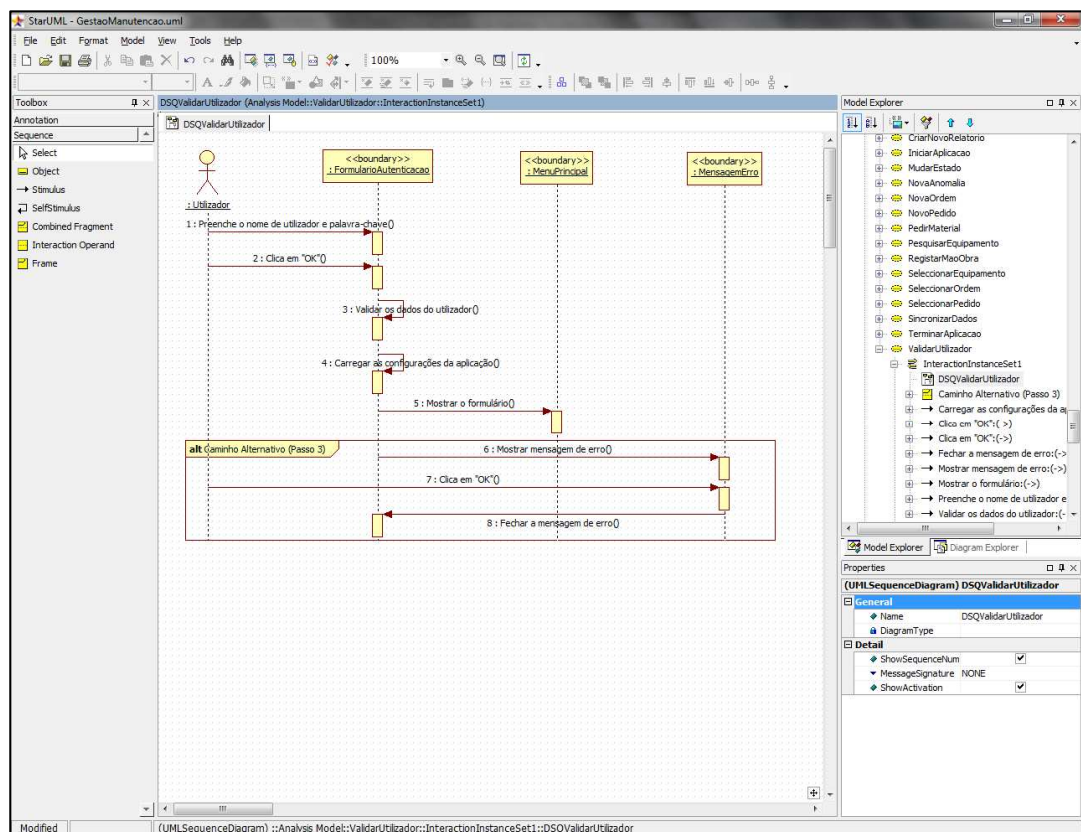


Figura 31 - StarUML

A fase de implementação da aplicação, a última etapa da metodologia ICONIX, foi realizada através da ferramenta **Microsoft Visual Studio 2008**, usando a linguagem C#. A escolha, como vimos anteriormente deve-se à familiarização que já existe com esta ferramenta e com a linguagem de programação.

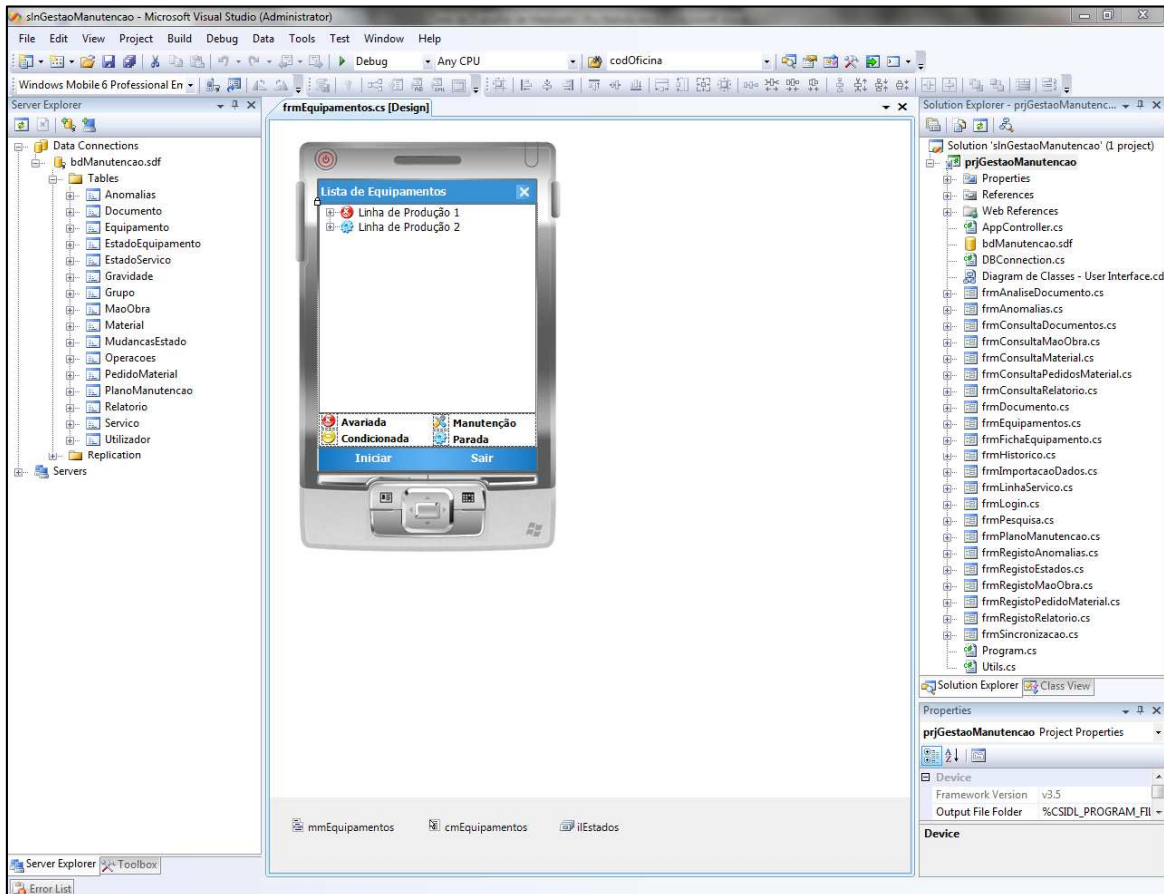


Figura 32 - Microsoft Visual Studio 2008

A implementação da aplicação foi feita usando a **.NET Compact Framework** e quanto à base de dados utilizada, a escolha incidiu sobre o **Microsoft SQL Server Compact Edition**, uma vez que este motor de base de dados já faz parte da instalação do sistema operativo **Windows Mobile 6**.

A escolha das ferramentas de desenvolvimento permitem definir os requisitos mínimos necessários para executar a aplicação. Desta forma, foi elaborado o seguinte conjunto de requisitos para executar a aplicação:

- **Sistema Operativo:** Windows Mobile 6;

- Framework .NET 3.5;
- Microsoft SQL Server Compact Edition 3.5;

3.10.2. Implementação da Aplicação

A implementação do sistema obrigou à codificação de duas aplicações distintas: (1) a aplicação a ser executada no dispositivo móvel e (2) a implementação do *webservice* responsável pela sincronização dos dados entre a aplicação e o sistema de gestão ERP da Alidata.

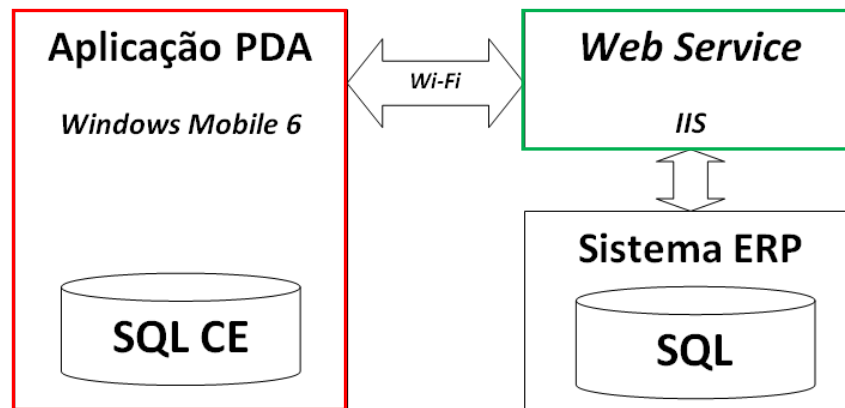


Figura 33 – Aplicação PDA e WebService

A. Aplicação PDA

A primeira fase da implementação correspondeu ao desenvolvimento da aplicação a ser executada no PDA, e foi efectuada em diversas etapas, tendo como base a etapa inicial elaborada na primeira fase da metodologia ICONIX – o **protótipo**.

Assim, partindo do protótipo e do diagrama de classes final, foi elaborado o esquema de navegabilidade da aplicação, do qual resultou o diagrama de navegabilidade.

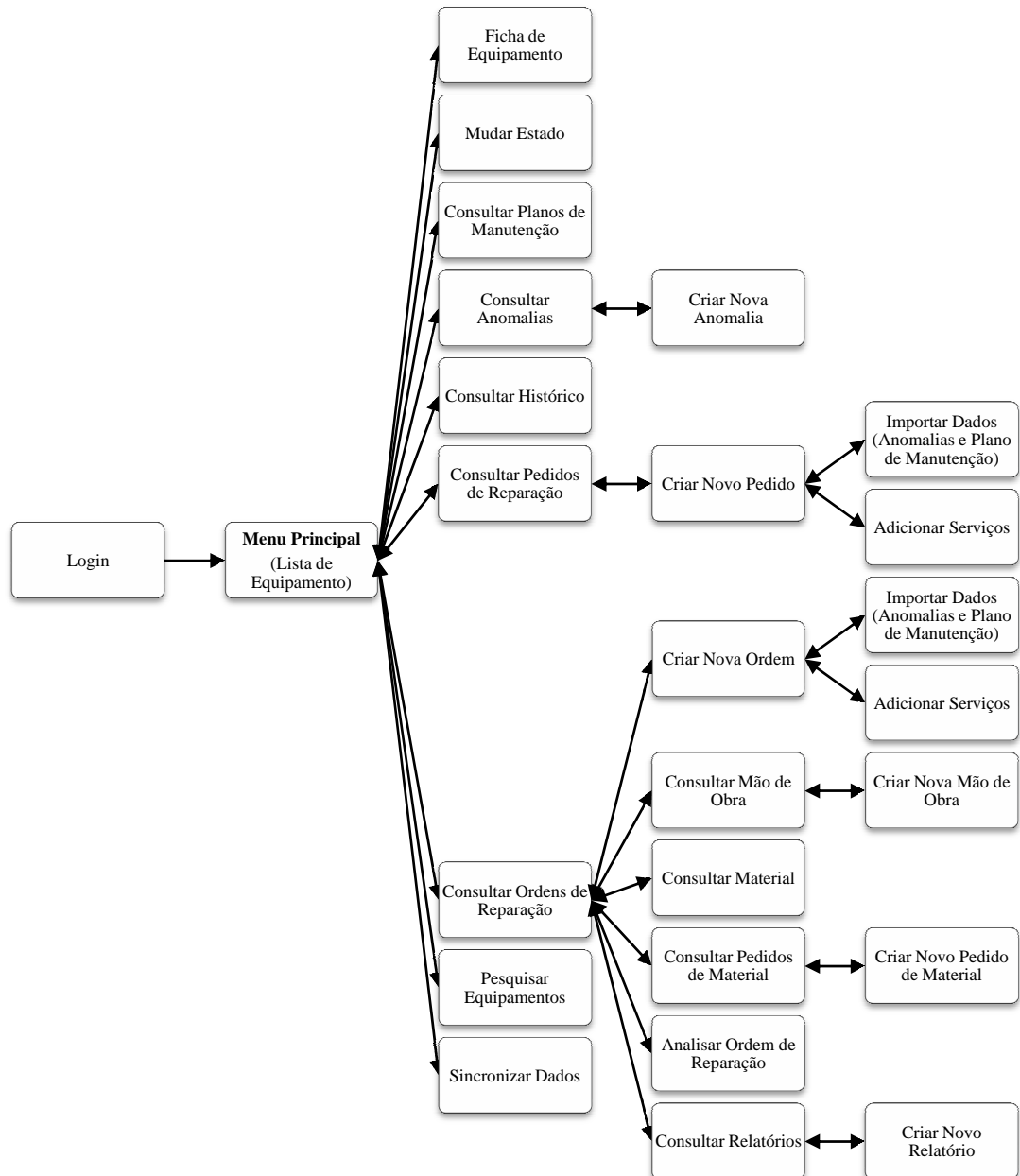


Figura 34 - Diagrama de Navegabilidade

Uma vez construído o diagrama de navegabilidade da aplicação, iniciou-se a fase de construção de cada um dos ecrãs que constituem a aplicação. O método aplicado nesta fase foi semelhante em todos os ecrãs, ou seja, partindo do protótipo construído inicialmente, foi desenhada a interface com o utilizador de acordo com as especificações do caso de uso e de acordo com as regras de interface com o utilizador, ou seja, sempre com a preocupação de tornar a aplicação simples e objectiva para o utilizador final.

Na figura seguinte está representado o diagrama de classes da interface com o utilizador.

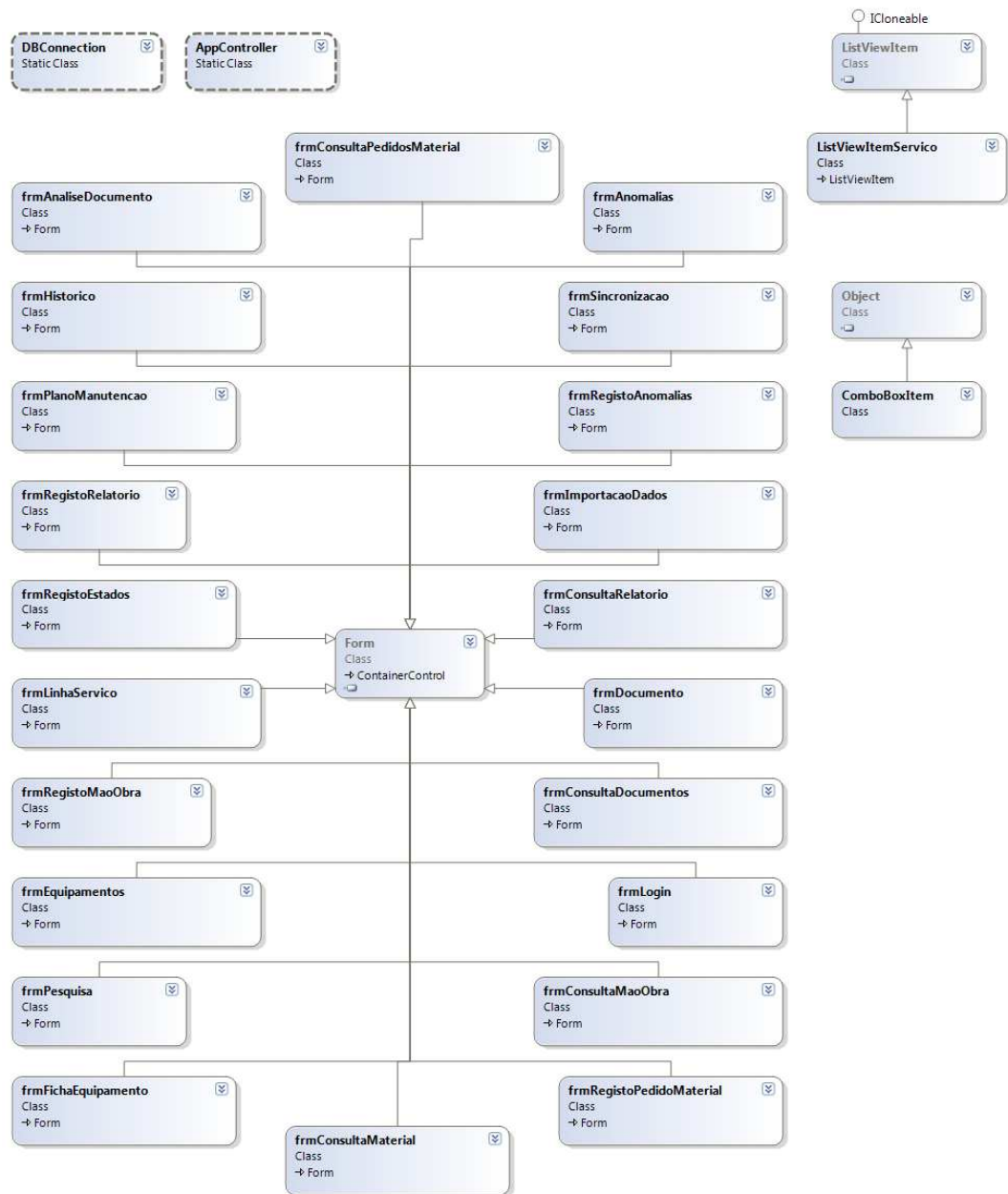


Figura 35 - Diagrama de Classes: Interface com o utilizador

Uma vez desenhada a interface com o utilizador, foram implementados os métodos de acesso à base de dados, permitindo assim efectuar a persistência dos dados, e realizar as operações necessárias em cada caso de uso.

B. Webservice

A segunda fase de implementação correspondeu à criação de um *webservice* capaz de interligar a aplicação móvel ao sistema de gestão ERP da Alidata. Nesta fase, foram também desenvolvidos na base de dados do ERP, um conjunto de procedimentos para facilitar a integração de dados entre os dois sistemas.

O desenvolvimento do *webservice* foi realizado usando também o **Microsoft Visual Studio 2008** e a linguagem C#. Uma vez que o motor de base de dados do ERP da Alidata é o Firebird, no desenvolvimento do *webservice* foi também usado o **Firebird .NET Data Provider** para aceder directamente à base de dados.

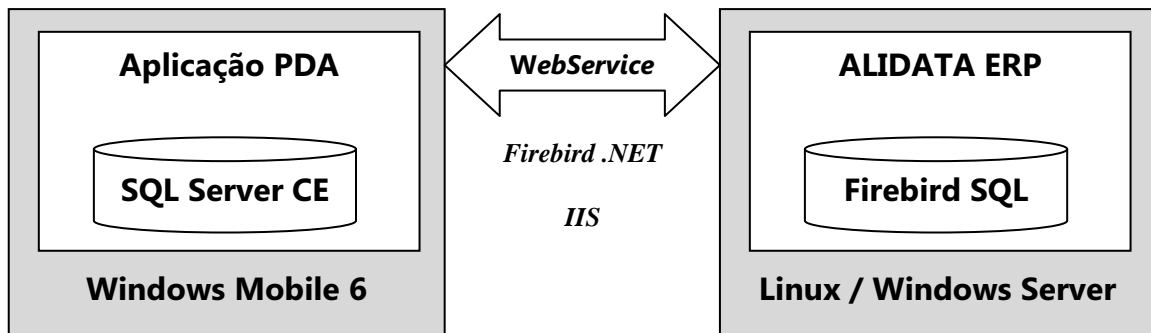


Figura 36 - Arquitectura do Webservice

O desenvolvimento efectuado na base de dados do ERP da Alidata consistiu na criação de conjunto de procedimentos SQL que irão ser utilizados pelo *webservice*. Desta forma, foi criado um procedimento SQL capaz de sincronizar os dados de cada tabela existente na aplicação PDA.

A. PDA_ACTUALIZA_MUDANCAS_ESTADO

Este procedimento tem como objectivo actualizar as mudanças de estado de cada equipamento na base de dados do ERP. Os dados relacionados com a mudança de estado são recebidos como parâmetros de entrada e no final é devolvido um valor inteiro (0 ou 1) para indicar se os dados formam actualizados com sucesso.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA ACTUALIZA MUDANCAS ESTADO (  
    in_idequipamento integer,  
    in_idestadoequip varchar(6),  
    in_idmudanca integer,  
    in_idoperador integer,  
    in_data date,  
    in_observacoes varchar(200))  
returns (  
    sucesso integer)  
as  
begin  
    /*Código*/  
end
```

B. PDA_LISTA_ESTADOS_EQUIPAMENTO

Este procedimento tem como objectivo consultar os estados possíveis de cada equipamento na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de estados.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA ESTADOS EQUIPAMENTO  
returns (  
    idestadoequip varchar(6),  
    descricao varchar(20),  
    estado varchar(1))  
as  
begin  
    /*Código*/  
end
```

C. PDA_LISTA_GRUPOS

Este procedimento tem como objectivo consultar os grupos de operações de serviços possíveis na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de grupos.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA GRUPOS  
returns (  
    idgrupo varchar(6),  
    descricao varchar(80))  
as  
begin  
    /*Código*/  
end
```

D. PDA_LISTA_EQUIPAMENTOS

Este procedimento tem como objectivo obter, a partir da base de dados do ERP, a lista de equipamentos de uma determinada secção que irão ser sujeitos a manutenção. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de equipamentos.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA EQUIPAMENTOS (
    in_cod_seccao integer)
returns (
    idequipamento integer,
    numserie varchar(20),
    numequipamento varchar(50),
    descricao varchar(80),
    idmarca varchar(80),
    idgama varchar(80),
    idversao varchar(80),
    idmodelo varchar(80),
    contadorhoras double precision,
    contadorhorasTotal double precision,
    idequipamentopai integer,
    dataaquisicao date,
    dataultmanutencao date,
    dataproxmanutencao date,
    numfabrico varchar(80),
    numproducao varchar(80),
    referencia varchar(20),
    observacoes varchar(500),
    idestadoactual integer,
    idlinhapai integer)
as
begin
    /*Código*/
end
```

E. PDA_ACTUALIZA_EQUIPAMENTO

O objectivo deste procedimento é o de proceder à actualização dos dados de um determinado equipamento, recebendo como parâmetros de entrada os dados actuais do equipamento. No final o procedimento devolve um valor inteiro (0 ou 1) para indicar se os dados foram actualizados com sucesso.

```

CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA ACTUALIZA EQUIPAMENTO (
    in_idequipamento integer,
    in_numserie varchar(20),
    in_numequipamento varchar(50),
    in_descricao varchar(80),
    in_contadorhoras double precision,
    in_contadorhoras2 double precision,
    in_linhaproducao integer,
    in_observacoes varchar(500),
    in_idestadoactual varchar(6))
returns (
    sucesso integer)
as
begin
    /*Código*/
end

```

F. PDA_LISTA_OPERACOES

O objectivo deste procedimento é o de consultar as operações de serviços disponíveis na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de operações.

```

CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA OPERACOES
returns (
    idgrupo varchar(6),
    codigoservico varchar(20),
    descricao varchar(80),
    observacoes varchar(500))
as
begin
    /*Código*/
end

```

G. PDA_LISTA_ESTADOS_SERVICOS

Este procedimento tem como objectivo consultar os estados possíveis de cada serviço na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de estados.

```

CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA ESTADOS SERVICOS
returns (
    idestado varchar(1),
    descricao varchar(20))
as
begin
    /*Código*/
end

```

H. PDA_LISTA_PLANOS_MANUTENCAO

O objectivo deste procedimento é o de consultar os planos de manutenção de cada equipamento na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de planos de manutenção.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA PLANOS MANUTENCAO (  
    in_cod_seccao integer)  
returns (  
    idequipamento integer,  
    idgrupo varchar(6),  
    codigoservico varchar(20),  
    idlinha integer,  
    descricao varchar(80),  
    dataprevista date,  
    valorprevisto double precision,  
    porrealizar varchar(1),  
    observacoes varchar(500))  
as  
begin  
    /*Código*/  
end
```

I. PDA_ACTUALIZA_PLANOS_MANUTENCAO

O objectivo deste procedimento é o de actualizar os dados dos planos de manutenção de cada equipamento na base de dados do ERP. No final o procedimento devolve um valor inteiro (0 ou 1) para indicar se os dados foram actualizados com sucesso.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA ACTUALIZA PLANOS MANUTENCAO (  
    in_idequipamento integer,  
    in_idgrupo varchar(6),  
    in_codigoservico varchar(20),  
    in_idlinha integer,  
    in_serie varchar(6),  
    in_documento integer)  
returns (  
    sucesso integer)  
as  
begin  
    /*Código*/  
end
```

J. PDA_LISTA_GRAVIDADE

O objectivo deste procedimento é o de consultar os tipos de gravidade de anomalias na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de tipos de gravidade.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA GRAVIDADE
returns (
    idgravidade varchar(6),
    descricao varchar(100))
as
begin
    /*Código*/
end
```

K. PDA_LISTA_ANOMALIAS

O objectivo deste procedimento é o de consultar as anomalias de cada equipamento na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de anomalias.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA ANOMALIAS (
    in_cod_seccao integer)
returns (
    idanomalia integer,
    idequipamento integer,
    data date,
    idoperador integer,
    descricao varchar(80),
    observacoes varchar(500),
    idgravidade varchar(6),
    activo varchar(1))
as
begin
    /*Código*/
end
```

L. PDA_ACTUALIZA_ANOMALIAS

O objectivo deste procedimento é o de actualizar as anomalias registadas em cada equipamento na base de dados do ERP. No final o procedimento devolve um valor inteiro (0 ou 1) para indicar se os dados foram actualizados com sucesso.

```

CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA ACTUALIZA ANOMALIAS (
    in_idanomalia integer,
    in_idequipamento integer,
    in_data date,
    in_idoperador integer,
    in_descricao varchar(80),
    in_observacoes varchar(500),
    in_idgravidade varchar(6),
    in_activo varchar(1),
    in_serie varchar(6),
    in_documento integer)
returns (
    sucesso integer)
as
begin
    /*Código*/
end

```

M. PDA_ACTUALIZA_DOCUMENTOS

O objectivo deste procedimento é o de actualizar os documentos registados para cada equipamento na base de dados do ERP. No final o procedimento devolve um valor inteiro (0 ou 1) para indicar se os dados foram actualizados com sucesso.

```

CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA ACTUALIZA DOCUMENTOS (
    in_serie varchar(6),
    in_numdocumento integer,
    in_tipodocumento varchar(1),
    in_idequipamento integer,
    in_numserie varchar(20),
    in_data date,
    in_idoperador integer,
    in_fechado varchar(1),
    in_horas double precision,
    in_horasseq double precision,
    in_provisorio varchar(1),
    in_observacoes varchar(500))
returns (
    sucesso integer)
as
begin
    /*Codigo*/
end

```

N. PDA_LISTA_DOCUMENTOS

Este procedimento tem como objectivo consultar os documentos para cada equipamento na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de documentos.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA DOCUMENTOS (
    in_cod_seccao integer)
returns (
    serie varchar(6),
    numdocumento integer,
    tipodocumento varchar(1),
    idequipamento integer,
    numserie varchar(20),
    data date,
    idoperador integer,
    fechado varchar(1),
    horas double precision,
    horasseq double precision,
    provisorio varchar(1),
    observacoes varchar(500))
as
begin
    /*Código*/
end
```

O. PDA_ACTUALIZA_MAO_OBRA

O objectivo deste procedimento é o de actualizar a mão-de-obra registada em cada serviço na base de dados do ERP. No final o procedimento devolve um valor inteiro (0 ou 1) para indicar se os dados foram actualizados com sucesso.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA ACTUALIZA MAO OBRA (
    in_serie varchar(6),
    in_numdocumento integer,
    in_idservico integer,
    in_idmaobra integer,
    in_idoperador integer,
    in_entrada timestamp,
    in_saida timestamp,
    in_tempo double precision,
    in_preco double precision,
    in_total double precision,
    in_observacoes varchar(500))
returns (
    sucesso integer)
as
begin
    /*Código*/
end
```

P. PDA_LISTA_MAO_OBRA

O objectivo deste procedimento é o de consultar a mão-de-obra registada em cada serviço na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de mão-de-obra.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA MAO OBRA (
    in_cod_seccao integer)
returns (
    serie varchar(6),
    numdocumento integer,
    idservico integer,
    idmaobra integer,
    idoperador integer,
    entrada timestamp,
    saida timestamp,
    tempo double precision,
    preco double precision,
    total double precision,
    observacoes varchar(500))
as
begin
    /*Código*/
end
```

Q. PDA_LISTA_MATERIAL

O objectivo deste procedimento é o de consultar o material aplicado em cada documento na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de material.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA MATERIAL (
    in_cod_seccao integer)
returns (
    serie varchar(6),
    numdocumento integer,
    idservico integer,
    idmaterial integer,
    armazem varchar(6),
    referencia varchar(20),
    descricao varchar(80),
    quantidade double precision,
    preco double precision,
    total double precision,
    data date,
    idoperador integer)
as
begin
    /*Código*/
end
```

R. PDA_ACTUALIZA_PEDIDOS_MATERIAL

O objectivo deste procedimento é o de actualizar os pedidos de material registados em cada documento na base de dados do ERP. No final o procedimento devolve um valor inteiro (0 ou 1) para indicar se os dados foram actualizados com sucesso.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA ACTUALIZA PEDIDOS MATERIAL (  
    in_serie varchar(6),  
    in_numdocumento integer,  
    in_idservico integer,  
    in_idpedido integer,  
    in_idoperador integer,  
    in_dataentrega date,  
    in_descricao varchar(80),  
    in_quantidade double precision,  
    in_observacoes varchar(500))  
returns (  
    sucesso integer)  
as  
begin  
    /*Código*/  
end
```

S. PDA_ACTUALIZA_RELATORIOS

O objectivo deste procedimento é o de actualizar os relatórios registados em cada documento na base de dados do ERP. No final o procedimento devolve um valor inteiro (0 ou 1) para indicar se os dados foram actualizados com sucesso.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA ACTUALIZA RELATORIOS (  
    in_serie varchar(6),  
    in_numdocumento integer,  
    in_idservico integer,  
    in_idrelatorio integer,  
    in_data date,  
    in_idoperador integer,  
    in_observacoes varchar(500))  
returns (  
    sucesso integer)  
as  
begin  
    /*Código*/  
end
```

T. PDA_ACTUALIZA_SERVICOS

O objectivo deste procedimento é o de actualizar os serviços registados em cada documento na base de dados do ERP. No final o procedimento devolve um valor inteiro (0 ou 1) para indicar se os dados foram actualizados com sucesso.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA ACTUALIZA SERVICOS (
    in_serie varchar(6),
    in_numdocumento integer,
    in_idservico integer,
    in_grupo varchar(6),
    in_codigoservico varchar(20),
    in_descricao varchar(80),
    in_observacoes varchar(500),
    in_estado varchar(1),
    in_data date,
    in_idequipamento integer,
    in_idanomalia integer,
    in_idplanomanutencao integer)
returns (
    sucesso integer)
as
begin
    /*Código*/
end
```

U. PDA_LISTA_SERVICOS

O objectivo deste procedimento é o de consultar os serviços registados em cada documento na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de serviços.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA SERVICOS (
    in_cod_seccao integer)
returns (
    serie varchar(6),
    numdocumento integer,
    idservico integer,
    grupo varchar(6),
    codigoservico varchar(20),
    descricao varchar(80),
    observacoes varchar(500),
    estado varchar(1),
    data date,
    idequipamento integer,
    idanomalia integer,
    idplanomanutencao integer)
as
begin
    /*Código*/
end
```

V. PDA_LISTA_UTILIZADORES

O objectivo deste procedimento é o de consultar os utilizadores na base de dados do ERP. Os dados são devolvidos na forma de uma tabela de utilizadores.

```
CREATE OR ALTER PROCEDURE PDA LISTA UTILIZADORES (  
    in_cod_seccao integer)  
returns (  
    idutilizador integer,  
    nome varchar(40),  
    user_name varchar(20),  
    pass word varchar(50),  
    preco_hora double precision)  
as  
begin  
    /*Código*/  
end
```

Uma vez que os dados poderão ser transferidos entre os dois sistemas, isto é, a sincronização de dados é bidireccional, foram criados métodos no *webservice* tanto para enviar informação para a base de dados do ERP, como para receber dados da base de dados do ERP.

Os métodos criados no *webservice*, ao invocar os procedimentos criados na base de dados do ERP, funcionam apenas como camada intermédia, delegando nos procedimentos da base de dados a responsabilidade de inserir, actualizar a consultar os dados correctamente.

No processo de sincronização, começou-se por identificar as tabelas que irão ser objecto de sincronização de dados, bem como proceder à definição da sequência de sincronização. A sequência de sincronização das tabelas é importante, uma vez que para manter a integridade da informação e manter os relacionamentos existentes entre as tabelas, a inserção e actualização dos dados deve ser executado num determinada ordem.

A tabela 22 apresenta as tabelas envolvidas no esquema de sincronização, identificando para cada esquema de sincronização (PDA - ERP ou ERP - PDA), as tabelas que fazem parte do referido esquema, bem como a ordem de sincronização de cada tabela.

Nome da tabela [PDA]	PDA para ERP		ERP para PDA	
	Enviar	Ordem	Enviar	Ordem
Anomalias	✓	4°	✓	3°
Documento	✓	5°	✓	4°
Equipamento	✓	1°	✓	1°
EstadoEquipamento			✓	6°
EstadoServico			✓	7°
Gravidade			✓	8°
Grupo			✓	9°
MaoObra	✓	7°	✓	13°
Material	✓	8°	✓	11°
MudancasEstado	✓	2°		
Operacoes			✓	10°
PedidoMaterial	✓	9°		
PlanoManutencao	✓	3°	✓	2°
Relatorio	✓	10°		
Servico	✓	6°	✓	5°
Utilizador			✓	12°

Tabela 22 - Esquema de Sincronização

Uma vez definidas as tabelas que irão ser sincronizadas para a base de dados do ERP, foram criados os métodos necessários para enviar e receber informação. Os métodos criados para obter informação do ERP para a aplicação PDA, são os seguintes:

- **getListaAnomalias:** devolve a lista de anomalias dos equipamentos;
- **getListaDocumentos:** devolve a lista de documentos (cabecinhos);
- **getListaEquipamentos:** devolve a lista de equipamentos sujeitos a manutenção;
- **getListaEstadoServicos:** devolve a lista de estados dos serviços;
- **getListaEstadosEquipamentos:** devolve a lista de estados possíveis dos equipamentos;
- **getListaGravidade:** devolve a lista de gravidade das anomalias;

- **getListaGrupos:** devolve a lista de grupos de operações;
- **getListaLinhasDocumentos:** devolve a lista de serviços dos documentos (linhas);
- **getListaMaterial:** devolve a lista de material aplicado em cada serviço;
- **getListaOperacoes:** devolve a lista de operações;
- **getListaPlanosManutencao:** devolve a lista de planos de manutenção pendente de cada equipamento;
- **getListaUtilizadores:** devolve a lista de utilizadores;
- **getListaMaoObra:** devolve a lista de mão-de-obra aplicada em cada serviço;

A actualização da informação da aplicação PDA para a base de dados do ERP é feita através dos seguintes métodos:

- **setAnomalias:** actualiza as anomalias dos equipamentos;
- **setFichaEquipamento:** actualiza os dados da ficha de um equipamento;
- **setListaEquipamentos:** actualiza os dados da ficha de uma lista de equipamentos;
- **setMudancasEstadoEquipamentos:** actualiza as mudanças de estado de uma lista de equipamentos;
- **setPlanosManutencao:** actualiza os dados dos planos de manutenção de uma lista de equipamentos;
- **setDocumentos:** actualiza os dados dos documentos criados ou modificados;
- **setServicos:** actualiza os dados dos serviços que constituem um determinado documento;
- **setMaoObra:** actualiza os dados da mão-de-obra aplicada num determinado serviço de um documento;
- **setPedidosMaterial:** actualiza os dados dos pedidos de material efectuados para um determinado serviço de um documento;
- **setRelatorios:** actualiza os dados dos relatórios efectuados num determinado serviço de um documento;

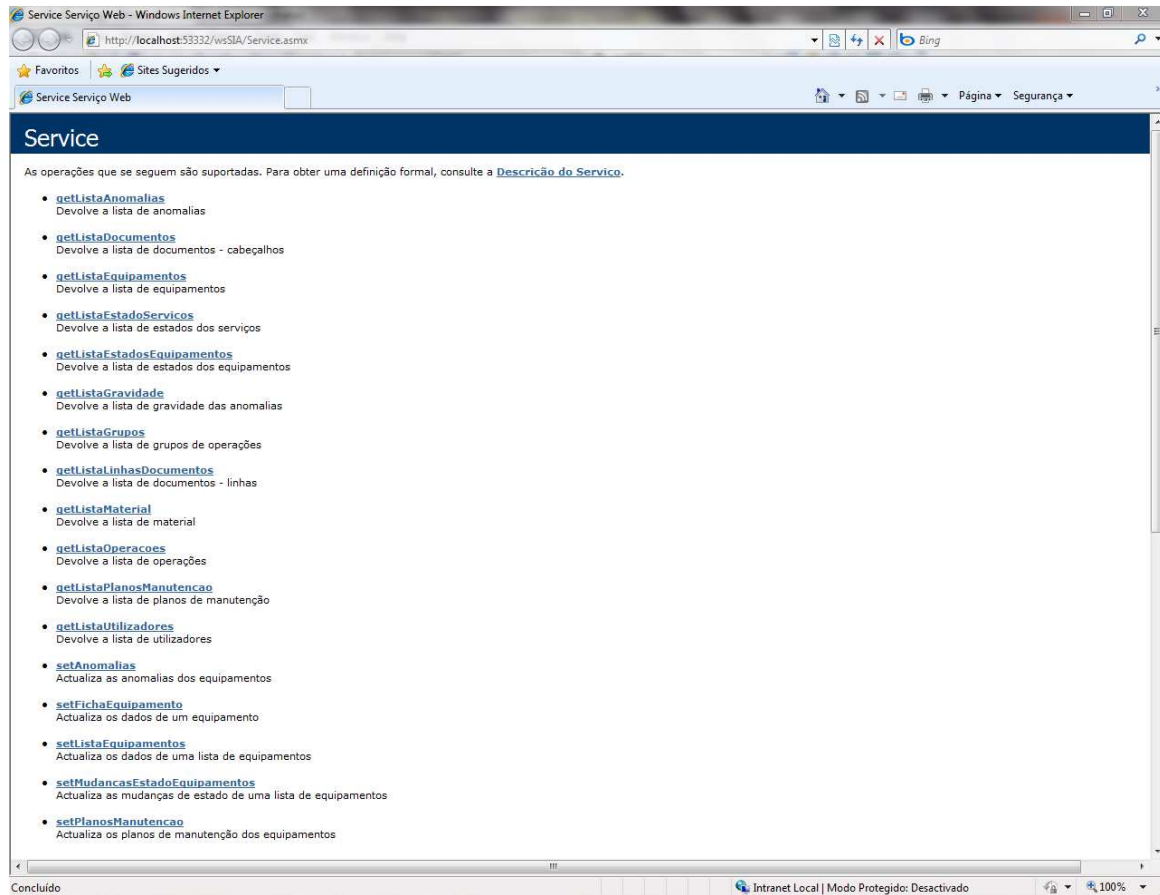


Tabela 23 - Webservice ERP Alidata

3.10.3. Testes e Discussão de Resultados

Ao longo da fase de desenvolvimento da solução apresentada neste trabalho, nomeadamente da aplicação PDA e do *webservice* para sincronização de dados com o sistema ERP da Alidata, foram realizados **testes unitários** a cada funcionalidade do sistema, com o objectivo de encontrar possíveis falhas nos métodos criados.

Na fase de desenvolvimento, após a conclusão de cada nova funcionalidade da aplicação PDA, foram realizados **testes de integração**, com o objectivo de validar a integração dos dados nas diversas funcionalidades já desenvolvidas. Uma vez desenvolvida a aplicação PDA e o *webservice* responsável pela sincronização dos dados com o ERP da Alidata, foram também realizados testes de integração entre as duas aplicações para verificar se os dados sincronizados entre ambas estavam correctos.

Uma vez concluído o desenvolvimento da aplicação PDA e do *webservice*, e realizados os testes de integração, foi possível então iniciar **os testes de carga**. Este tipo de testes tem como objectivo verificar o limite de dados processados pelo *software*, bem como testar os limites operacionais do sistema.

Os testes de carga realizados revelaram algumas deficiências no sistema. Os problemas encontrados estavam relacionados com a quantidade de informação processada em algumas funcionalidades da aplicação PDA, nomeadamente na lista de equipamentos inicial.

O problema encontrado estava relacionado com a rapidez do sistema no processamento dos dados da lista de equipamentos, uma vez que na fase de desenvolvimento, o universo de equipamentos era reduzido (7 equipamentos) e nos testes de carga o número de equipamentos foi elevado para cerca de 500 equipamentos.



Figura 37 - Testes de Carga: Lista de Equipamentos

O problema detectado na árvore (*TreeView*) de equipamentos estava relacionado com a forma como o carregamento dos dados estava a ser feito. Inicialmente, o método carregava os nós principais da árvore, e depois ia expandindo cada nó até chegar ao limite da árvore, efectuando sempre a consulta à base de dados, ou seja, era feita uma consulta à base de dados por cada equipamento que tinha nós filhos (recursivamente).

Depois de analisar o problema, o método de carregamento da lista de equipamentos para a árvore (*TreeView*) foi alterado. Esta segunda implementação do método permitiu alcançar um ganho de performance de cerca de 60%, o que tornou a aplicação mais rápida quer no arranque, quer no processamento da lista de equipamentos. Este método, agora, apenas faz uma consulta à base de dados, trazendo todos os equipamentos para uma tabela auxiliar, e depois os nós são expandidos a partir da tabela auxiliar e não de uma nova consulta à base de dados. Esta solução permitiu a implementação deste método noutras funcionalidades do sistema, nomeadamente em opções que trabalham com maior quantidade de informação (anomalias, planos de manutenção, etc.).

Depois de terminados os testes de carga, iniciou-se uma nova fase de testes, com o objectivo de validar o sistema junto dos potenciais utilizadores da aplicação - **testes de aceitação**.

Uma vez que a realização deste tipo de testes implicava a utilização de dispositivos móveis para testar a aplicação, e como não existiam PDA's disponíveis para realizar os testes, optou-se por recriar o ambiente de testes num emulador. Para isso, foi utilizada uma imagem do sistema operativo *Windows Mobile 6 Professional*, onde foi instalada a aplicação com uma base de dados de testes. De seguida, foi disponibilizado o emulador *Microsoft Device Emulator* e a imagem do sistema operativo pronta a utilizar, para que os utilizadores pudessem testar a aplicação.

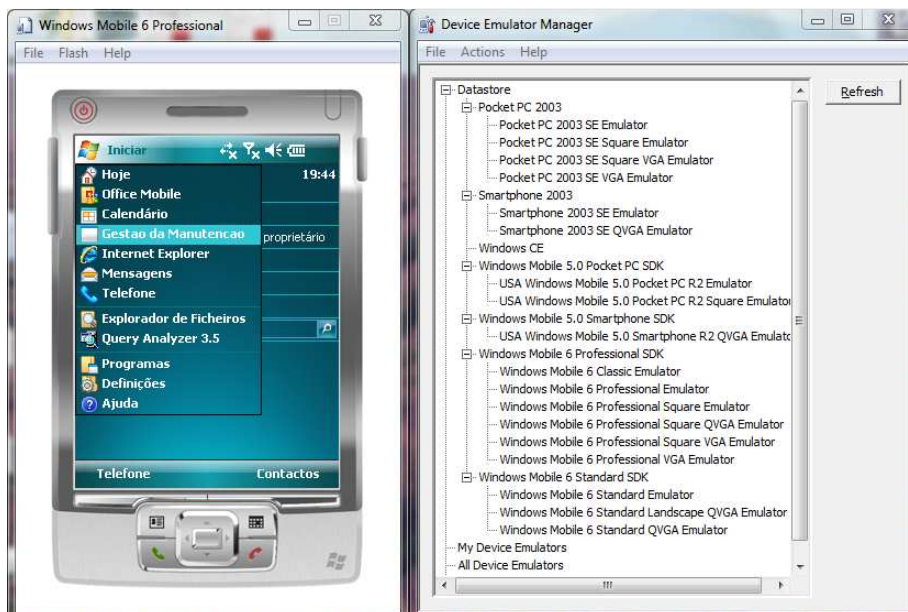


Figura 38 - Testes de Aceitação: Emulador e Aplicação PDA

A realização dos testes de aceitação foi acompanhada pelo preenchimento de um inquérito, com o objectivo de registar os dados dos utilizadores. O público-alvo escolhido para realizar os testes de aceitação foram os técnicos de software da Alidata (10 técnicos), responsáveis pela implementação do produto Gestão da Produção.

Os resultados às questões colocadas no questionário estão evidenciados nas tabelas seguintes. As questões colocadas aos utilizadores foram enquadradas numa escala qualitativa de 1 a 5 (em que 1 é considerado Mau e 5 Muito Bom).

Grupo I: Usabilidade	1	2	3	4	5
1. Autenticação			10%	80%	10%
2. Navegabilidade da aplicação			20%	60%	20%
3. Menus de acesso			10%	90%	
4. Interface com o utilizador			20%	70%	10%
5. Facilidade de utilização			30%	60%	10%

Tabela 24 - Resultados dos Testes de Aceitação: Grupo I

Grupo II: Interface Gráfica	1	2	3	4	5
1. Lista de equipamentos			10%	90%	
2. Menu iniciar			10%	90%	
3. Menus de contexto			20%	80%	
4. Formulários			10%	80%	10%
5. Mensagens			10%	80%	10%

Tabela 25 - Resultados dos Testes de Aceitação: Grupo II

Grupo III: Funcionalidades Principais	1	2	3	4	5
1. Consulta e registo de anomalias				90%	10%
2. Consulta de planos de manutenção			10%	80%	10%
3. Criação e consulta de documentos			20%	70%	10%
4. Acesso ao histórico de serviços			20%	60%	20%
5. Sincronização de dados			10%	70%	20%

Tabela 26 - Resultados dos Testes de Aceitação: Grupo III

O desenvolvimento da aplicação permitiu implementar um conjunto de funcionalidades relacionadas com a manutenção dos equipamentos industriais. Desta forma, a realização das operações de recolha de informação associadas à manutenção dos equipamentos, pode agora ser realizada com o auxílio desta nova ferramenta, integrada com o sistema de gestão ERP.

A implementação desta aplicação num ambiente de produção ainda não foi realizada, no entanto, os testes de aceitação revelaram que a aplicação responde aos requisitos dos utilizadores, quer em termos de usabilidade e interface gráfica, quer nas funcionalidades principais.

Quanto à avaliação do primeiro grupo relacionado com a usabilidade da aplicação, de uma forma geral, o *feedback* é positivo, sendo a avaliação boa. No que diz respeito à interface gráfica e às funcionalidades da aplicação, a opinião dos utilizadores também é semelhante, considerando ambas as funcionalidades boas, o que permite concluir que a aplicação responde às necessidades dos utilizadores.

De uma forma geral, a avaliação que os utilizadores fazem da aplicação móvel é boa, reconhecendo na aplicação uma mais-valia para um sector, que até agora não tinha qualquer aplicação móvel.

4. Conclusões e Trabalho Futuro

Os sistemas de informação ERP, como vimos ao longo deste trabalho, têm fornecido às empresas da área da produção ferramentas que permitem ter um controlo rigoroso das actividades desenvolvidas, tornando-as assim mais capazes de responder a um mercado cada vez mais exigente e competitivo.

A emergência das tecnologias móveis, por seu lado, tem desempenhado um papel importante no complemento dos sistemas de informação, uma vez que permitem acrescentar a esses sistemas a mobilidade que em algumas áreas é essencial, para ter um controlo e gestão rigorosa, como é a área da manutenção dos sistemas de produção.

O objectivo principal deste trabalho era apresentar uma aplicação móvel, integrada num sistema de gestão ERP, capaz de tornar as tarefas habituais de gestão da manutenção industrial num processo simples e objectivo.

Para isso, numa primeira fase foi feito um estudo de vários temas essenciais para entender as necessidades deste sector. Além de perceber os conceitos inerentes aos sistemas de informação de gestão, e de analisar a evolução dos sistemas ao longo do tempo, foi feita também uma análise da evolução da própria gestão da produção ao longo dos tempos. Deste estudo saíram duas conclusões importantes: a área da manutenção é uma área vital na gestão da produção e, depois de analisados vários sistemas de informação para a área da produção, foi possível concluir que ainda não havia soluções móveis capazes de darem resposta às necessidades deste sector.

Uma vez que não existiam aplicações móveis para a área da manutenção direccionadas para a produção industrial, neste trabalho foi proposta uma aplicação móvel integrada num sistema de gestão ERP. Esta solução, permite juntar a mobilidade que os dispositivos móveis oferecem, às funcionalidades de gestão oferecidas por um sistema de gestão ERP.

Desta forma, o desenvolvimento de uma solução móvel para a área da manutenção irá com certeza trazer uma mais-valia a este sector. A solução apresentada, além de possibilitar a realização das principais tarefas relacionadas com o registo e monitorização

dos equipamentos de produção, permite ainda que a realização das mesmas possa ser feita com total mobilidade. A estas vantagens, acresce ainda o facto de a aplicação permitir a sincronização de dados com um qualquer sistema ERP, sendo que a sua implementação poderá determinar se de facto a aplicação responde eficazmente às necessidades pretendidas.

Este trabalho, além de propor, desenvolver e apresentar uma solução móvel totalmente funcional para a área da manutenção industrial, também permitiu integrar os dados num sistema de gestão ERP. Para isso, foi também desenvolvido e apresentado um *webservice* capaz de efectuar a sincronização dos dados entre os dois sistemas.

Se o estudo realizado neste trabalho revelou que na área da manutenção não existiam soluções móveis disponíveis para este sector, os testes realizados puderam comprovar que as funcionalidades apresentadas por esta aplicação satisfazem, de uma forma geral, as necessidades dos utilizadores.

Uma vez que a aplicação proposta neste trabalho foi concluída, assim como o *webservice* de sincronização de dados com o sistema ERP da Alidata, para o trabalho futuro é importante passar à fase de implementação da aplicação num ambiente de produção. A fase de implementação num ambiente de produção real poderá determinar o verdadeiro contributo da aplicação proposta para este sector, no entanto, este trabalho já contribuiu para compreender melhor o sector da produção industrial, nomeadamente, na área dos sistemas de informação de gestão.

5. Bibliografia

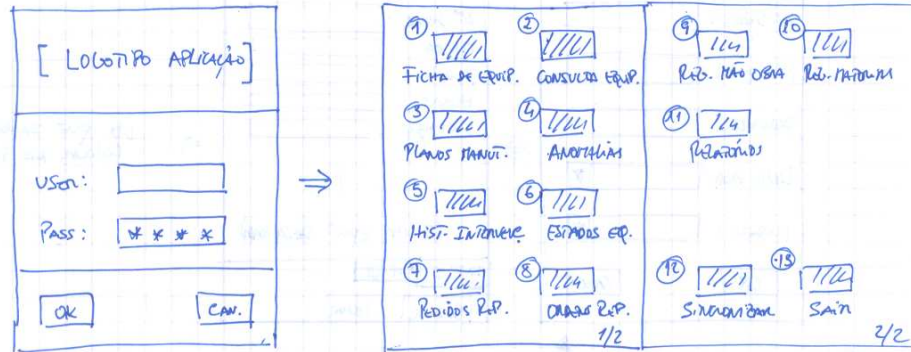
- Alison Smith, M. D. (2007). *The Manufacturing Operations Software Application Market Sizing Report, 2006–2011*. AMR Research.
- Courtois Alain, P. M.-B. (2007). *Gestão da Produção*. LIDEL.
- Cuignet, R. (2006). *Gestão da Manutenção*. LIDEL.
- Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, I. (2004). Implementation and benefits of introducing a computerised maintenance. *Journal of Materials Processing Technology* , 153-154.
- Ferrão, F. (2005). Há novas oportunidades no ERP. *Semana Informática* , Semana nº 732.
- Frontiers, I. S. (2000). What is ERP? 2:2, 141-162 (Business and Economics).
- IPVC, E. (20 a 22 de Outubro de 2010). *10ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação*. Obtido de <http://capsi2010.estg.ipvc.pt>
- K. Nikolopoulos, K. M. (2003). Integrating industrial maintenance strategy into ERP. *Industrial Management & Data Systems* , 103/3 184-191.
- Kumar, K. a. (2000). ERP Experiences and Evolution. *43(4)*, 23-26.
- Marco Macchi, M. G. (2007). Information requirements for e-maintenance strategic planning. *Computers in Industry* , 581–594.
- Mohammad A. Rashid, L. H. (2002). *The Evolution of ERP Systems: A Historical Perspective*. New Zealand: Idea Group Publishing.
- PHC. (Maio de 2009). *PHC Manufacturer*. Obtido em Janeiro de 2010, de PHC: <http://www.phc.pt>

- Polychronopoulos, A. K. (2005). Enterprise Resource Planning (ERP) System: An Effective Tool for Production Management. *Management Research News* , 28/6 66-78.
- Queirós, R. (2008). *Programação para Dispositivos Móveis em Windows Mobile 6*. FCA.
- SAP. (s.d.). *SAP Mobile Asset Management*. Obtido em 23 de Janeiro de 2010, de SAP: <http://www.sap.com>
- SAP. (s.d.). *SAP Mobile Sales*. Obtido em 23 de Janeiro de 2010, de SAP: <http://www.sap.com>
- SAP. (s.d.). *SAP Mobile Time and Travel*. Obtido em 23 de Janeiro de 2010, de SAP: <http://www.sap.com>
- Silva, A. M., & Videira, C. A. (2001). *UML, Metodologias e Ferramentas CASE*. Edições Centro Atlântico.
- SYSPRO. (s.d.). *SYSPRO Mobile Applications*. Obtido em 16 de Janeiro de 2010, de SYSPRO: <http://www.syspro.com>
- *Top 10 ERP Manufacturing Software Vendors*. (2009). Obtido de Business Software: <http://www.business-software.com>
- Zhang, W. (2007). Knowledge Management for E-Maintenance of Industrial Automation Systems. *Studies in Computational Intelligence* , 139–155.

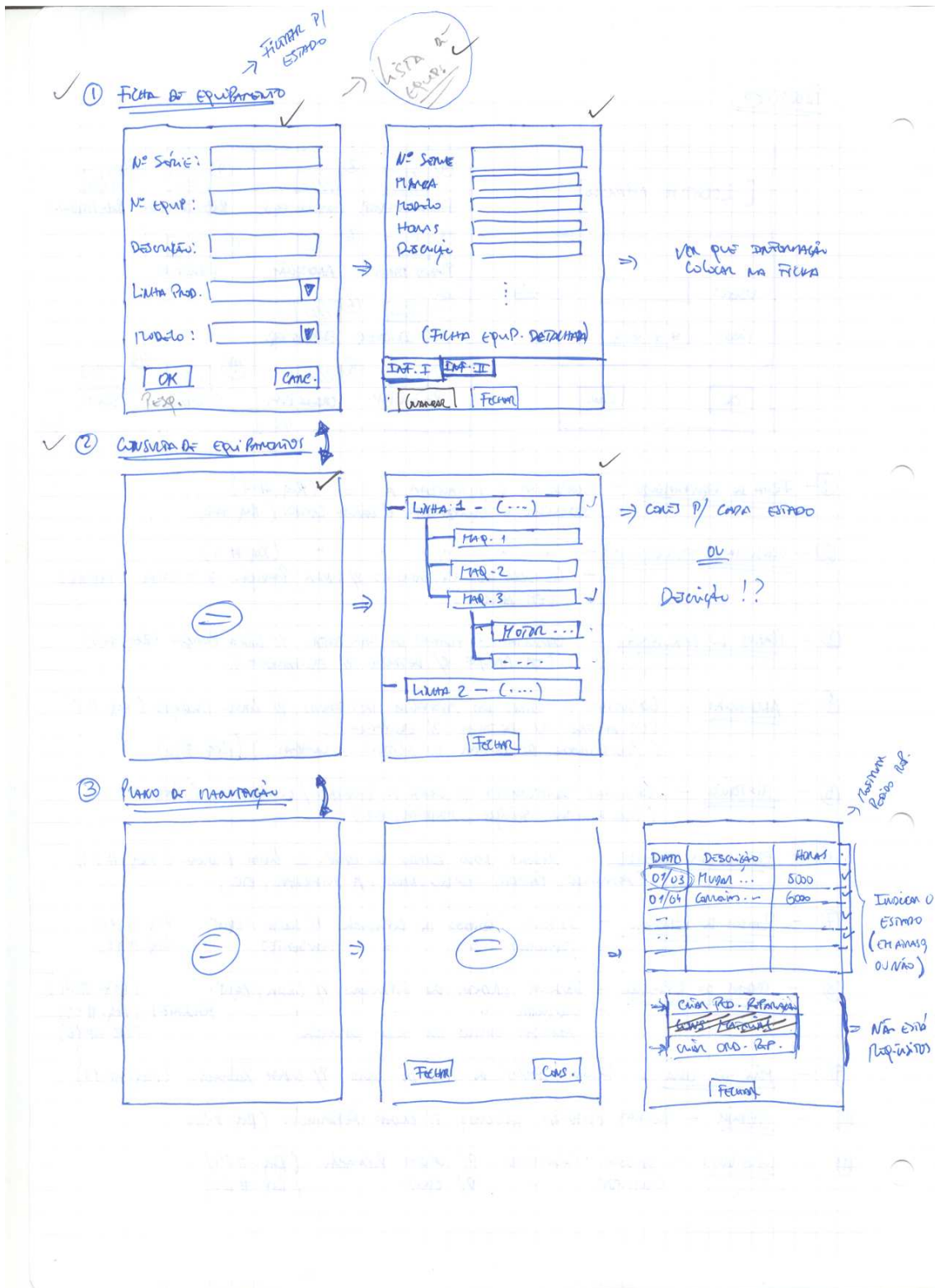
6. Anexos

Anexo I – Protótipo em Papel

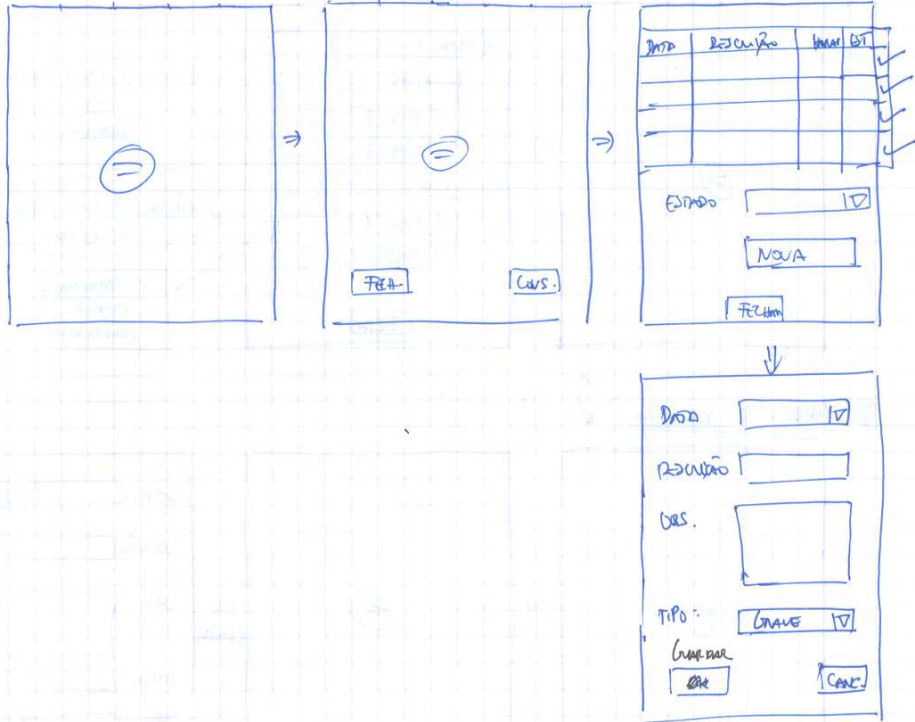
PROTÓTIPO



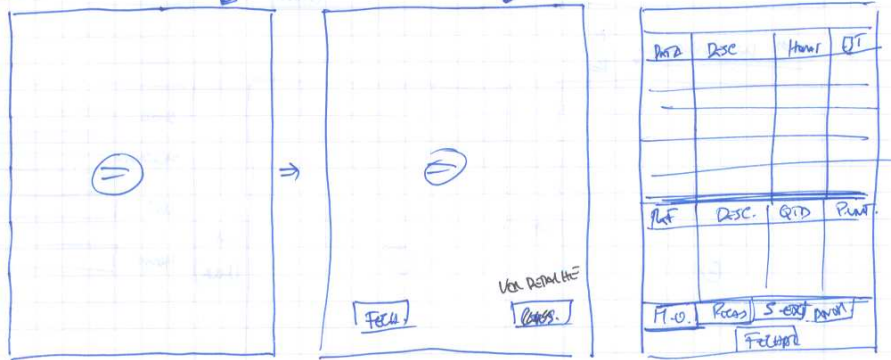
- ① - FICHA DE EQUIPAMENTO - CONSULTAR E ACTUALIZAR A F.E. (Req. #4)
- PESQUISAR O EQUIPAMENTO P/ VÁRIOS CAMPOS (Req #5)
- ② - CONSULTA DE EQUIPAMENTOS - " " " " " " (Req #5)
- CONSULTA DOS EQUIPAMENTOS P/ LINHA PRODUÇÃO E/ ESTADO (Req #6)
(EM ALÍQUOTA)
- ③ - PLANOS DE MANUTENÇÃO - CONSULTAR OS PLANOS DE MANUTENÇÃO P/ LINHA PRODUÇÃO (Req. #7)
(EM ANOMALIA E/ DETALHE P/ EQUIPAMENTO)
- ④ - ANOMALIAS - CONSULTAR O ESTADO DAS ANOMALIAS DE DETALHE P/ LINHA PRODUÇÃO (Req. #8)
(EM ANOMALIA E/ DETALHE P/ EQUIPAMENTO)
(Possibilidade de inserir ou alterar anomalias) (Req. #10)
- ⑤ - HISTÓRICO - CONSULTAR INTERVENÇÕES P/ LINHA DE PRODUÇÃO / EQUIPAMENTO (Req. #9)
(Mão de obra, salário, material, etc)
- ⑥ - ESTADOS EQUIPAMENTOS - INserir novo estado do equip. ou linha produção (Req. #11)
(ARRABOADA, PARADA, COM VALORES, A INJECTAR, ETC)
- ⑦ - PEDIDOS DE REPARAÇÃO - INserir pedidos de reparação p/ linha / equip. (Req #12)
- CONSULTAR " " " " " " (Req #13)
- ⑧ - ORDENS DE REPARAÇÃO - INserir ordens de reparação p/ linha / equip. (Req. #14)
- CONSULTAR " " " " " " (Req. #15)
- ANALISAR VALORES DA ORDEM DE REPARAÇÃO (Req. #16)
- ⑨ - MÃO-DE-OBRA - RELACIONAR TEMPOS DE MÃO-DE-OBRA P/ ORDEM DE REPARAÇÃO (Req. #17)
- ⑩ - MATERIAL - RELACIONAR MATERIAL APPLICADO P/ ORDEM DE REPARAÇÃO (Req. #18)
- ⑪ - RELACIONOS - INserir relacionos p/ ordem de reparação (Req. #19)
CONSULTAR " " P/ EQUIP. (Req #20)



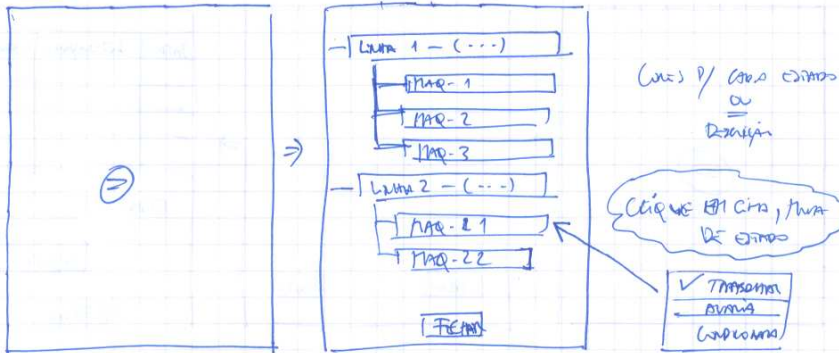
④ Anomalias



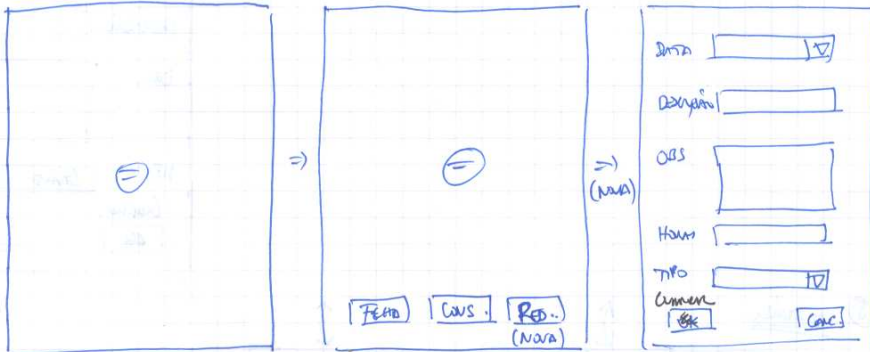
✓ ⑤ Atómulo



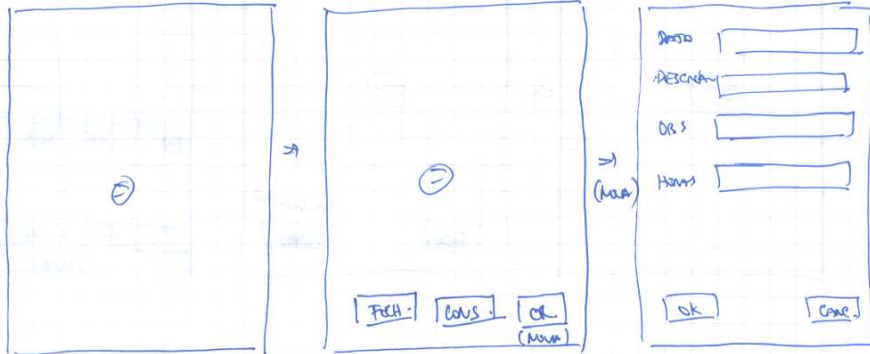
6 ESTADOS EQUIP.



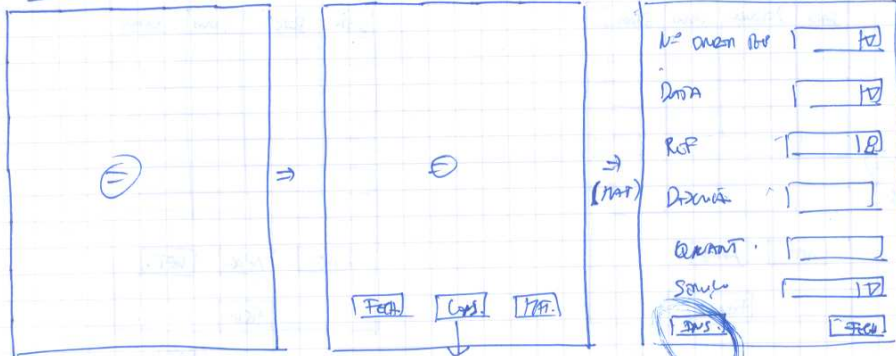
7 Pedidos de Reparação



8 Orçem de Reparação

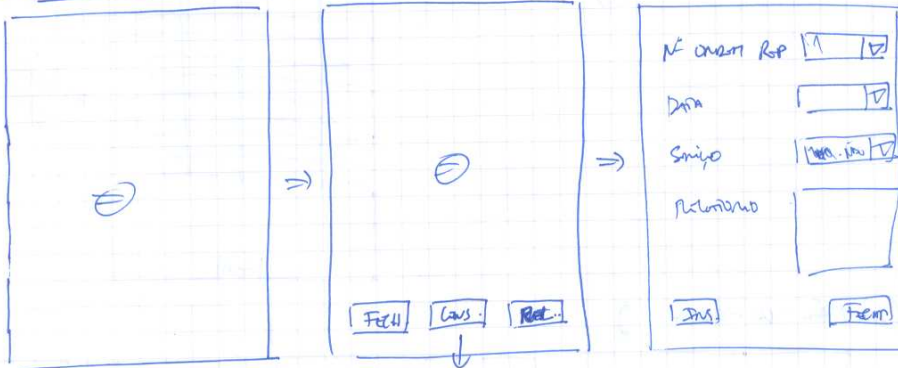


10 MATERIAL



Material Mat. em Ordem

11 Relatórios



Material Rel. em Ordem

- Perfil p/ Utilizador
- Planeamento dos Serviços

- | | |
|------------------------|--|
| 1 - Map. da Tabela | <input type="checkbox"/> Rep. Comença |
| 2 - Form. Relat. Graf. | <input type="checkbox"/> Rep. Finaliza |

Anexo II – Descrição Verbal dos Casos de Uso

I. Iniciar aplicação

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
1	Iniciar aplicação	1
Descrição		
Inicialização da aplicação de gestão de manutenção		
Actores		
Utilizador		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador executa a aplicação; • O sistema pede a autenticação ao utilizador; 		
Caminhos Alternativos		
O sistema não tem os requisitos para o funcionamento da aplicação		

II. Validar utilizador

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
2	Validar utilizador	3
Descrição		
Autenticação do utilizador na aplicação de gestão de manutenção		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
O utilizador deve ter iniciado a aplicação		
Caminho Normal		

<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Indica o nome de utilizador e a palavra-chave; ○ Clica em “OK”; • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Valida o utilizador e a palavra-chave; ○ Mostra o “Menu Principal” ao utilizador;
Caminhos Alternativos
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Não indicou um nome de utilizador ou palavra-chave correctos; ○ Clica em “Cancelar”;

III. Terminar aplicação

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
3	Terminar aplicação	1
Descrição		
O utilizador termina a aplicação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
O utilizador deve ter iniciado a aplicação		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Sair” no “Menu Principal” ou fecha a aplicação; • O sistema pergunta ao utilizador se confirma a saída da aplicação; • O utilizador clica em “Sim”; • O sistema encerra a aplicação; 		
Caminhos Alternativos		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Não”; • O sistema volta ao “Menu Principal”; 		

IV. Consultar equipamento

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
4	Consultar equipamento	4
Descrição		
O utilizador consulta os dados da ficha de equipamento		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
O utilizador deve ter um equipamento seleccionado no “Menu Principal”		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Dados da Ficha” no “Menu de Contexto”; • O sistema mostra ao utilizador os dados na “Ficha de Equipamento”; 		

V. Pesquisar equipamento

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
5	Pesquisar equipamento	5, 6
Descrição		
O utilizador pesquisa o equipamento pretendido		
Actores		
Utilizador		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Iniciar” e depois em “Pesquisar equipamentos”; • O sistema mostra ao utilizador o formulário de pesquisa; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Define os critérios de pesquisa; ○ Clica em “Pesquisar”; 		

<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra ao utilizador a lista de equipamentos segundo os critérios apresentados pelo utilizador. Caso o utilizador não especifique qualquer critério, o sistema mostra todos os equipamentos;
Caminhos Alternativos
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra o “Menu Principal”

VI. Seleccionar equipamento

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
6	Seleccionar equipamento	6
Descrição		
O utilizador selecciona um equipamento		
Actores		
Utilizador		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica sobre um equipamento; • O sistema selecciona o equipamento; 		

VII. Actualizar dados

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
7	Actualizar dados	4
Descrição		
O utilizador actualiza os dados de um equipamento		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		

<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Clicou na opção “Dados da Ficha” no “Menu Principal”; ○ Seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Dados da Ficha”;
Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra os dados do equipamento seleccionado; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Actualiza os dados do equipamento; ○ Clica em “Guardar”; • O sistema pergunta ao utilizador se confirma as alterações; • O utilizador clica em “Sim”; • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Guarda as alterações efectuadas; ○ Mostra o “Menu Principal”;
Caminho Alternativo #1
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra o “Menu Principal”;
Caminho Alternativo #2
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Não”; • O sistema mostra o “Menu Principal”;

VIII. Consultar planos de manutenção

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
8	Consultar planos de manutenção	7
Descrição		
O utilizador consulta os planos de manutenção de um equipamento		
Actores		
Utilizador		

Pré-Condições
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Clicou na opção “Plano de Manutenção” no “Menu Principal”; ○ Seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Plano de manutenção”;
Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra as operações por realizar do plano de manutenção com a indicação do estado de cada operação; • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra o “Menu Principal”;

IX. Consultar anomalias

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
9	Consultar anomalias	8
Descrição		
O utilizador consulta as anomalias de um equipamento		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Clicou na opção “Anomalias” no “Menu Principal”; ○ Seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Anomalias - Consultar anomalias”; 		
Caminho Normal		

- O sistema mostra as anomalias activas para o equipamento com a indicação do estado de cada operação;
- O utilizador clica em “Fechar”;
- O sistema mostra o “Menu Principal”;

X. Consultar histórico

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
10	Consultar histórico	9
Descrição		
O utilizador consulta o histórico de intervenções realizadas de um equipamento		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clicou na opção “Histórico” no “Menu Principal”; • O utilizador seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Histórico”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra as operações realizadas no equipamento; • O utilizador selecciona uma operação; • O sistema mostra informação da mão-de-obra e materiais aplicados na operação seleccionada; 		

XI. Nova anomalia

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
11	Nova anomalia	10
Descrição		

O utilizador regista uma nova anomalia num determinado equipamento;
Actores
Utilizador
Pré-Condições
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clicou na opção “Anomalias – Nova Anomalia” no “Menu Principal”; • O utilizador seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Anomalias - Nova anomalia”;
Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra o formulário de registo de anomalias; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Insere a informação da anomalia; ○ Clica em “Guardar”; • O sistema guarda as alterações efectuadas; • O utilizador clica em “Fechar”;
Caminho Alternativo
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra o “Menu Principal”;

XII. Mudar estado

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
12	Mudar estado	11
Descrição		
O utilizador regista a mudança de estado de um equipamento		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		

<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clicou na opção “Estados dos Equipamentos” no “Menu Principal”; • O utilizador seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Mudar estado”;
Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra ao “utilizador” a lista de estados possíveis; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Selecciona o estado do equipamento; ○ Confirma o novo estado; • O sistema regista o novo estado para o equipamento; • O utilizador clica em “Fechar”;
Caminho Alternativo
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra o “Formulário de Pesquisa”;

XIII. Novo pedido

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
13	Novo pedido	12
Descrição		
O utilizador insere um novo pedido de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clicou na opção “Pedidos de reparação – Novo pedido” no “Menu Principal”; • O utilizador seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Pedidos de Reparação - Novo pedido”; 		

Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra o formulário para registar um novo pedido de reparação; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Preenche o formulário com os dados do pedido; ○ Clica em “Guardar”; • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Regista o novo pedido de reparação para o equipamento; ○ Mostra o “Menu Principal”;
Caminho Alternativo
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Cancelar”; • O sistema mostra o “Menu Principal”;

XIV. Consultar pedidos de reparação

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
14	Consultar pedidos reparação	13
Descrição		
O utilizador consulta os pedidos de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clicou na opção “Pedidos de Reparação – Consultar pedidos” no “Menu Principal”; • O utilizador seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Pedidos de Reparação – Consultar pedidos”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra um formulário com os “Pedidos de Reparação” criados para o equipamento; 		

<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Selecciona um documento; ○ Clica em “Consultar”; • O sistema mostra um formulário com o documento; • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema fecha o formulário com a consulta do documento;
Caminhos Alternativos
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema fecha o formulário com os “Pedidos de Reparação” criados;

XV. Seleccionar pedido

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
15	Seleccionar pedido	13
Descrição		
O utilizador selecciona um pedido de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clicou na opção “Pedidos de Reparação – Consultar pedidos” no “Menu Principal”; • O utilizador seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Pedidos de Reparação – Consultar pedidos”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador selecciona um “Pedido de Reparação”; 		

XVI. Alterar pedido

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
---------------	------	-------------

16	Alterar pedido	13
Descrição		
O utilizador altera um pedido de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador seleccionou um “Pedido de Reparação”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Consultar”; • O sistema mostra o formulário com os dados do pedido; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Efectua as alterações no pedido; ○ Clica em “Guardar”; • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Guardar as alterações efectuadas; ○ Mostra a “Consulta de Pedidos de Reparação”; 		
Caminho Alternativo		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra a “Consulta de Pedidos de Reparação”; 		

XVII. Nova ordem

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
17	Nova ordem	14
Descrição		
O utilizador insere uma nova ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		

Pré-Condições
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clicou na opção “Ordens de reparação – Nova ordem” no “Menu Principal”; • O utilizador seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Ordens de Reparação - Nova ordem”;
Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra o formulário para registar uma nova ordem de reparação; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Preenche o formulário com os dados da ordem de reparação; ○ Clica em “Guardar”; • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Regista a nova ordem de reparação para o equipamento; ○ Mostra o “Menu Principal”;
Caminho Alternativo
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Cancelar”; • O sistema mostra o “Menu Principal”;

XVIII. Consultar ordens de reparação

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
18	Consultar ordens de reparação	15
Descrição		
O utilizador consulta as ordens de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clicou na opção “Ordens de Reparação – Consultar ordens” no “Menu Principal”; 		

<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Ordens de Reparação – Consultar ordens”;
Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O sistema mostra um formulário com as “Ordens de Reparação” criadas para o equipamento; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Selecciona um documento; ○ Clica em “Consultar”; • O sistema mostra um formulário com o documento; • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema fecha o formulário com a consulta do documento;
Caminhos Alternativos
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema fecha o formulário com os “Pedidos de Reparação” criados;

XIX. Seleccionar ordem

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
19	Seleccionar ordem	15
Descrição		
O utilizador selecciona uma ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clicou na opção “Ordens de Reparação – Consultar ordens” no “Menu Principal”; • O utilizador seleccionou um equipamento, activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Ordens de Reparação – Consultar ordens”; 		

Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador selecciona uma “Ordem de Reparação”;

XX. Alterar ordem

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
20	Alterar ordem	15
Descrição		
O utilizador altera uma ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador seleccionou uma “Ordem de Reparação”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Consultar”; • O sistema mostra o formulário com os dados da ordem de reparação; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Efectua as alterações na ordem de reparação; ○ Clica em “Guardar”; • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Guardar as alterações efectuadas; ○ Mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”; 		
Caminho Alternativo		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”; 		

XXI. Analisar ordem

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
21	Analisar ordem	16
Descrição		
O utilizador analisa os dados de uma ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador seleccionou uma “Ordem de Reparação”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Analisar ordem”; • O sistema mostra o formulário com o resumo da ordem de reparação; • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”; 		

XXII. Consultar mão-de-obra

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
22	Consultar mão-de-obra	17
Descrição		
O utilizador consulta os tempos de mão-de-obra de uma ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador seleccionou uma “Ordem de Reparação”; 		

Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Mão de Obra - Consultar”; • O sistema mostra o formulário com os tempos de mão-de-obra registados; • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”;

XXIII. Consultar material

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
23	Consultar material	18
Descrição		
O utilizador consulta o material de uma ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador seleccionou uma “Ordem de Reparação”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Material”; • O sistema mostra o formulário com o material registado; • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”; 		

XXIV. Pedir material

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
24	Pedir material	18

Descrição
O utilizador efectua o pedido de material para uma ordem de reparação
Actores
Utilizador
Pré-Condições
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador seleccionou uma “Ordem de Reparação”;
Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Pedidos de material - Novo”; • O sistema mostra o “Formulário de Pedido de Material”; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Preenche o formulário; ○ Clica em “Guardar”; • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Guarda os dados do pedido de material; ○ Mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”;
Caminho Alternativo
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”;

XXV. Consultar relatórios

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
25	Consultar relatórios	20
Descrição		
O utilizador consulta os relatórios de uma ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		

Pré-Condições
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador seleccionou uma “Ordem de Reparação”;
Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Relatórios - Consultar”; • O sistema mostra o formulário com os relatórios registados; • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”;

XXVI. Criar novo relatório

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
26	Criar novo relatório	19
Descrição		
O utilizador cria um relatório para uma operação de ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador efectuou uma “Consulta de Relatórios”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Relatórios - Novo”; • O sistema mostra o formulário para inserir um novo relatório; • O utilizador clica em “Guardar”; • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Guarda as alterações; ○ Mostra a “Consulta de Relatórios”; 		
Caminho Alternativo		

- O utilizador clica em “Fechar”;
- O sistema mostra a “Consulta de Relatórios”;

XXVII. Alterar relatório

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
27	Alterar relatório	19
Descrição		
O utilizador altera um relatório de uma operação de uma ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador efectuou uma “Consulta de Relatórios”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Relatórios - Consultar”; • O sistema mostra os relatórios já criados; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Selecciona o relatório; ○ Activa o “Menu de Contexto” e clica em “Alterar”; • O sistema mostra os dados do relatório; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Altera os dados do relatório; ○ Clica em “Guardar”; • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Guarda as alterações; ○ Mostra a “Consulta de Relatórios”; 		
Caminho Alternativo		

- O utilizador clica em “Cancelar”;
- O sistema mostra a “Consulta de Relatórios”;

XXVIII. Sincronizar dados

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
28	Sincronizar dados	2
Descrição		
O utilizador sincronizar os dados do dispositivo móvel para o sistema ERP		
Actores		
Utilizador		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Sincronizar”; • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sincroniza a informação do dispositivo móvel para o ERP; ○ Sincroniza a informação do ERP para o dispositivo móvel; ○ Actualiza os dados na base de dados do dispositivo móvel; ○ Informa o utilizador do estado da operação; ○ O sistema fecha o “formulário de sincronização”; 		
Caminho Alternativo #1		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema fecha o “formulário de sincronização”; 		
Caminho Alternativo #2		
<ul style="list-style-type: none"> • O sistema: <ul style="list-style-type: none"> ○ Não tem conectividade <i>Wi-Fi</i>; ○ Não tem cabo de dados ligado; 		

XXIX. Registar mão-de-obra

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
29	Registar mão-de-obra	17
Descrição		
O utilizador regista os tempos de mão-de-obra numa ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador seleccionou uma “Ordem de Reparação”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Mão de Obra - Novo”; • O sistema mostra o formulário para registar a mão-de-obra; • O utilizador: <ul style="list-style-type: none"> ○ Regista a mão-de-obra; ○ Clica em “Guardar”; • O sistema mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”; 		
Caminho Alternativo		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”; 		

XXX. Consultar pedidos de material

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
30	Consultar pedidos de material	16
Descrição		

O utilizador efectua a consulta dos pedidos de material de uma ordem de reparação
Actores
Utilizador
Pré-Condições
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador seleccionou uma “Ordem de Reparação”;
Caminho Normal
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Pedidos de material - Consultar”; • O sistema mostra os “Pedidos de Material” efectuados; • O utilizador clica em “Fechar”; • O sistema mostra a “Consulta de Ordens de Reparação”;

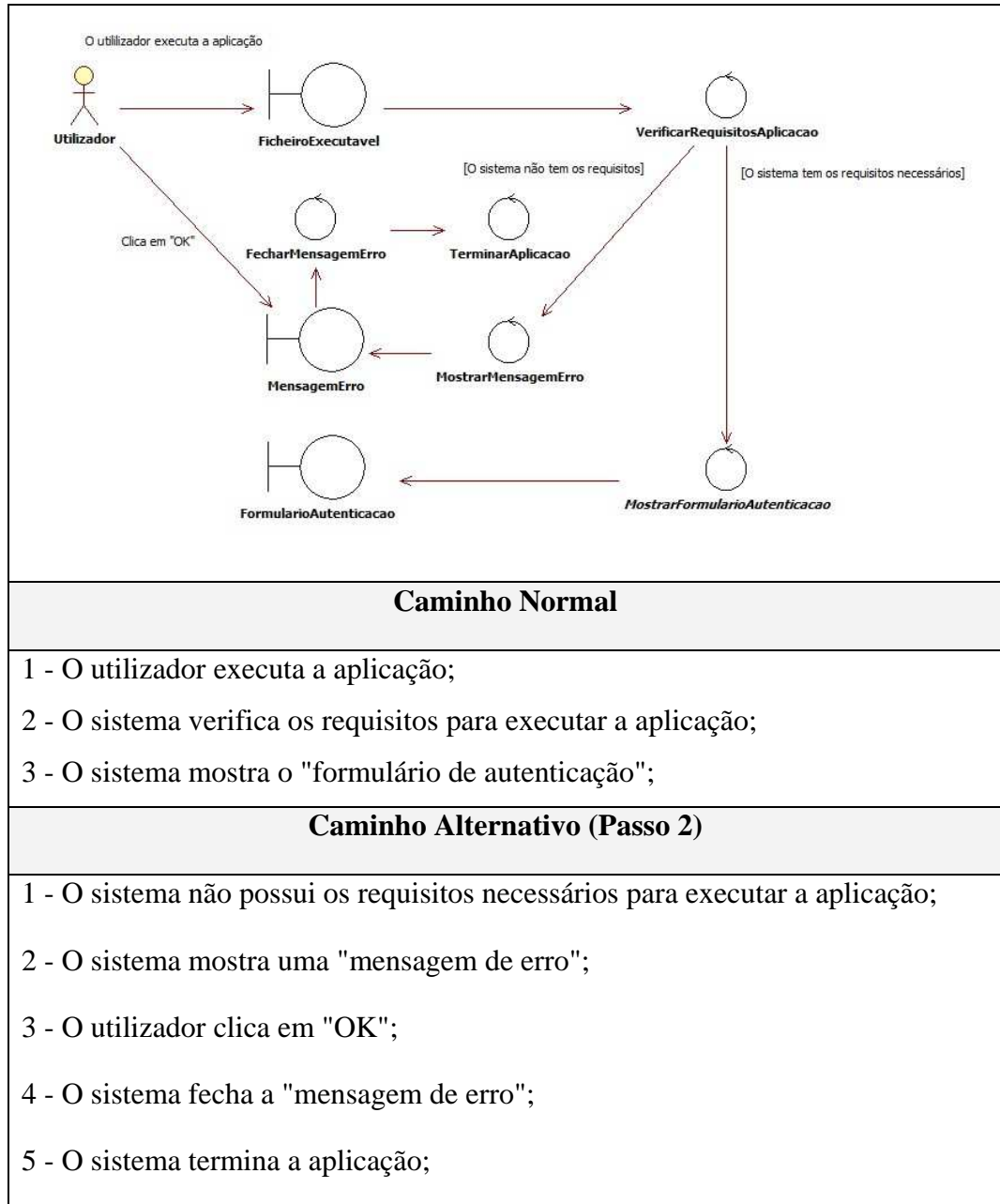
XXXI. Apagar relatório

# Caso de Uso	Nome	# Requisito
31	Alterar relatório	20
Descrição		
O utilizador apaga um relatório de uma operação de uma ordem de reparação		
Actores		
Utilizador		
Pré-Condições		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador efectuou uma “Consulta de Relatórios”; 		
Caminho Normal		
<ul style="list-style-type: none"> • O utilizador activou o “Menu de Contexto” e clicou em “Relatórios - Consultar”; 		

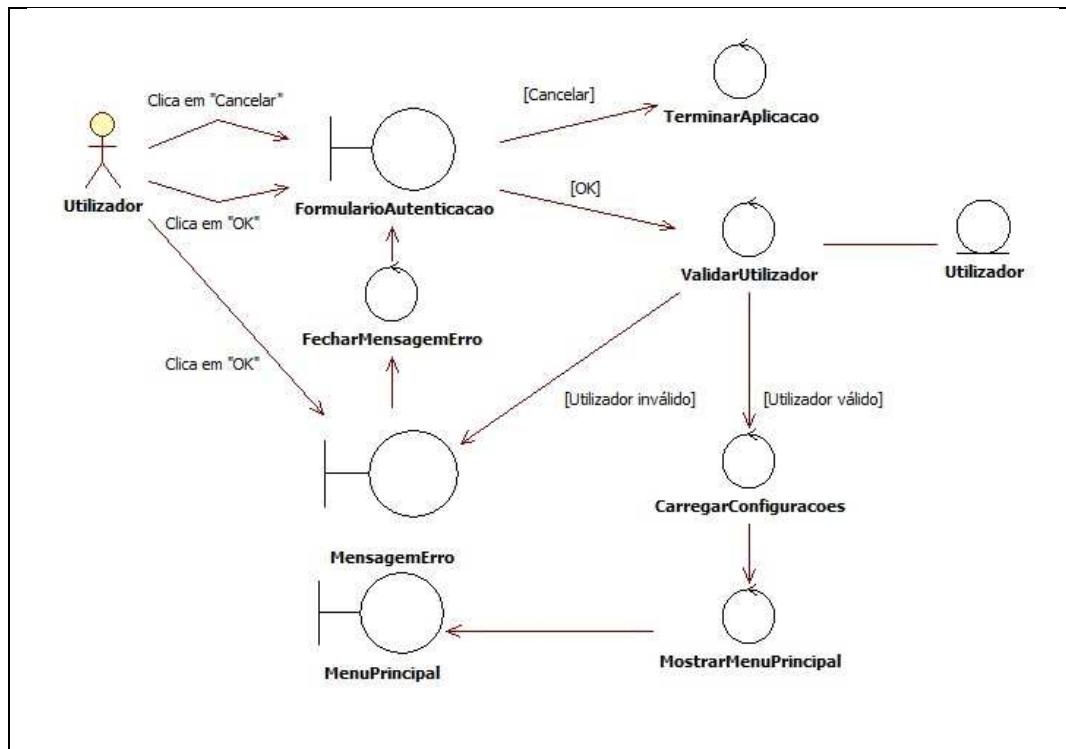
- O sistema mostra os relatórios já criados;
- O utilizador:
 - Selecciona o relatório;
 - Activa o “Menu de Contexto” e clica em “Apagar”;
- O sistema elimina o relatório;
- O utilizador clica em “Fechar”;
- O sistema mostra a “Consulta de Relatórios”;

Anexo III – Diagramas de Robustez

I. Iniciar aplicação



II. Validar utilizador



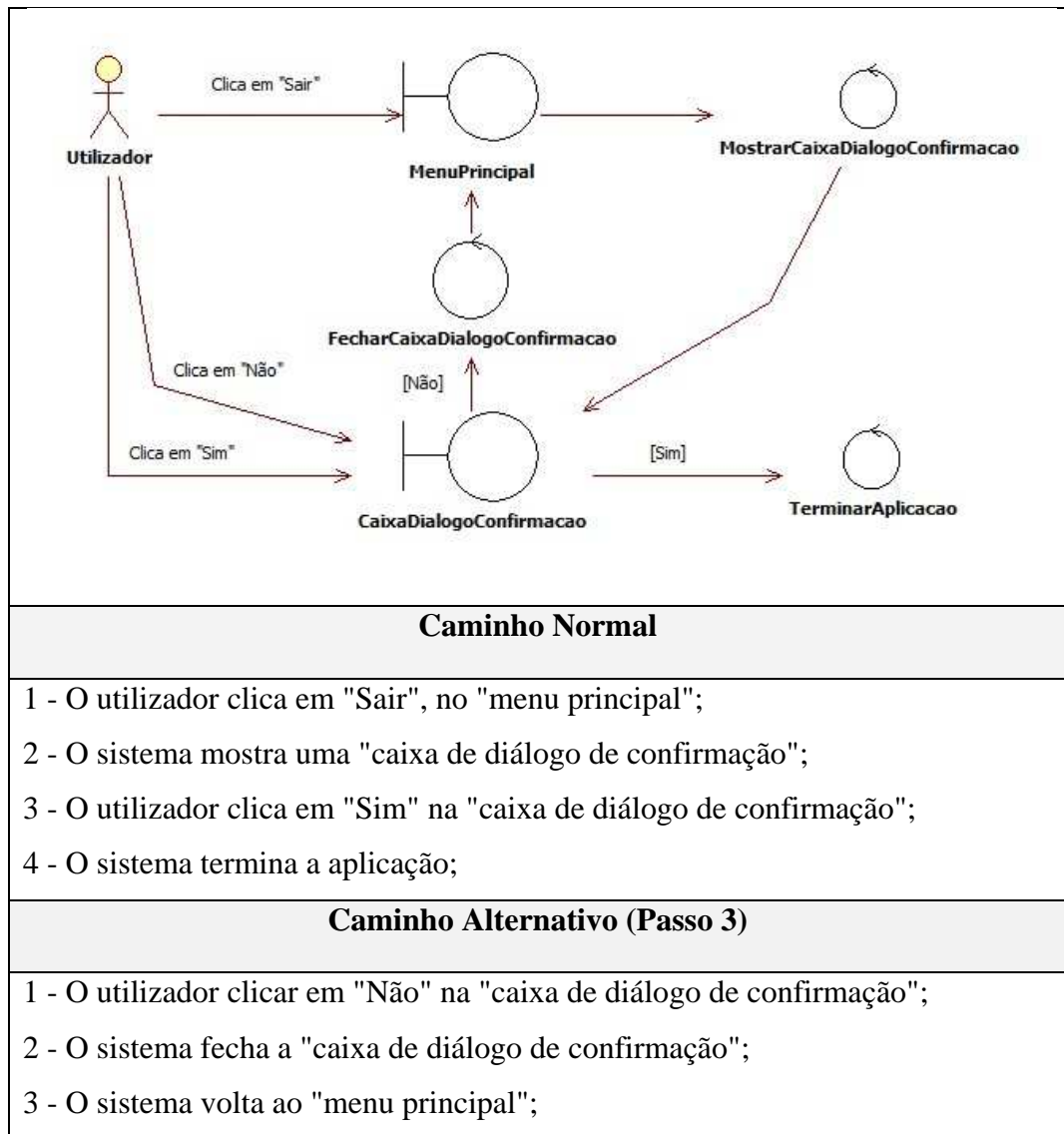
Caminho Normal

- 1 - O utilizador preenche o nome de utilizador e palavra-chave;
- 2 - O utilizador clica em "OK", no "formulário de autenticação";
- 3 - O sistema valida os dados dos utilizador na base de dados;
- 4 - O sistema carrega as configurações da aplicação;
- 5 - O sistema mostra o "menu principal";

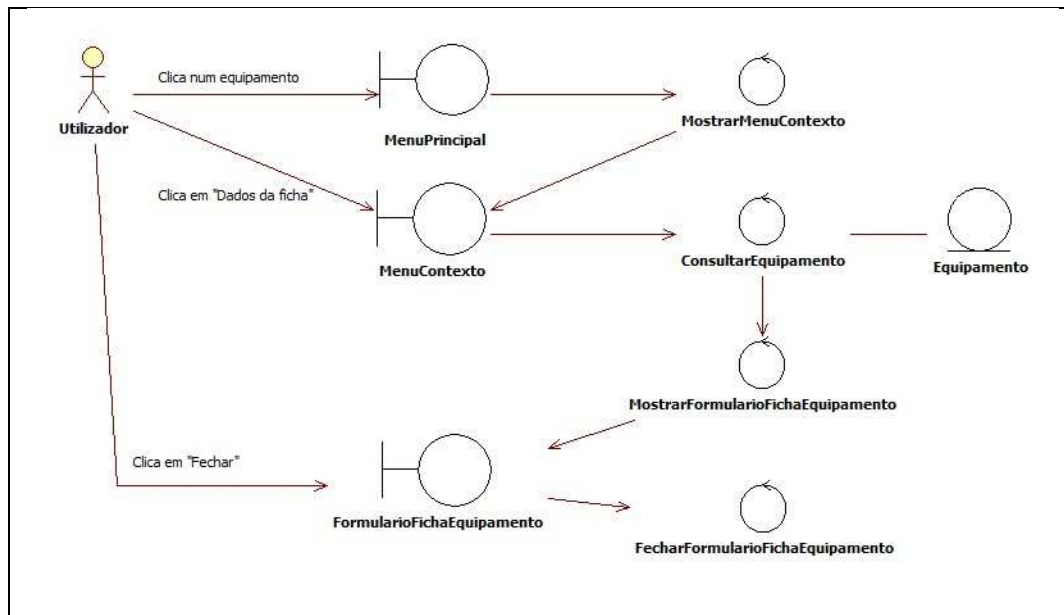
Caminho Alternativo (Passo 2)

- 1 - O sistema mostra uma "mensagem de erro" ao utilizador, caso os dados do utilizador não sejam válidos;
- 2 - O utilizador clica em "OK";
- 3 - O sistema fecha a "mensagem de erro" e volta ao "formulário de autenticação"

III. Terminar aplicação



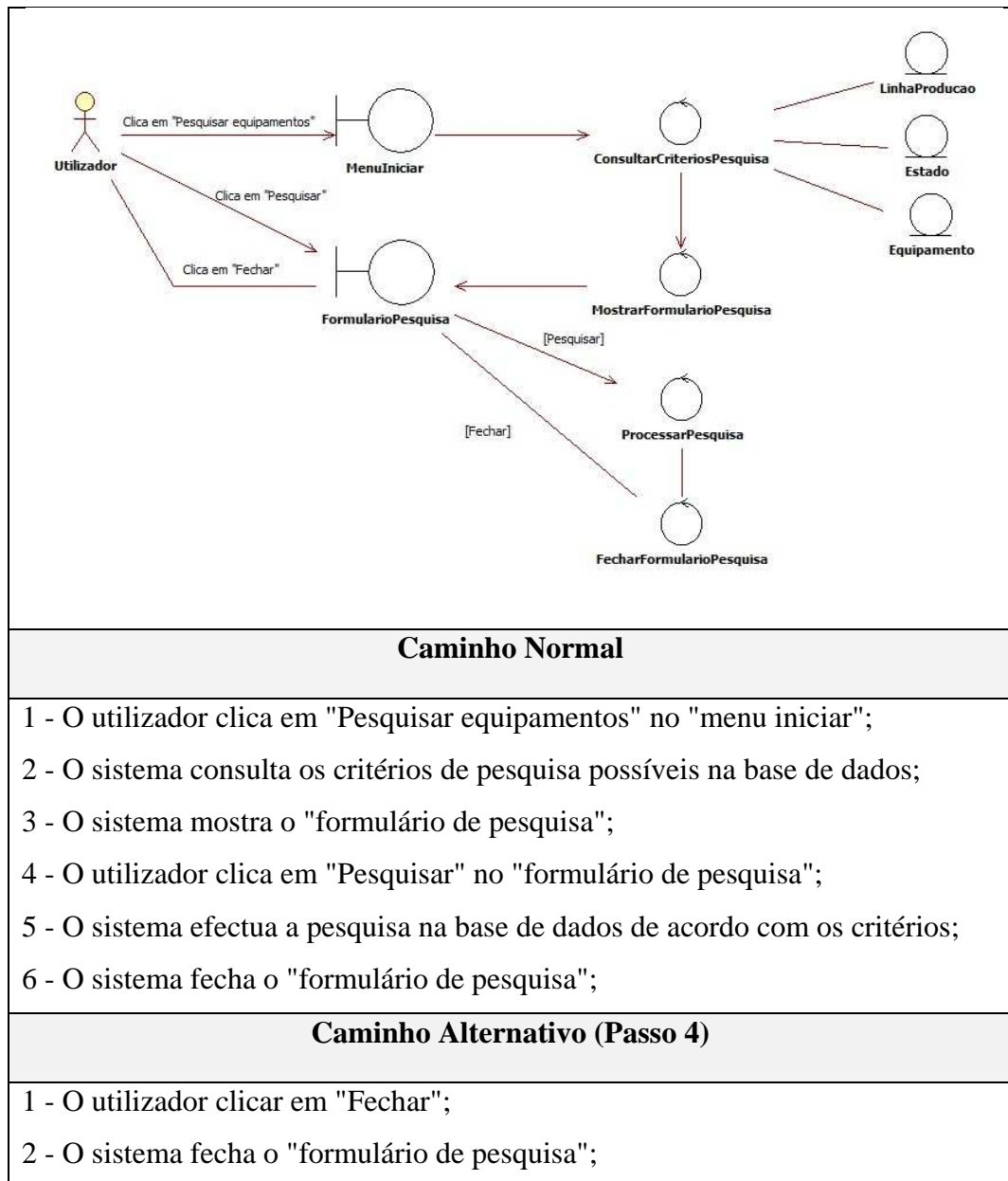
IV. Consultar equipamento



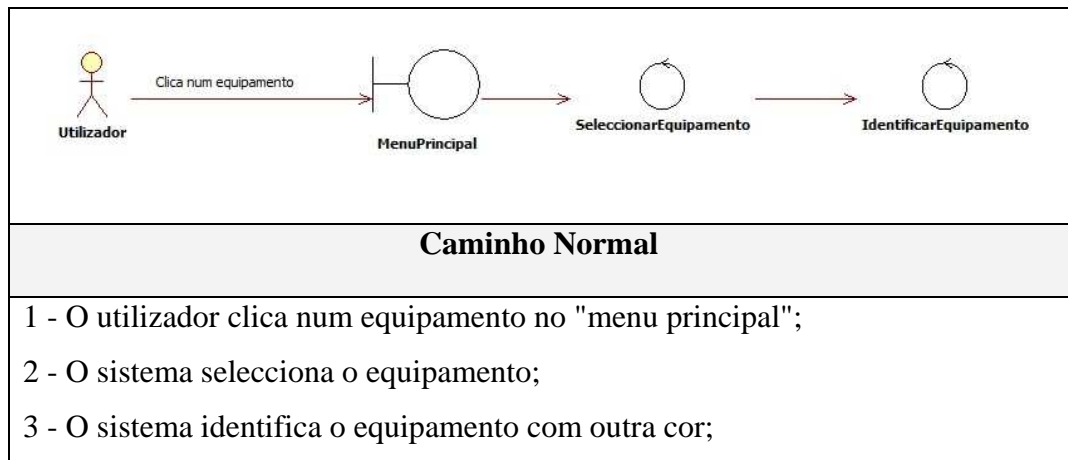
Caminho Normal

- 1 - O utilizador clica num equipamento no "menu principal" e activa o "menu de contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Dados da ficha" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os dados do equipamento na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário da ficha de equipamento";
- 6 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário da ficha de equipamento";
- 7 - O sistema fecha o "formulário da ficha de equipamento";

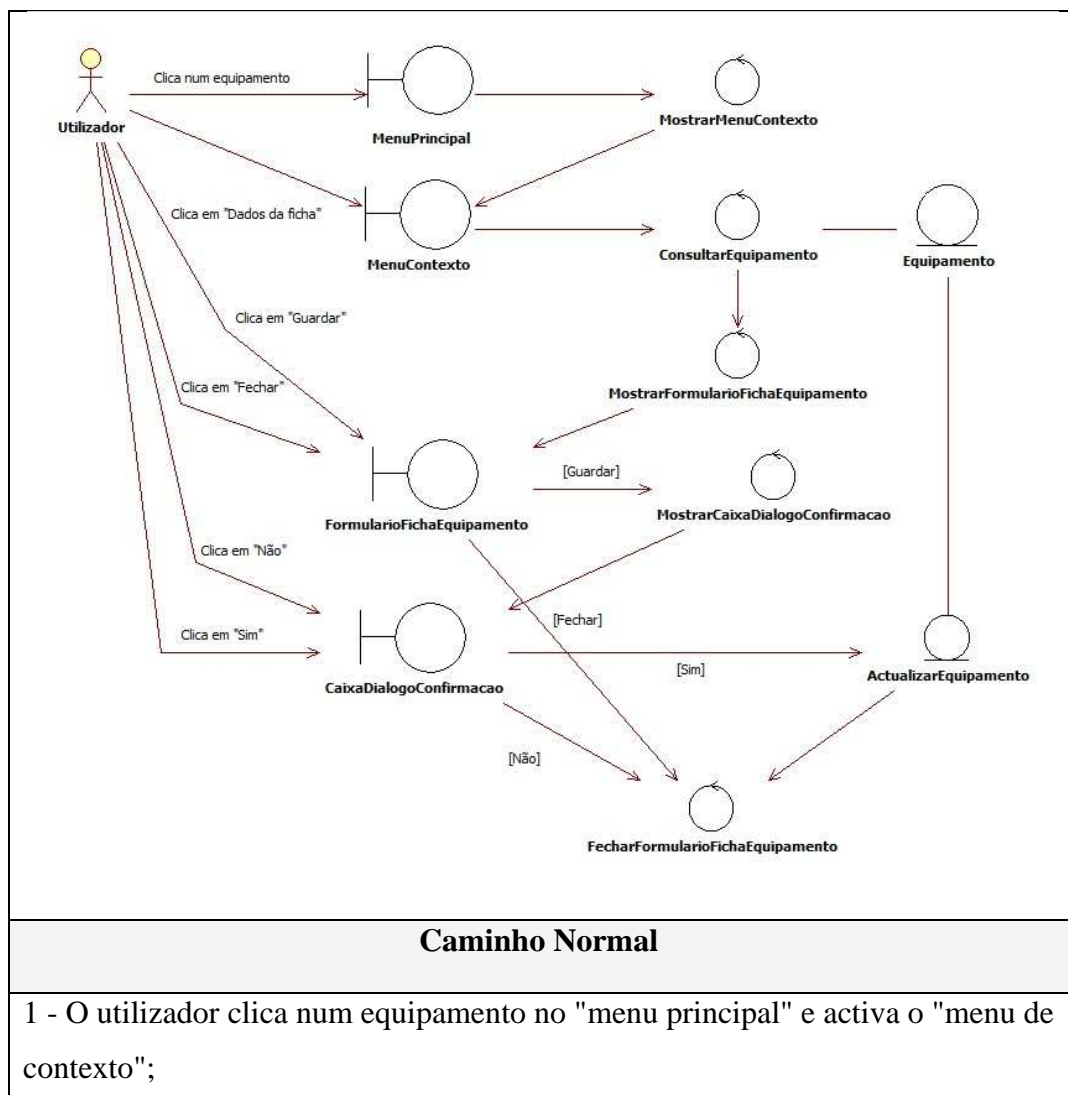
V. Pesquisar equipamento



VI. Seleccionar equipamento



VII. Actualizar dados



- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Dados da ficha" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os dados do equipamento na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário da ficha de equipamento";
- 6 - O utilizador actualiza os dados e clica em "Guardar" no "formulário da ficha de equipamento";
- 7 - O sistema mostra uma "caixa de diálogo de confirmação";
- 8 - O utilizador clica em "Sim" na "caixa de diálogo de confirmação";
- 9 - O sistema actualiza os dados do equipamento na base de dados;
- 10 - O sistema fecha o "formulário da ficha de equipamento";

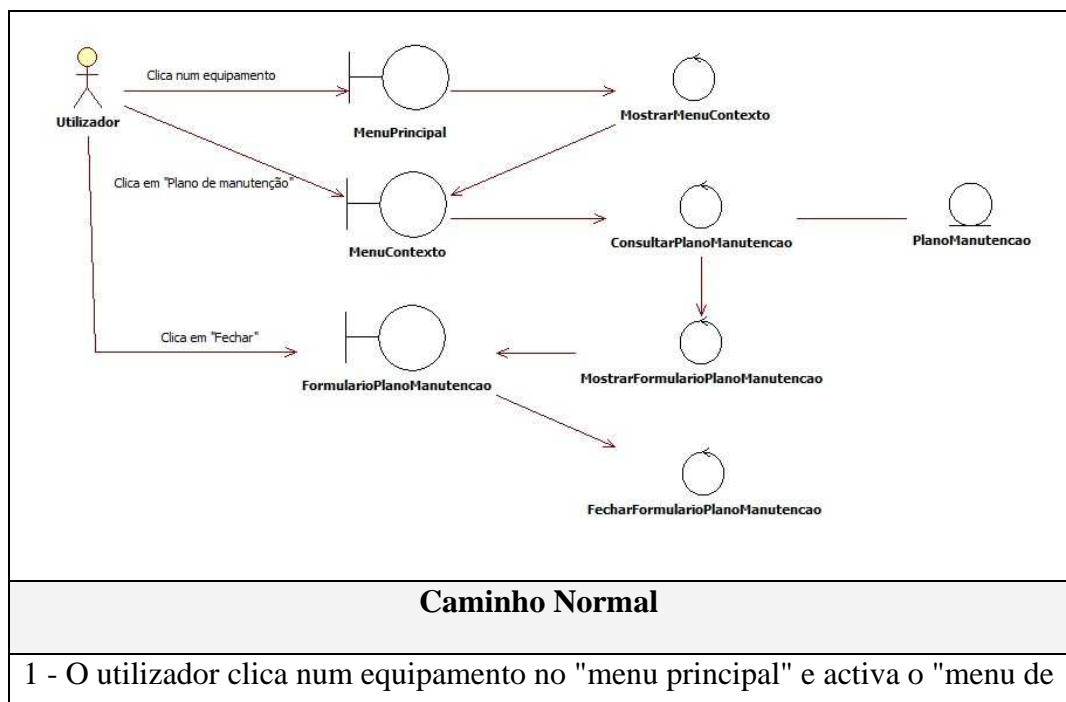
Caminho Alternativo #1 (Passo 6)

- 1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário da ficha de equipamento";
- 2 - O sistema fecha o "formulário da ficha de equipamento";

Caminho Alternativo #2 (Passo 8)

- 1 - O utilizador clica em "Não" na "caixa de diálogo de confirmação";
- 2 - O sistema fecha o "formulário da ficha de equipamento";

VIII. Consultar planos de manutenção

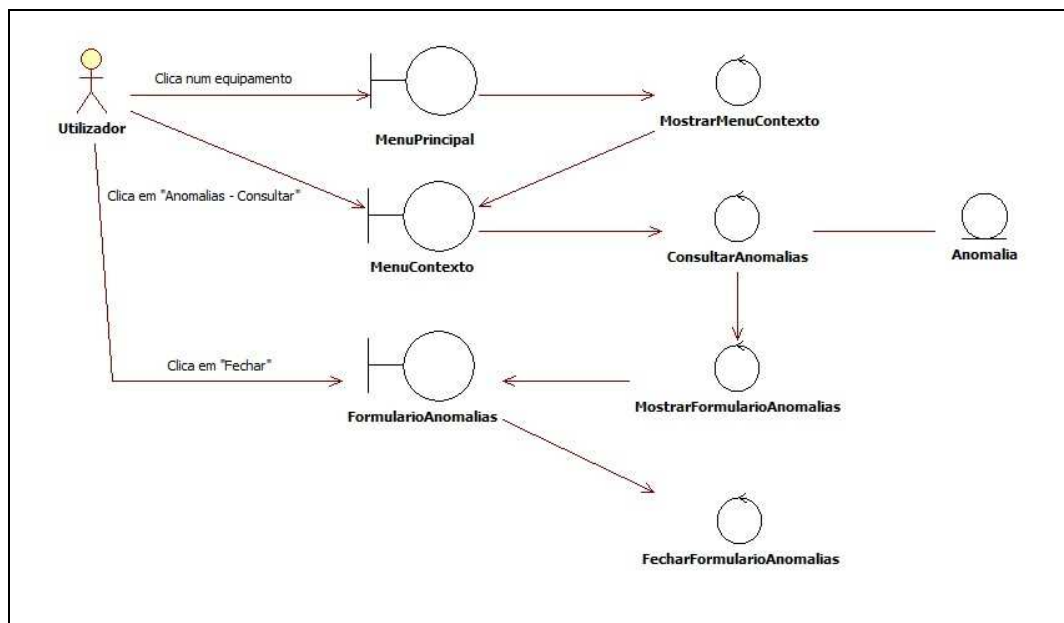


Caminho Normal

- 1 - O utilizador clica num equipamento no "menu principal" e activa o "menu de

- contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
 - 3 - O utilizador clica em "Plano de manutenção" no "menu de contexto";
 - 4 - O sistema consulta os dados do plano de manutenção do equipamento na base de dados;
 - 5 - O sistema mostra o "formulário do plano de manutenção";
 - 6 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário do plano de manutenção";
 - 7 - O sistema fecha o "formulário do plano de manutenção";

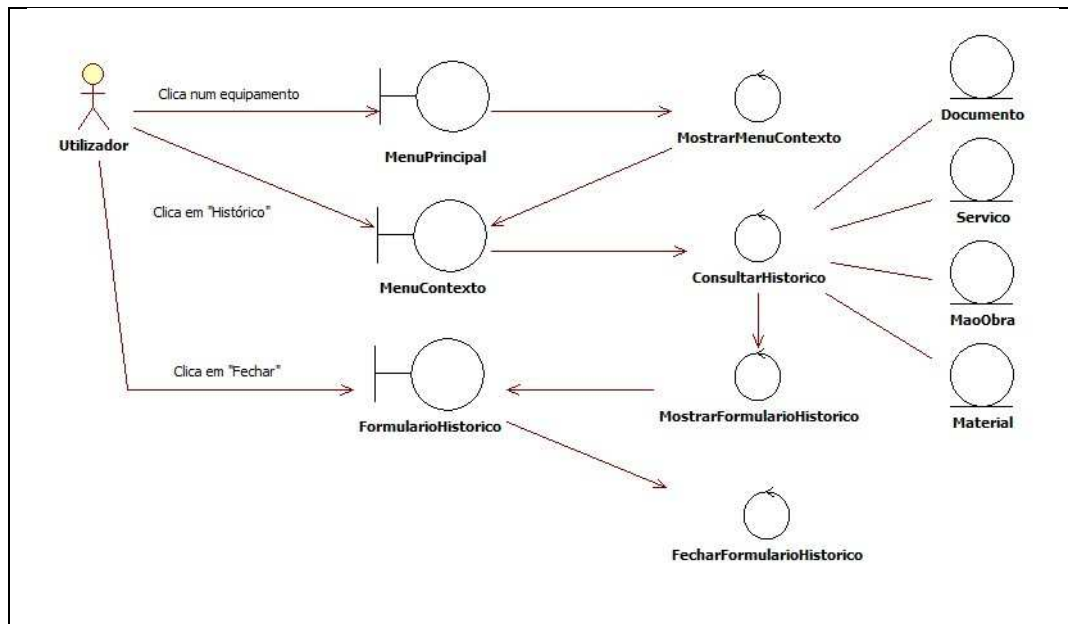
IX. Consultar anomalias



Caminho Normal

- 1 - O utilizador clica num equipamento no "menu principal" e activa o "menu de contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Anomalias - Consultar" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os dados das anomalias do equipamento na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário de anomalias";
- 6 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de anomalias";
- 7 - O sistema fecha o "formulário de anomalias";

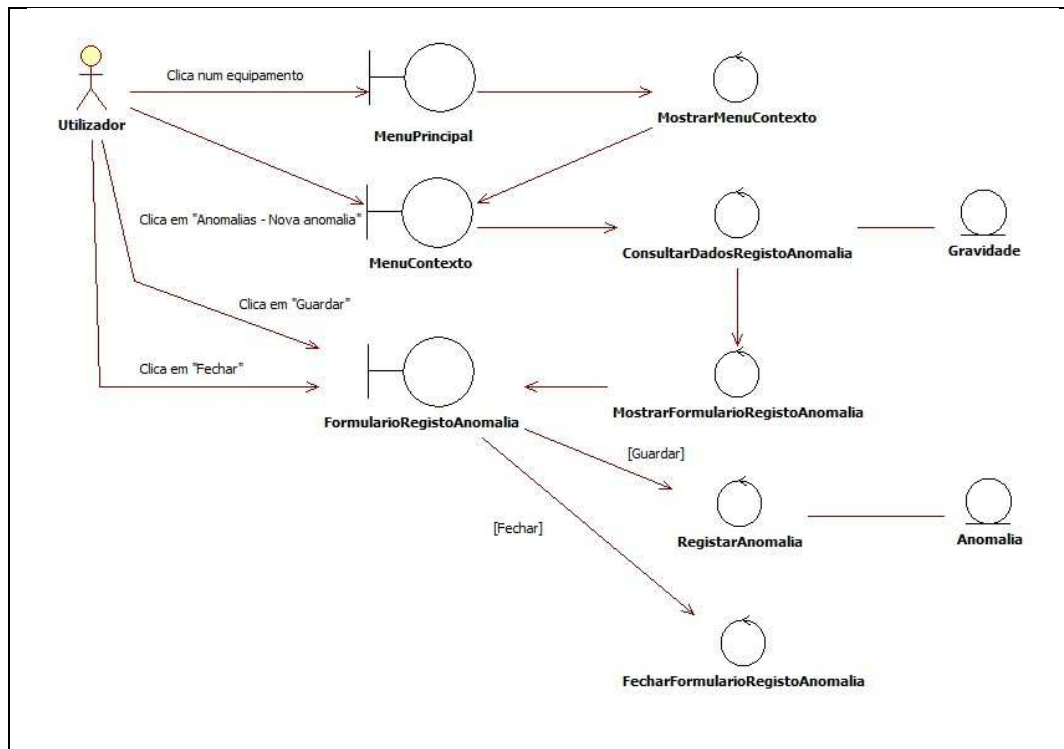
X. Consultar histórico



Caminho Normal

- 1 - O utilizador clica num equipamento no "menu principal" e activa o "menu de contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Histórico" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os dados do histórico do equipamento na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário de histórico";
- 6 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de histórico";
- 7 - O sistema fecha o "formulário de histórico";

XI. Nova anomalia



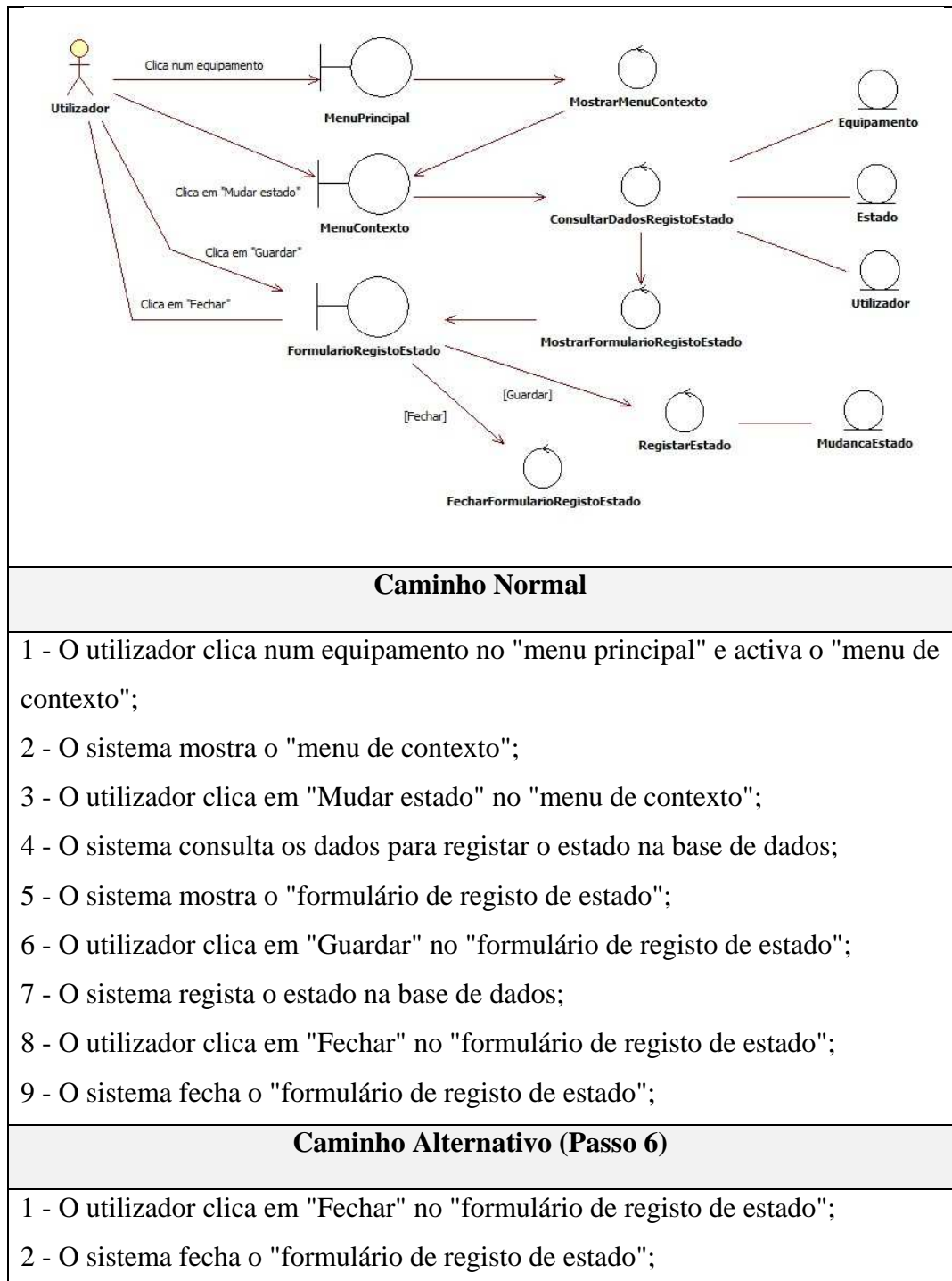
Caminho Normal

- 1 - O utilizador clica num equipamento no "menu principal" e activa o "menu de contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Anomalias - Nova anomalia" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os dados para registar a anomalia na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário de registo de anomalia";
- 6 - O utilizador clica em "Guardar" no "formulário de registo de anomalia";
- 7 - O sistema regista a anomalia da base de dados;
- 8 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de registo de anomalia";
- 9 - O sistema fecha o "formulário de registo de anomalia";

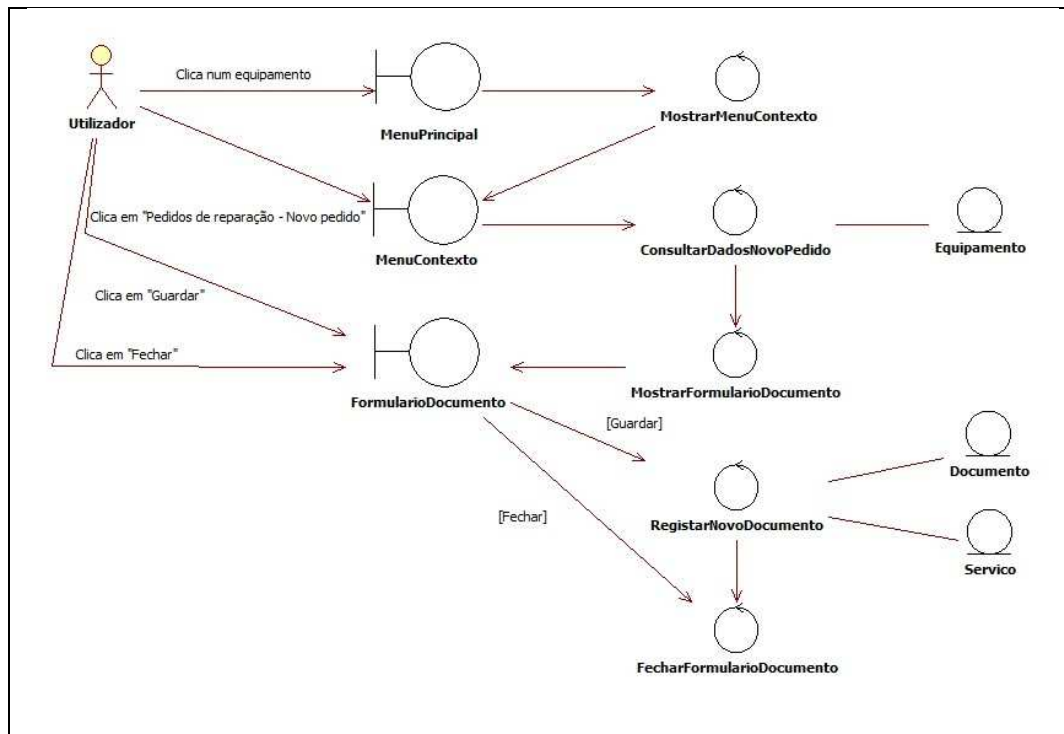
Caminho Alternativo (Passo 6)

- 1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de registo de anomalia";
- 2 - O sistema fecha o "formulário de registo de anomalia";

XII. Mudar estado



XIII. Novo pedido



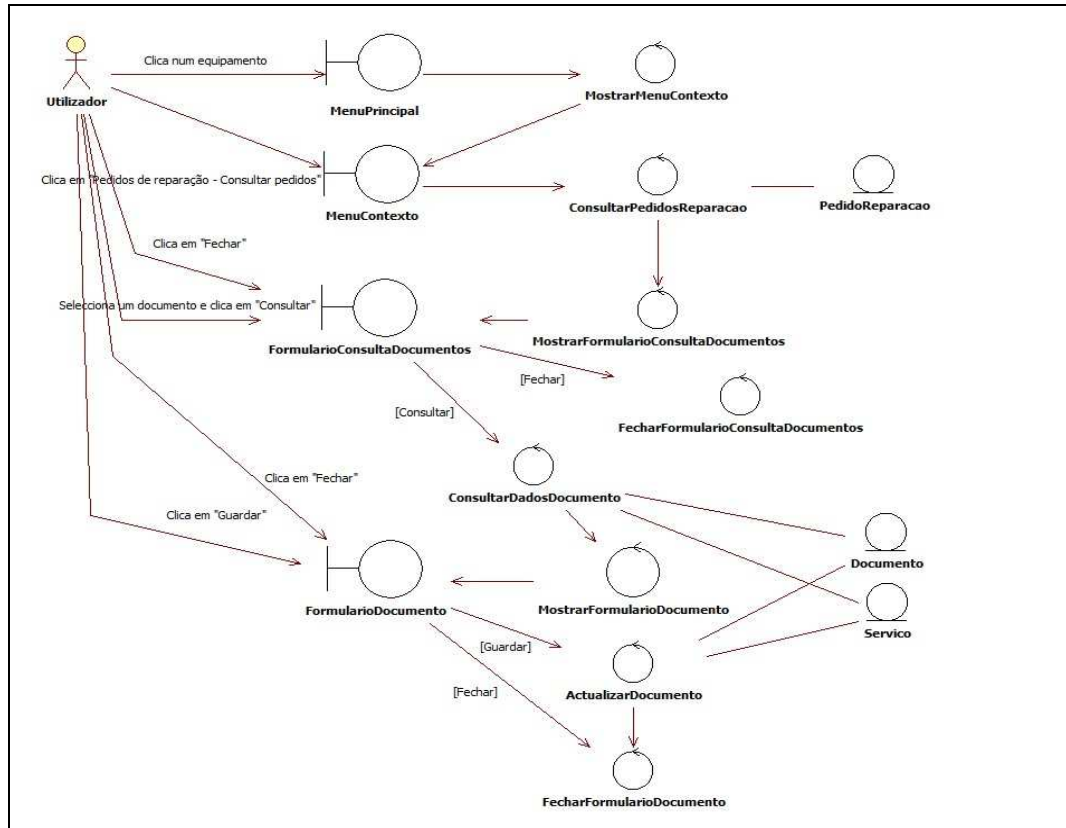
Caminho Normal

- 1 - O utilizador clica num equipamento no "menu principal" e activa o "menu de contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Pedidos de reparação - Novo pedido" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os dados para registar um novo pedido na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário de documento";
- 6 - O utilizador clica em "Guardar" no "formulário de documento";
- 7 - O sistema regista o novo documento na base de dados;
- 8 - O sistema fecha o "formulário de documento";

Caminho Alternativo (Passo 6)

- 1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de documento";
- 2 - O sistema fecha o "formulário de documento";

XIV. Consultar pedidos de reparação



Caminho Normal

- 1 - O utilizador clica num equipamento no "menu principal" e activa o "menu de contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Pedidos de reparação - Consultar pedidos" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os pedidos de reparação criados na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário de consulta de documentos";
- 6 - O utilizador selecciona um pedido e clica em "Consultar" no "formulário de consulta de documentos";
- 8 - O sistema consulta os dados do documento na base de dados;
- 9 - O sistema mostra o "formulário de documento";
- 10 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de documento";
- 11 - O sistema fecha o "formulário de documento";

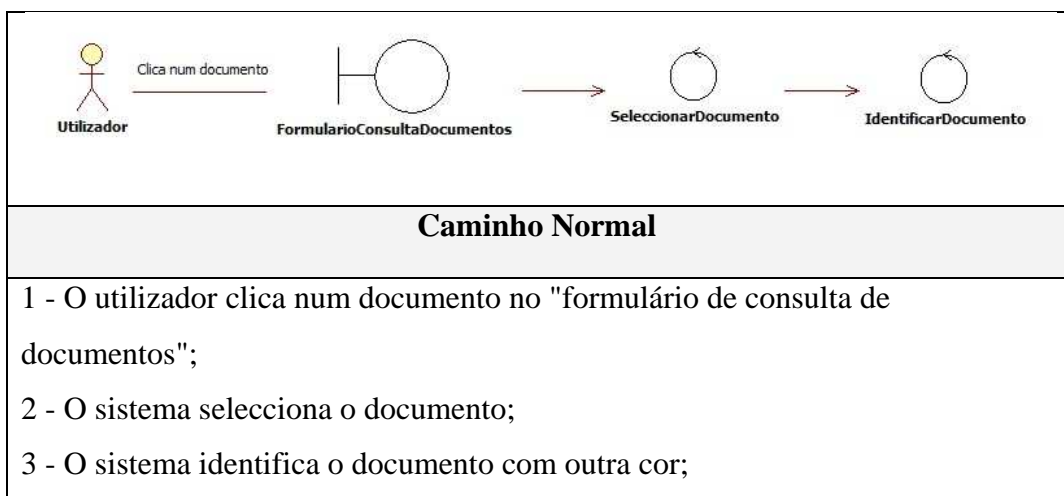
Caminhos Alternativo #1 (Passo 7)

- 1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de consulta de documentos";
- 2 - O sistema fecha o "formulário de consulta de documentos";

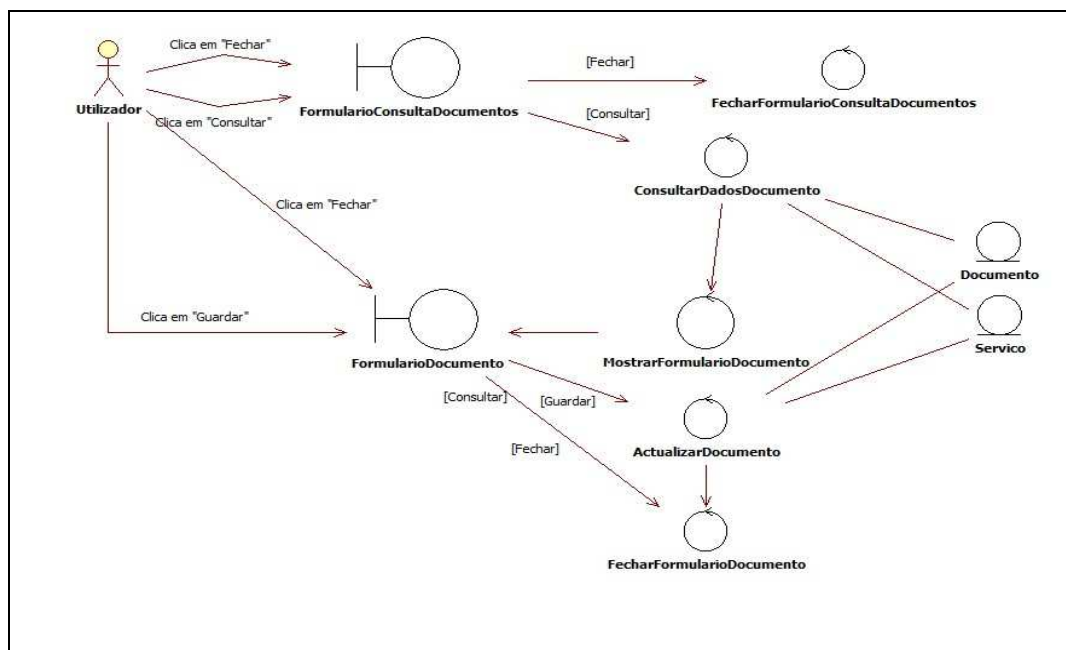
Caminhos Alternativo #2 (Passo 10)

- 1 - O utilizador clica em "Guardar" no "formulário de consulta de documentos";
- 2 - O sistema actualiza os dados do documento na base de dados;
- 3 - O sistema fecha o "formulário de consulta de documentos";

XV. Seleccionar pedido

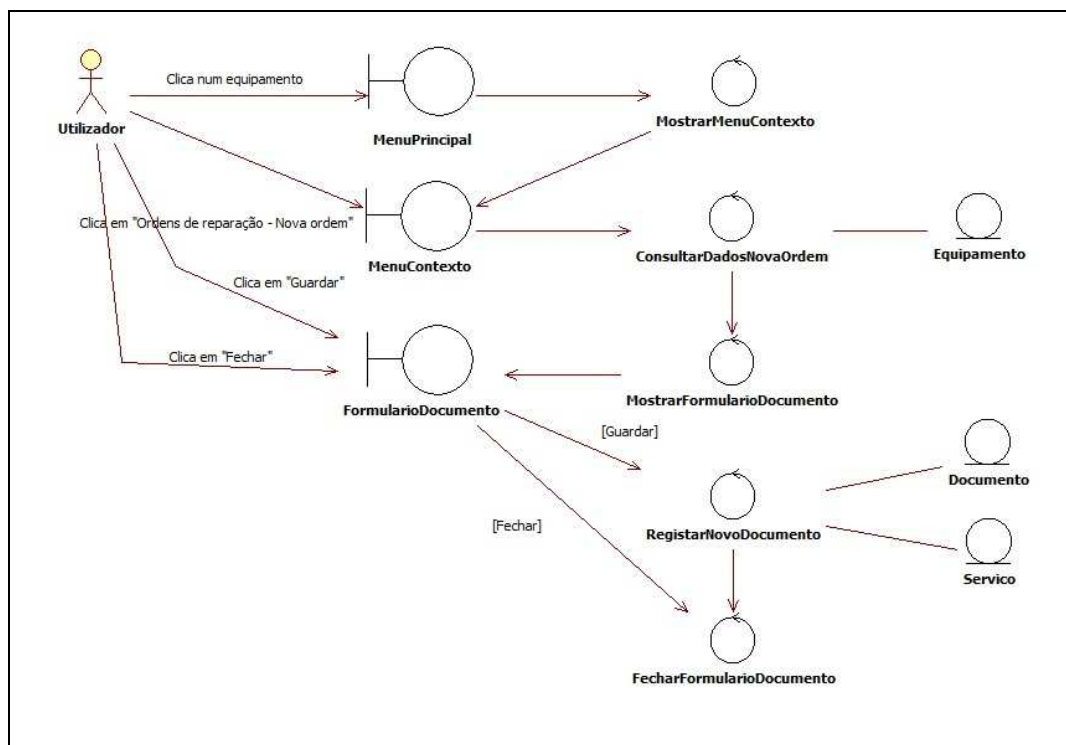


XVI. Alterar pedido



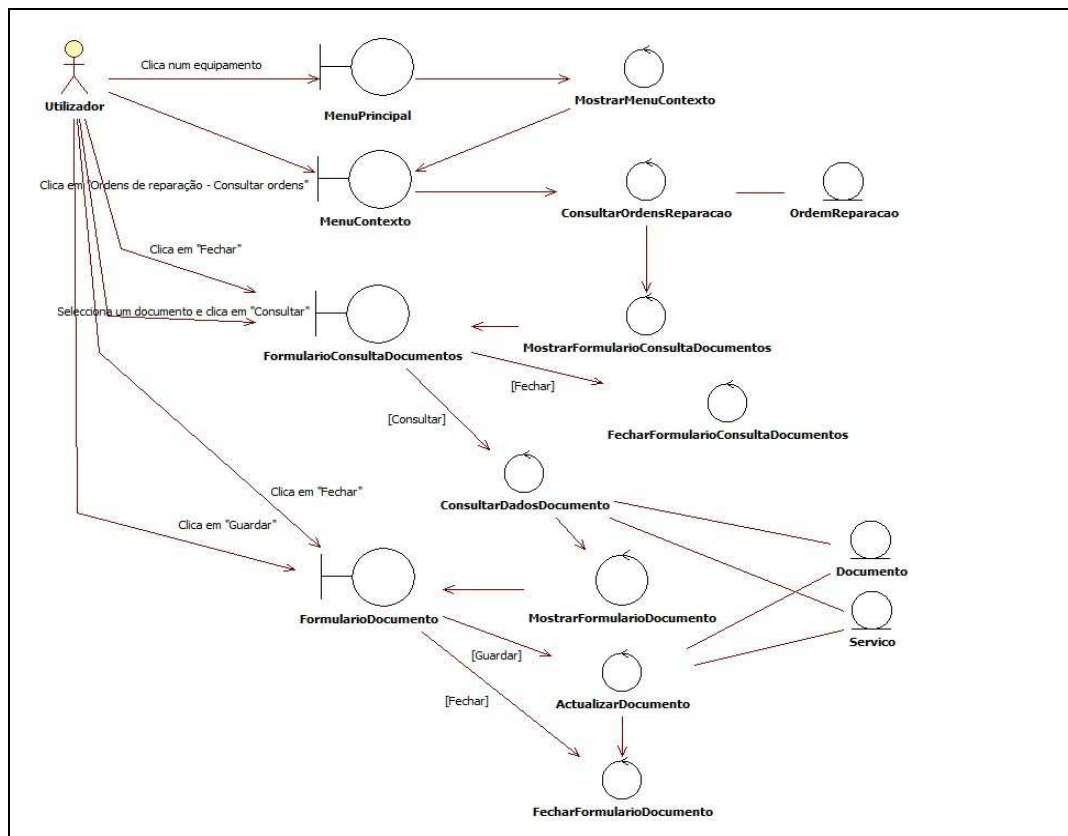
Caminho Normal
1 - O utilizador selecciona um documento e clica em "Consultar" no "formulário de consulta de documentos";
2 - O sistema consulta os dados do pedido de reparação na base de dados;
3 - O sistema mostra o "formulário de documento" com os dados do pedido de reparação;
4 - O utilizador clica em "Guardar" no "formulário de documento";
5 - O sistema actualiza os dados do pedido de reparação na base de dados;
6 - O sistema fecha o "formulário de consulta de documentos";
Caminho Alternativo #1 (Passo 1)
1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de consulta de documentos";
2 - O sistema fecha o "formulário de consulta de documentos";
Caminho Alternativo #2 (Passo 4)
1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de consulta de documentos";
2 - O sistema fecha o "formulário de consulta de documentos";

XVII. Nova ordem



Caminho Normal
1 - O utilizador clica num equipamento no "menu principal" e activa o "menu de contexto";
2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
3 - O utilizador clica em "Ordens de reparação - Nova ordem" no "menu de contexto";
4 - O sistema consulta os dados para registar uma nova ordem na base de dados;
5 - O sistema mostra o "formulário de documento";
6 - O utilizador clica em "Guardar" no "formulário de documento";
7 - O sistema regista o novo documento na base de dados;
8 - O sistema fecha o "formulário de documento";
Caminho Alternativo (Passo 6)
1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de documento";
2 - O sistema fecha o "formulário de documento";

XVIII. Consultar ordens de reparação



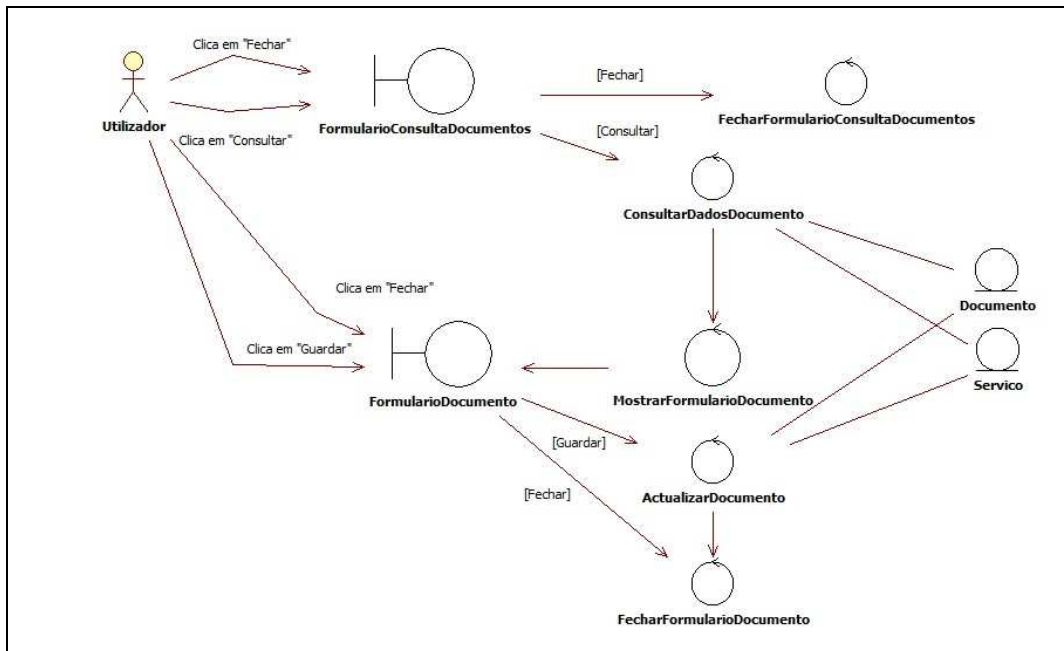
Caminho Normal
<p>1 - O utilizador clica num equipamento no "menu principal" e activa o "menu de contexto";</p> <p>2 - O sistema mostra o "menu de contexto";</p> <p>3 - O utilizador clica em "Ordens de reparação - Consultar ordens" no "menu de contexto";</p> <p>4 - O sistema consulta as ordens de reparação criadas na base de dados;</p> <p>5 - O sistema mostra o "formulário de consulta de documentos";</p> <p>6 - O utilizador selecciona um pedido e clica em "Consultar" no "formulário de consulta de documentos";</p> <p>7 - O sistema consulta os dados do documento na base de dados;</p> <p>8 - O sistema mostra o "formulário de documento";</p> <p>9 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de documento";</p> <p>10 - O sistema fecha o "formulário de documento";</p>
Caminhos Alternativo #1 (Passo 6)
<p>1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de consulta de documentos";</p> <p>2 - O sistema fecha o "formulário de consulta de documentos";</p>
Caminhos Alternativo #2 (Passo 9)
<p>1 - O utilizador clica em "Guardar" no "formulário de consulta de documentos";</p> <p>2 - O sistema actualiza os dados do documento na base de dados;</p> <p>3 - O sistema fecha o "formulário de consulta de documentos";</p>

XIX. Seleccionar ordem

<pre> graph LR U[Utilizador] -- "Clica num documento" --> F[FormularioConsultaDocumentos] F --> S[SeleccionarDocumento] S --> I[IdentificarDocumento] </pre>
Caminho Normal
<p>1 - O utilizador clica num documento no "formulário de consulta de documentos";</p>

- 2 - O sistema selecciona o documento;
- 3 - O sistema identifica o documento com outra cor;

XX. Alterar ordem



Caminho Normal

- 1 - O utilizador selecciona um documento e clica em "Consultar" no "formulário de consulta de documentos";
- 2 - O sistema consulta os dados da ordem de reparação na base de dados;
- 3 - O sistema mostra o "formulário de documento" com os dados da ordem de reparação;
- 4 - O utilizador clica em "Guardar" no "formulário de documento";
- 5 - O sistema actualiza os dados da ordem de reparação na base de dados;
- 6 - O sistema fecha o "formulário de consulta de documentos";

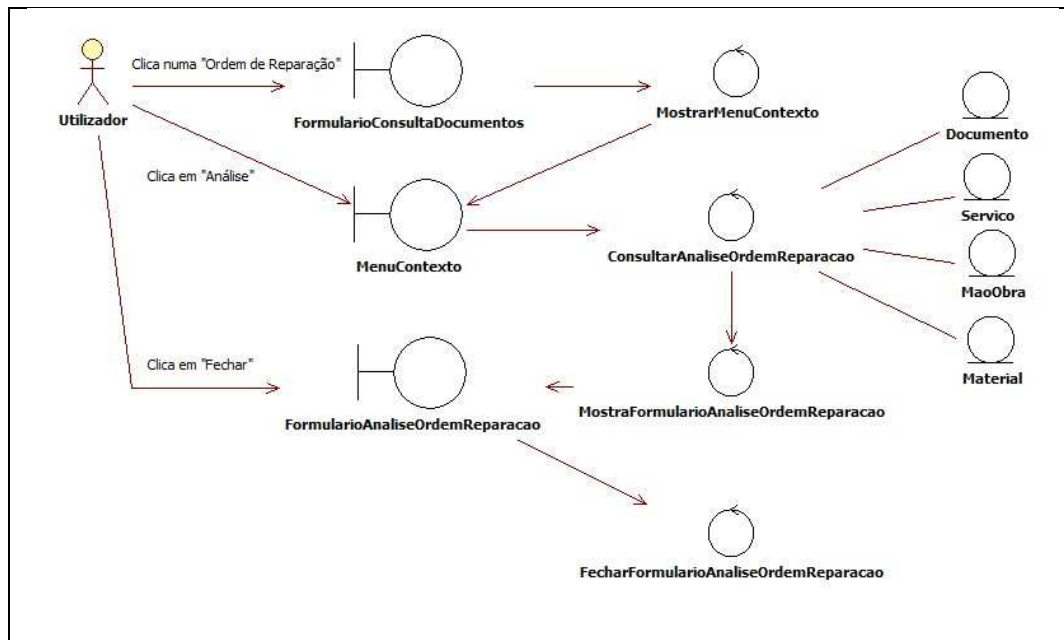
Caminho Alternativo #1 (Passo 1)

- 1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de consulta de documentos";
- 2 - O sistema fecha o "formulário de consulta de documentos";

Caminho Alternativo #2 (Passo 4)

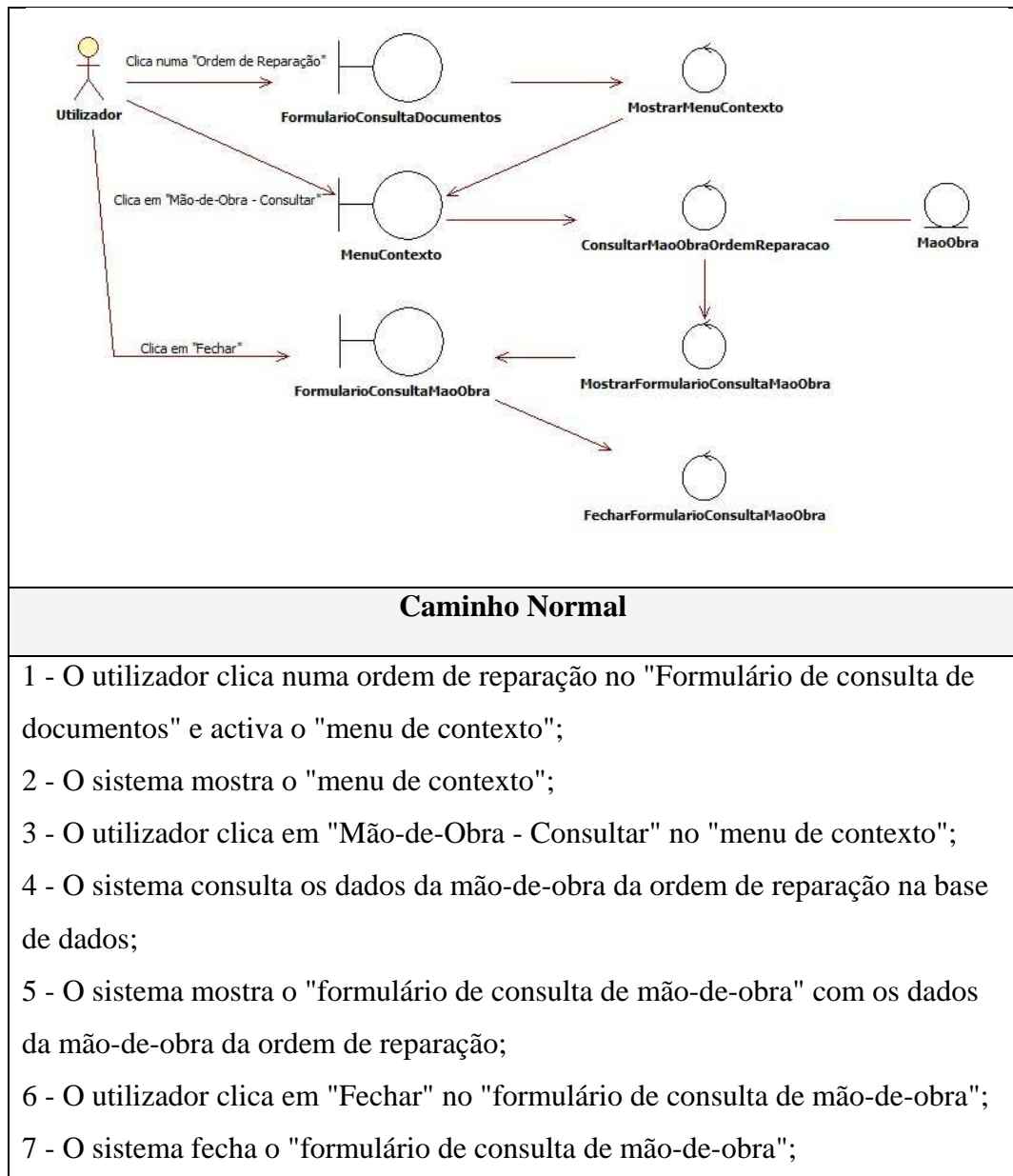
- 1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de consulta de documentos";
- 2 - O sistema fecha o "formulário de consulta de documentos";

XXI. Analisar ordem

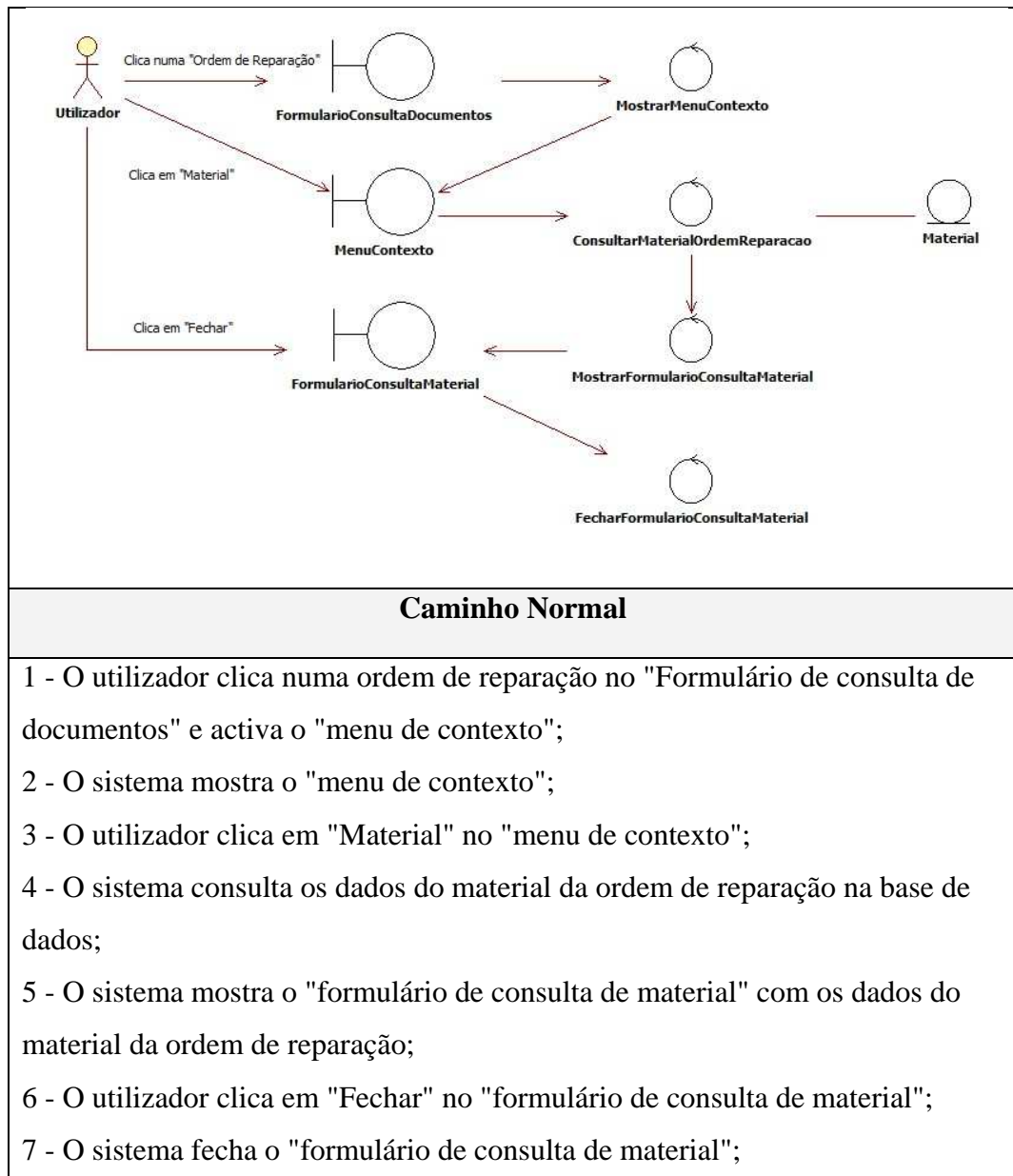
**Caminho Normal**

- 1 - O utilizador clica numa ordem de reparação no "Formulário de consulta de documentos" e activa o "menu de contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Análise" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os dados de análise da ordem de reparação na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário de análise da ordem de reparação" com os dados de resumo da ordem de reparação;
- 6 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de análise da ordem de reparação";
- 7 - O sistema fecha o "formulário de análise da ordem de reparação";

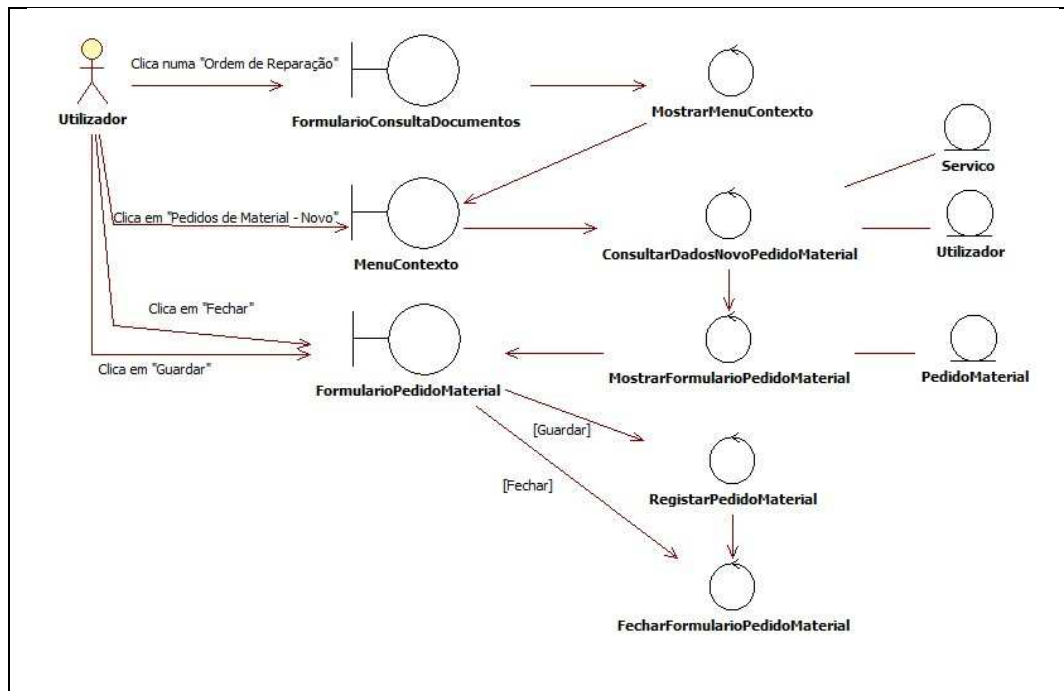
XXII. Consultar mão-de-obra



XXIII. Consultar material



XXIV. Pedir material

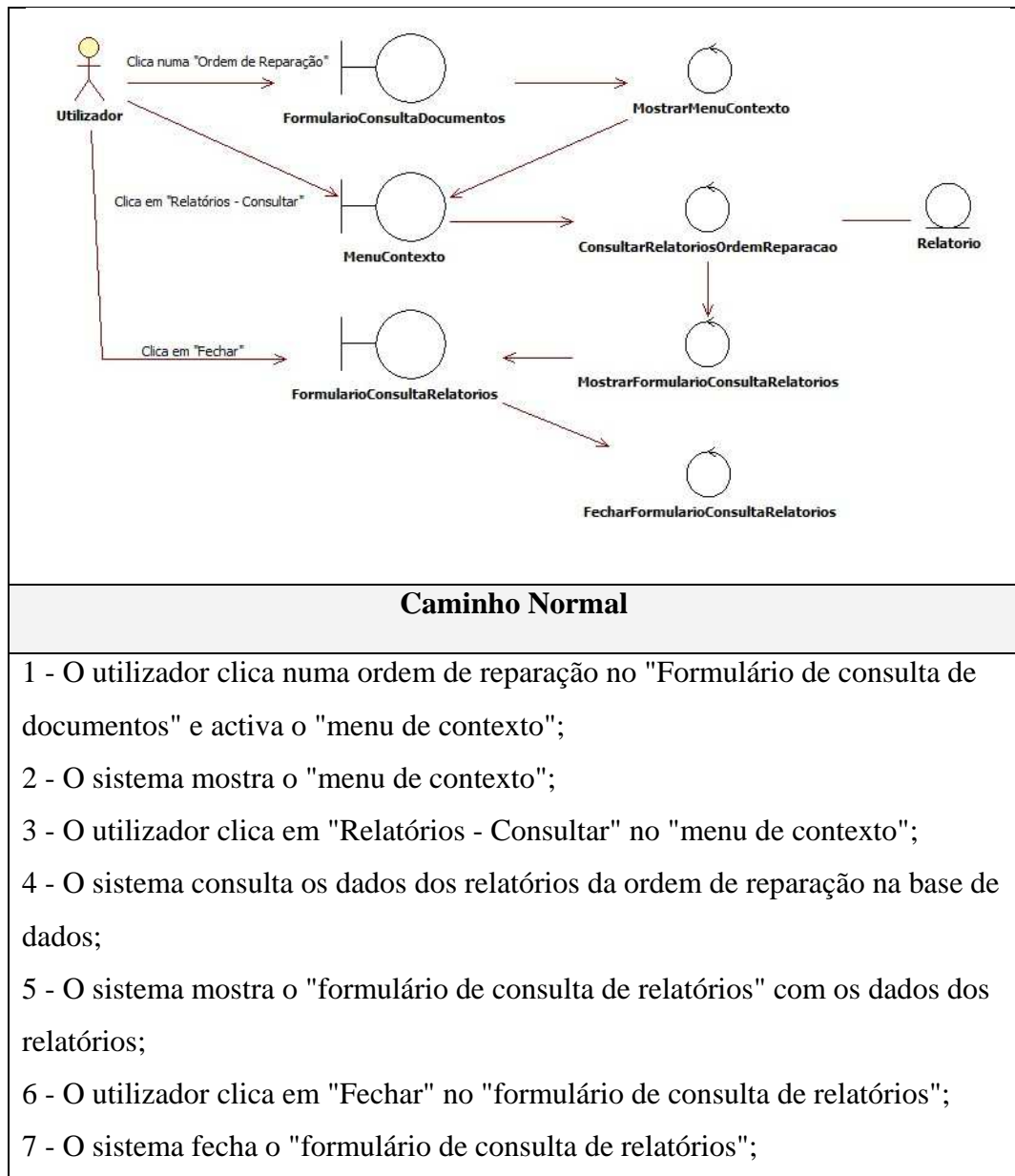
**Caminho Normal**

- 1 - O utilizador clica numa ordem de reparação no "Formulário de consulta de documentos" e activa o "menu de contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Pedidos de Material - Novo" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os dados do novo pedido de material na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário de pedido de material" com os dados do pedido de material da ordem de reparação;
- 6 - O utilizador clica em "Guardar" no "formulário de pedido de material";
- 7 - O sistema regista o novo pedido de material na base de dados;
- 8 - O sistema fecha o "formulário de pedido de material";

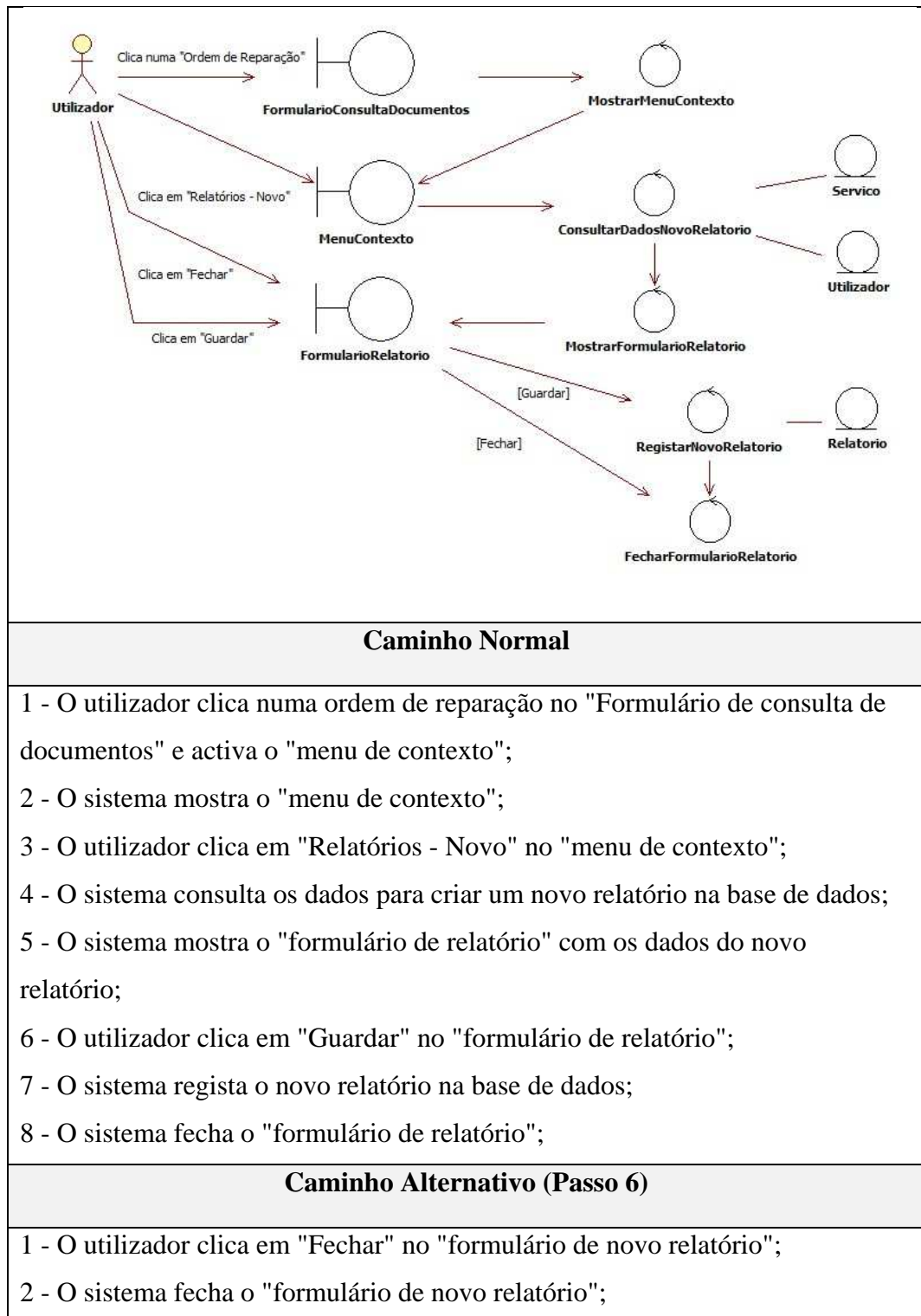
Caminho Alternativo (Passo 6)

- 1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de pedido de material";
- 2 - O sistema fecha o "formulário de pedido de material";

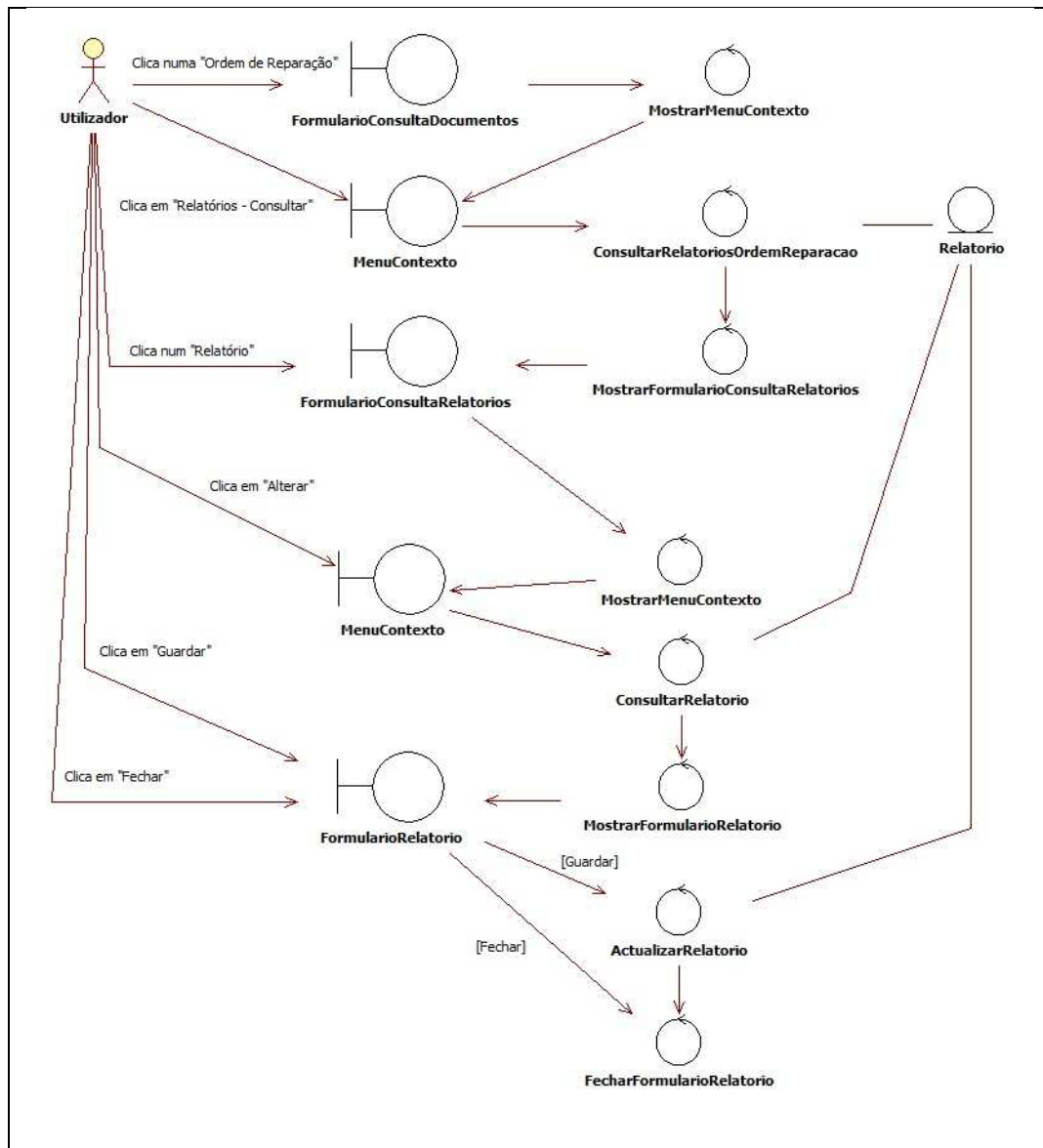
XXV. Consultar relatórios



XXVI. Criar novo relatório



XXVII. Alterar relatório

**Caminho Normal**

- 1 - O utilizador clica numa ordem de reparação no "Formulário de consulta de documentos" e activa o "menu de contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Relatórios - Consultar" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os dados dos relatórios da ordem de reparação na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário de consulta de relatórios" com os dados dos relatórios;

- 6 - O utilizador clica num relatório;
- 7 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 8 - O utilizador clica em "Alterar";
- 9 - O sistema consulta os dados do relatório seleccionado;
- 10 - O sistema mostra o "formulário do relatório";
- 11 - O utilizador clica em "Guardar" no "formulário do relatório";
- 12 - O sistema actualiza os dados do relatório na base de dados;
- 13 - O sistema fecha o "formulário do relatório";

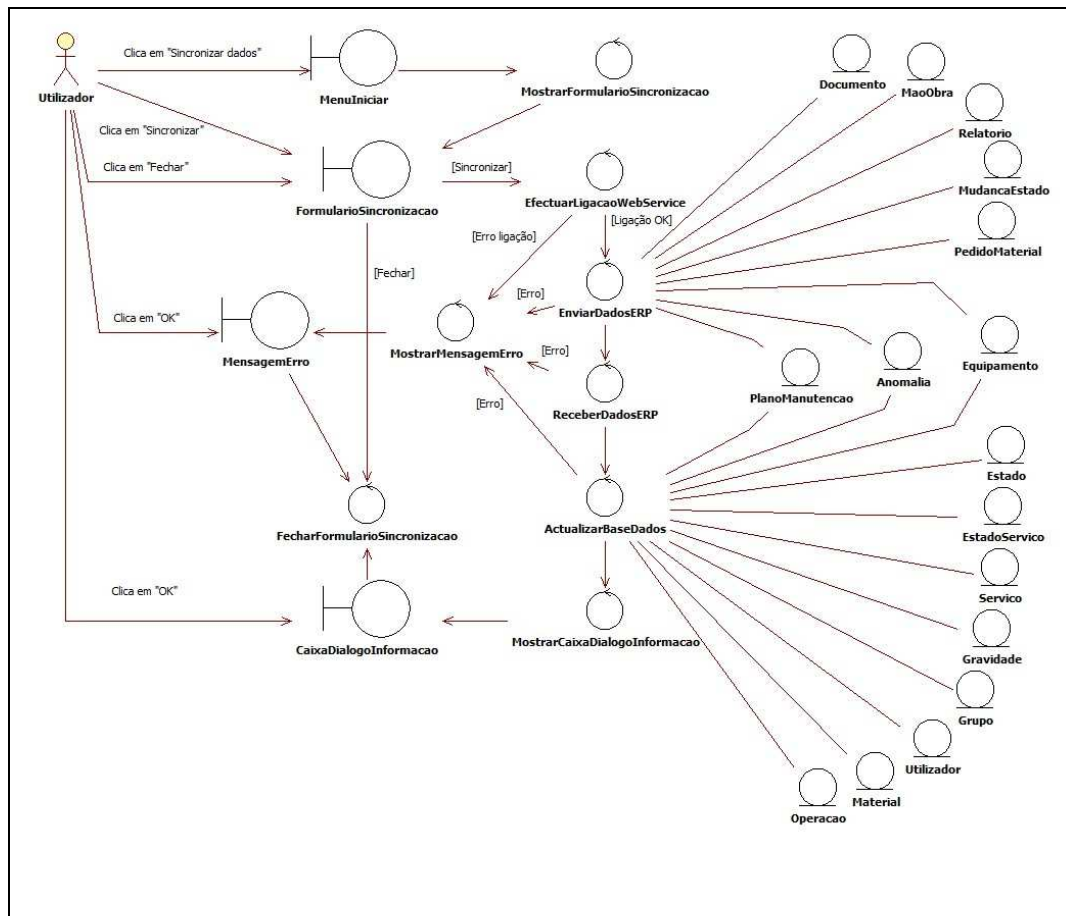
Caminho Alternativo #1 (Passo 8)

- 1 - O utilizador clica em "Fechar";
- 2 - O sistema fecha o "formulário de consulta de relatórios";

Caminho Alternativo #2 (Passo 11)

- 1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário do relatório";
- 2 - O sistema fecha o "formulário do relatório";

XXVIII. Sincronizar dados



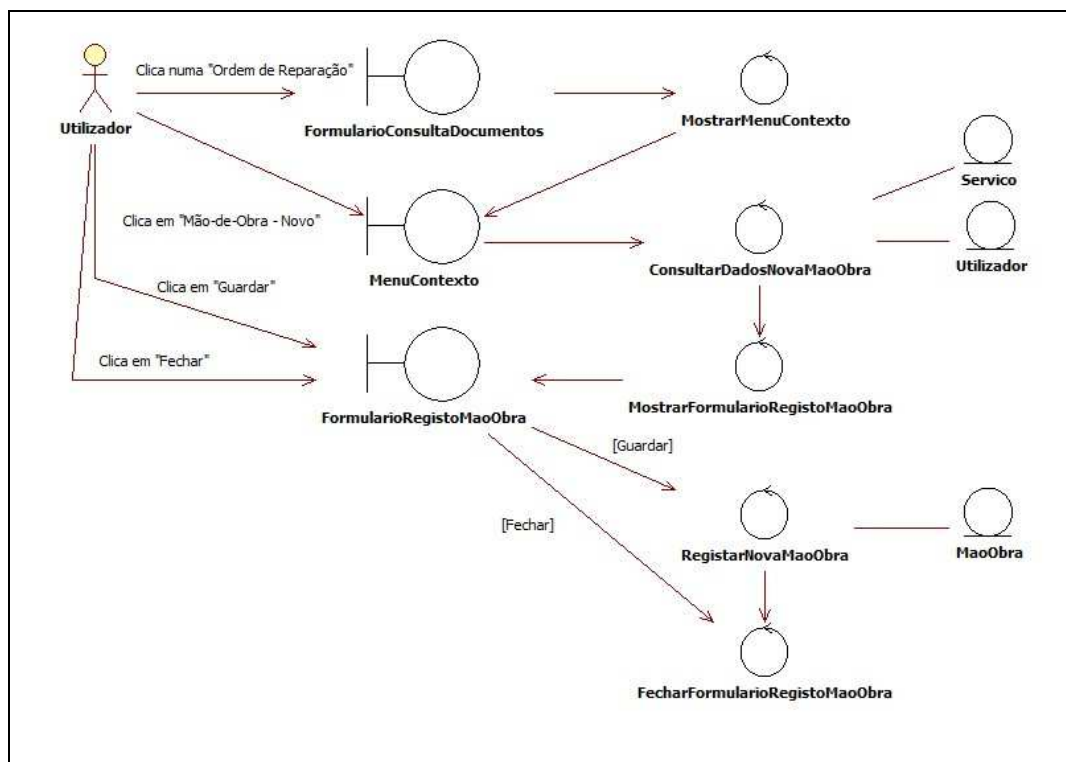
Caminho Normal

- 1 - O utilizador clica em "Sincronizar dados" no "menu iniciar";
- 2 - O sistema mostra o "formulário de sincronização";
- 3 - O utilizador clica em "Sincronizar" no "formulário de sincronização";
- 4 - O sistema efectua a ligação ao *webservice* para sincronizar os dados;
- 5 - O sistema envia os dados para o ERP através do *webservice*;
- 6 - O sistema recebe os dados do ERP através do *webservice*;
- 7 - O sistema actualiza os dados na base de dados;
- 8 - O sistema mostra uma "caixa de diálogo de informação";
- 9 - O utilizador clica em "OK" na "caixa de diálogo de informação";
- 10 - O sistema fecha o "formulário de sincronização";

Caminho Alternativo #1 (Passo 3)

<p>1 - O utilizador clica em "Fechar";</p> <p>2 - O sistema fecha o "formulário de sincronização";</p>
<p>Caminho Alternativo #2 (Passo 5, 6 e 7)</p>
<p>1 - O sistema mostra uma "mensagem de erro";</p> <p>2 - O utilizador clica em "OK";</p> <p>3 - O sistema fecha o "formulário de sincronização";</p>

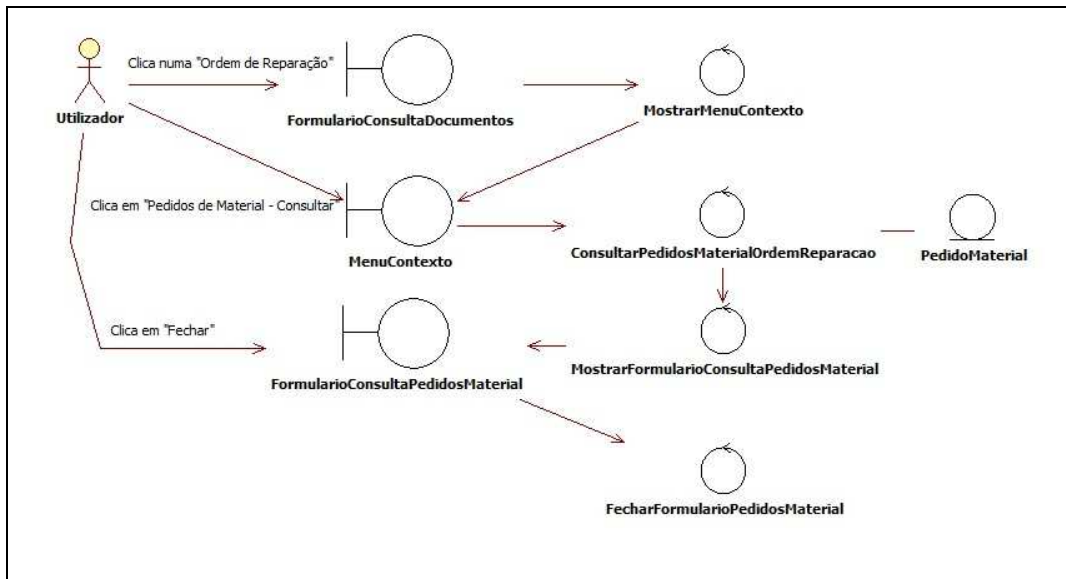
XXIX. Registrar mão-de-obra



<p>Caminho Normal</p>
<p>1 - O utilizador clica numa ordem de reparação no "Formulário de consulta de documentos" e activa o "menu de contexto";</p> <p>2 - O sistema mostra o "menu de contexto";</p> <p>3 - O utilizador clica em "Mão-de-Obra - Novo" no "menu de contexto";</p> <p>4 - O sistema consulta os dados para registo da mão-de-obra na base de dados;</p> <p>5 - O sistema mostra o "formulário de registo de mão-de-obra";</p> <p>6 - O utilizador clica em "Guardar" no "formulário de registo de mão-de-obra";</p> <p>7 - O sistema regista a mão-de-obra na base de dados;</p> <p>8 - O sistema fecha o "formulário de registo de mão-de-obra";</p>

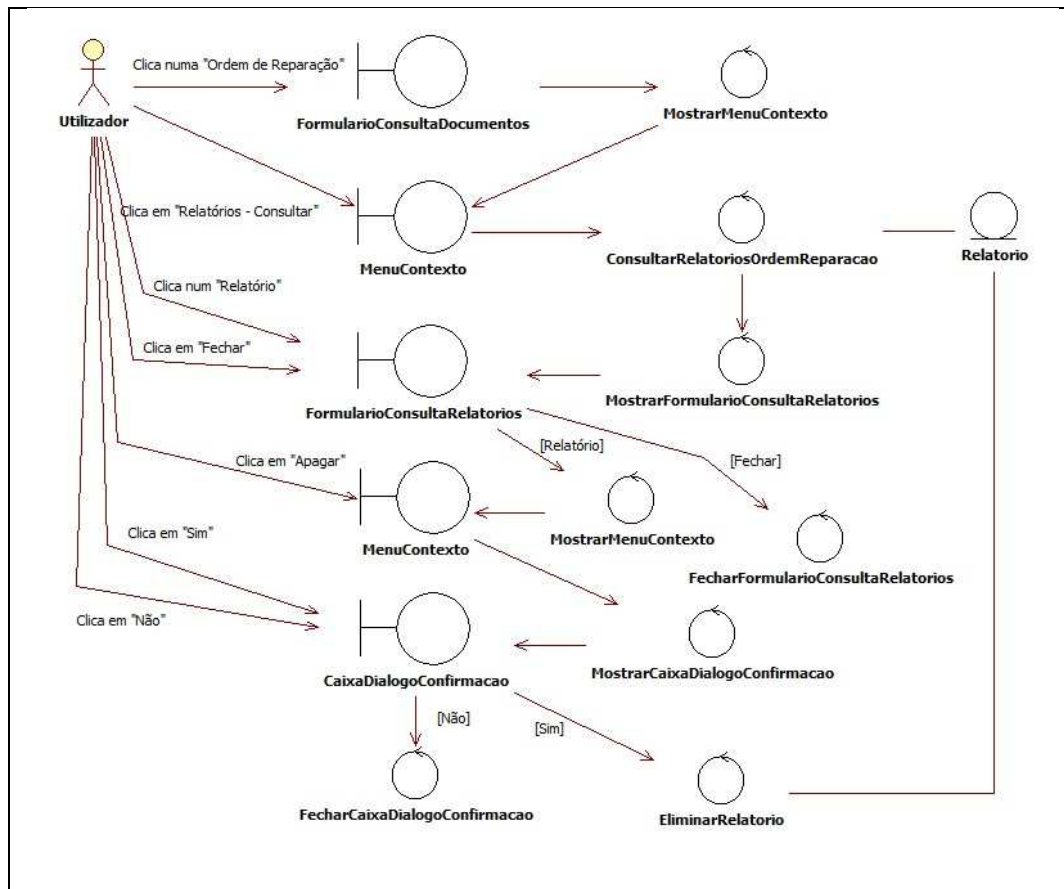
Caminho Alternativo
<p>1 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de registo de mão-de-obra";</p> <p>2 - O sistema fecha o "formulário de registo de mão-de-obra";</p>

XXX. Consultar pedidos de material



Caminho Normal
<p>1 - O utilizador clica numa ordem de reparação no "Formulário de consulta de documentos" e activa o "menu de contexto";</p> <p>2 - O sistema mostra o "menu de contexto";</p> <p>3 - O utilizador clica em "Pedidos de Material - Consultar" no "menu de contexto";</p> <p>4 - O sistema consulta os dados do pedido de material da ordem de reparação na base de dados;</p> <p>5 - O sistema mostra o "formulário de consulta de pedidos de material";</p> <p>6 - O utilizador clica em "Fechar" no "formulário de consulta de pedidos de material";</p> <p>7 - O sistema fecha o "formulário de consulta de pedidos de material";</p>

XXXI. Apagar relatório

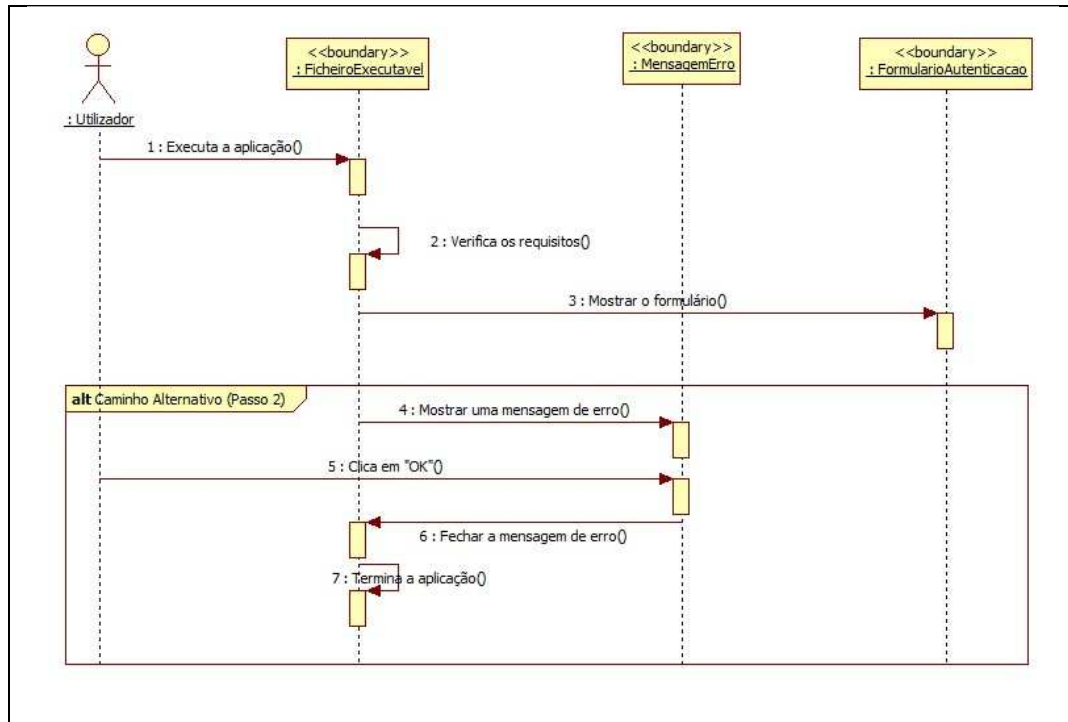
**Caminho Normal**

- 1 - O utilizador clica numa ordem de reparação no "Formulário de consulta de documentos" e activa o "menu de contexto";
- 2 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 3 - O utilizador clica em "Relatórios - Consultar" no "menu de contexto";
- 4 - O sistema consulta os dados dos relatórios da ordem de reparação na base de dados;
- 5 - O sistema mostra o "formulário de consulta de relatórios" com os dados dos relatórios;
- 6 - O utilizador clica num relatório;
- 7 - O sistema mostra o "menu de contexto";
- 8 - O utilizador clica em "Apagar";
- 9 - O sistema mostra uma "caixa de diálogo de confirmação";
- 10 - O utilizador clica em "Sim" na "caixa de diálogo de confirmação";
- 11 - O sistema elimina o relatório da base de dados;

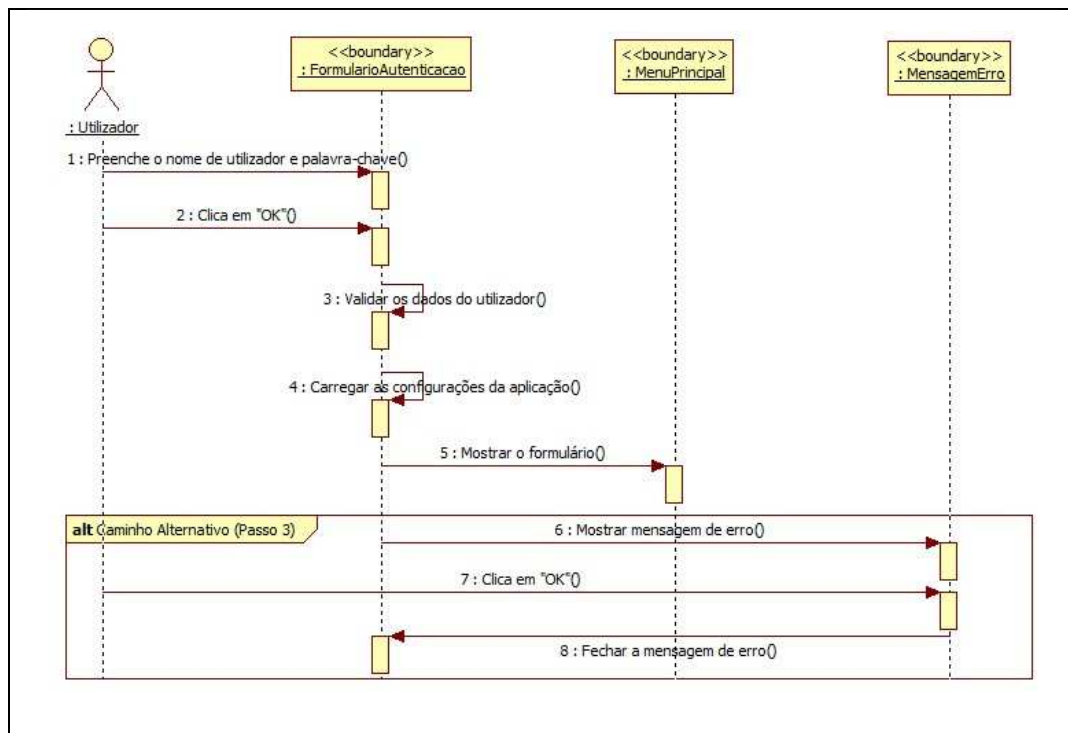
Caminho Alternativo #1 (Passo 6)
1 - O utilizador clica em "Fechar"; 2 - O sistema fecha o "formulário de consulta de relatórios";
Caminho Alternativo #2 (Passo 10)
1 - O utilizador clica em "Não" na "caixa de diálogo de confirmação"; 2 - O sistema fecha a "caixa de diálogo de confirmação";

Anexo IV – Diagramas de Sequência

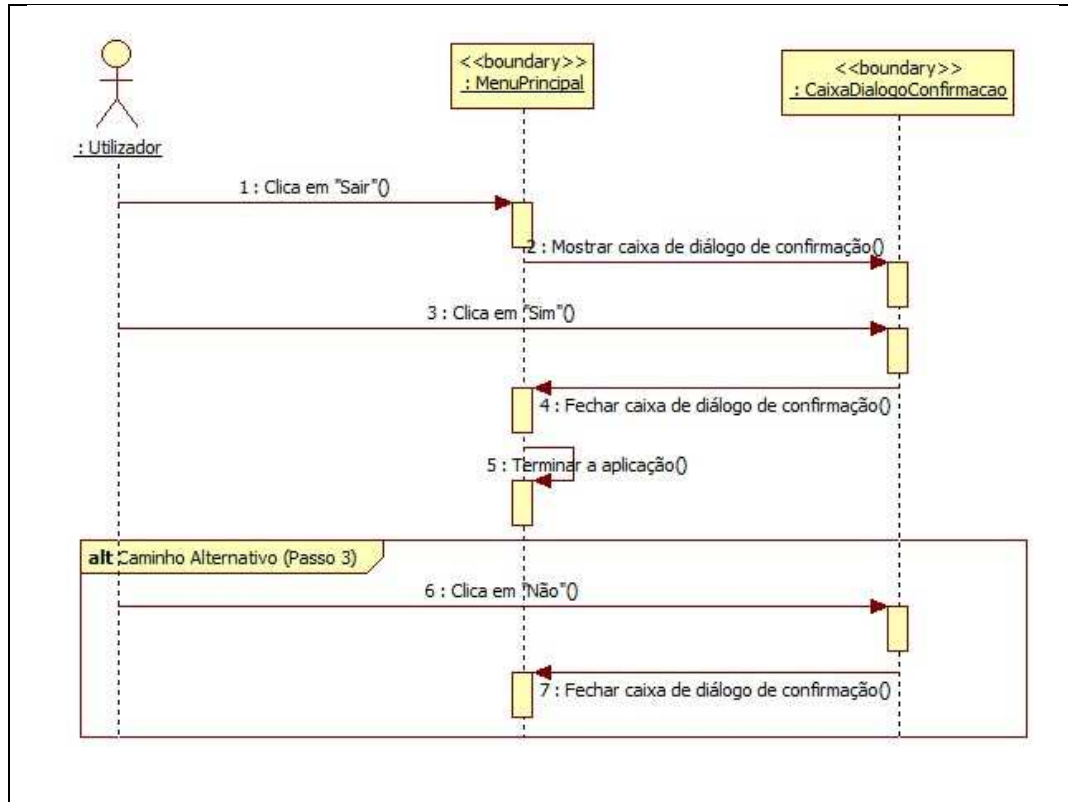
I. Iniciar aplicação



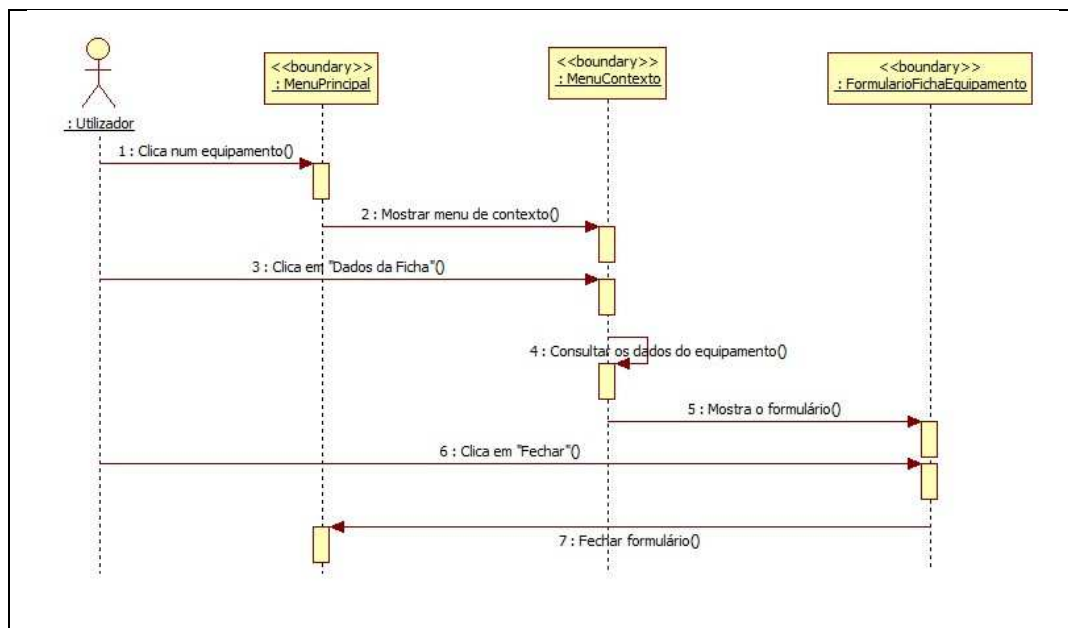
II. Validar utilizador



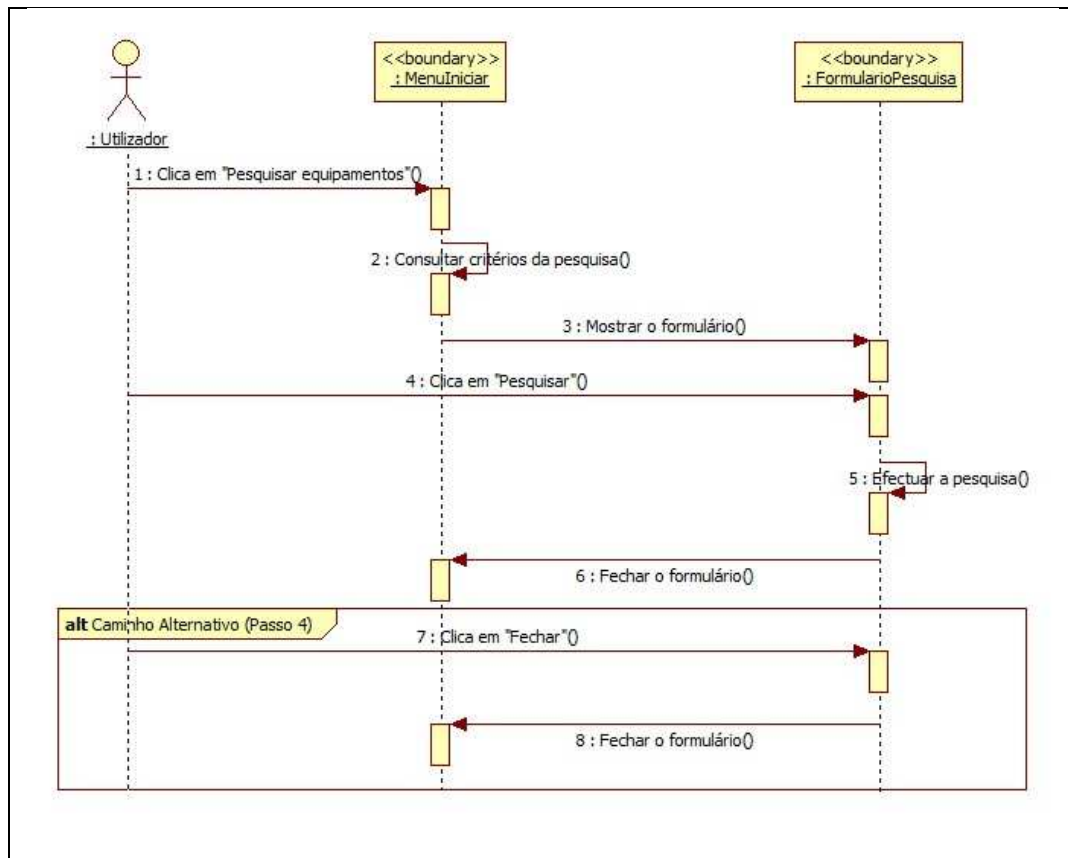
III. Terminar aplicação



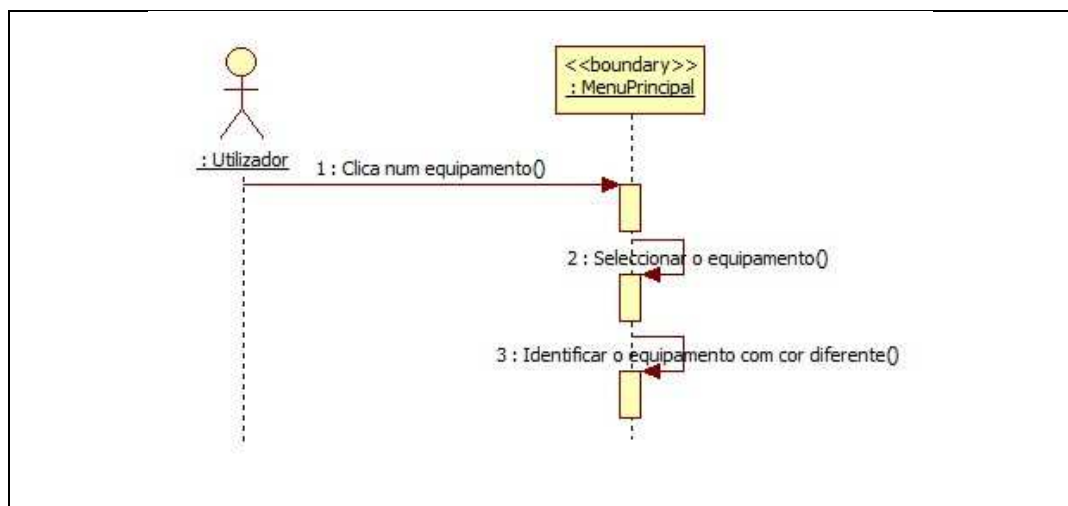
IV. Consultar equipamento



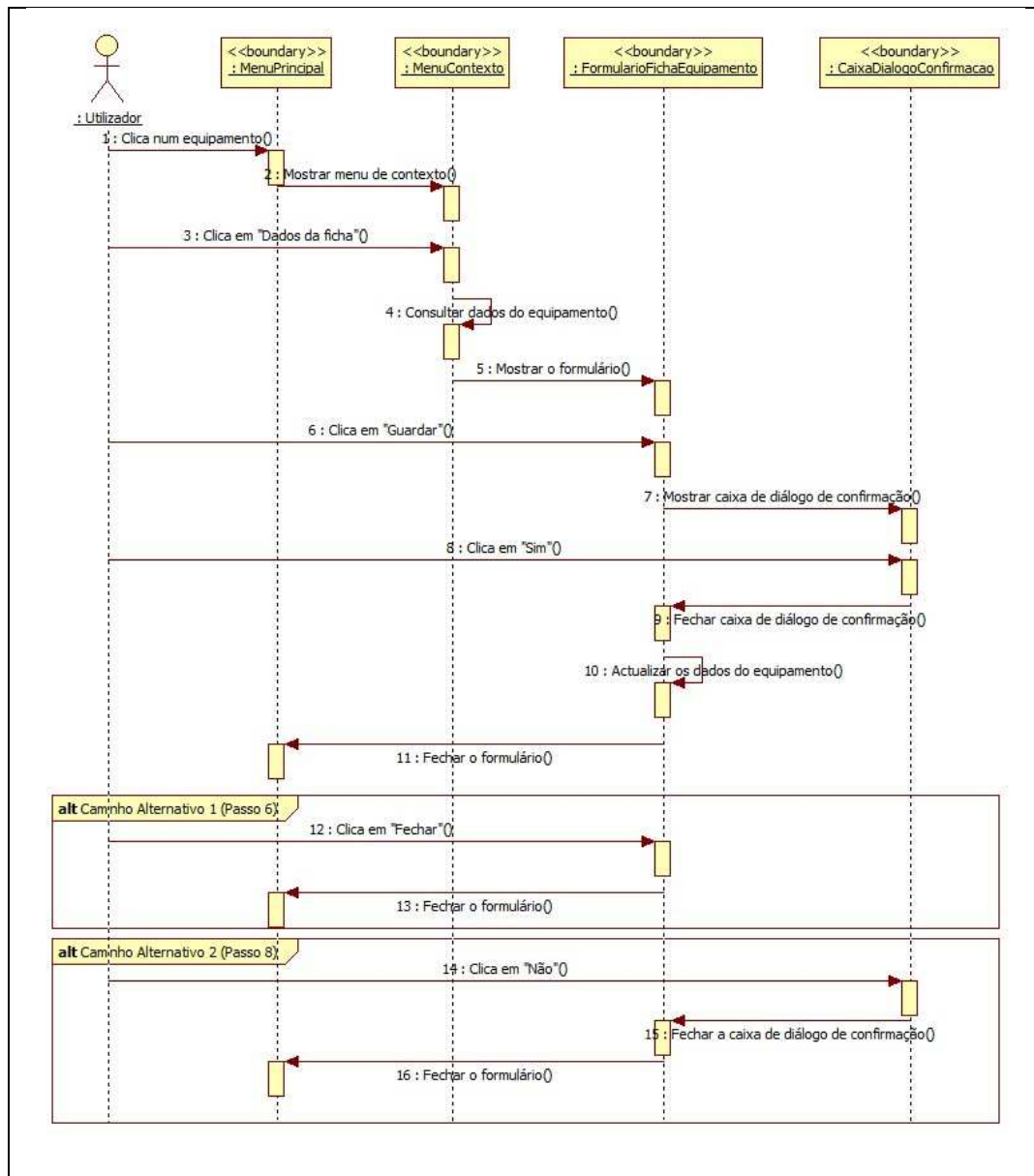
V. Pesquisar equipamento



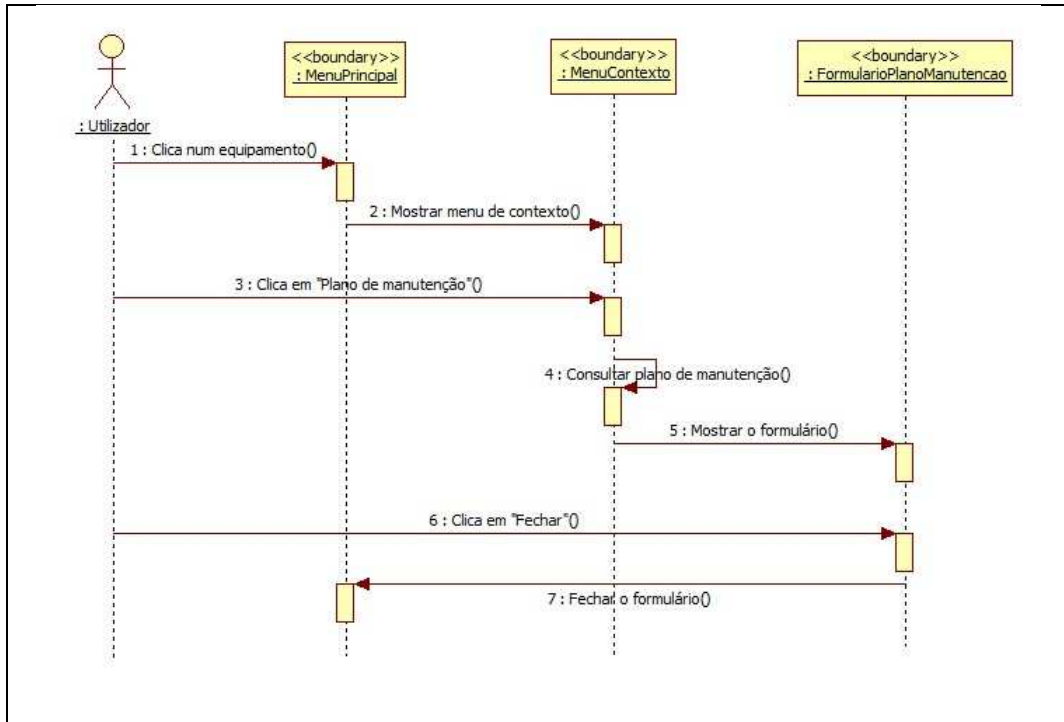
VI. Seleccionar equipamento



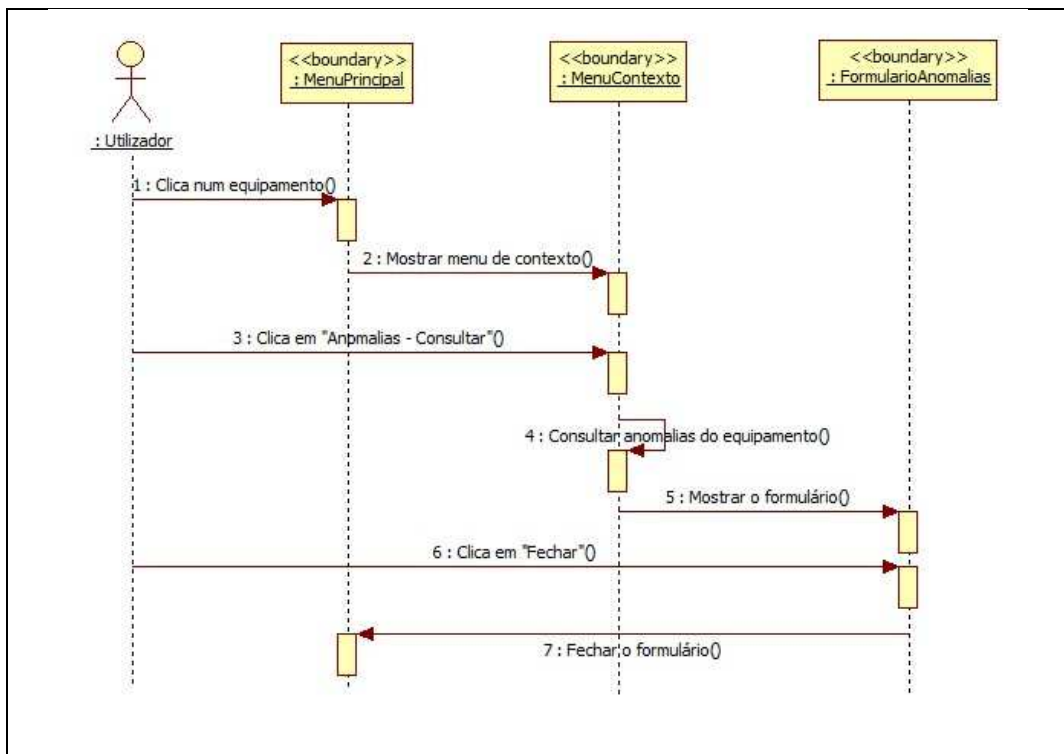
VII. Actualizar dados



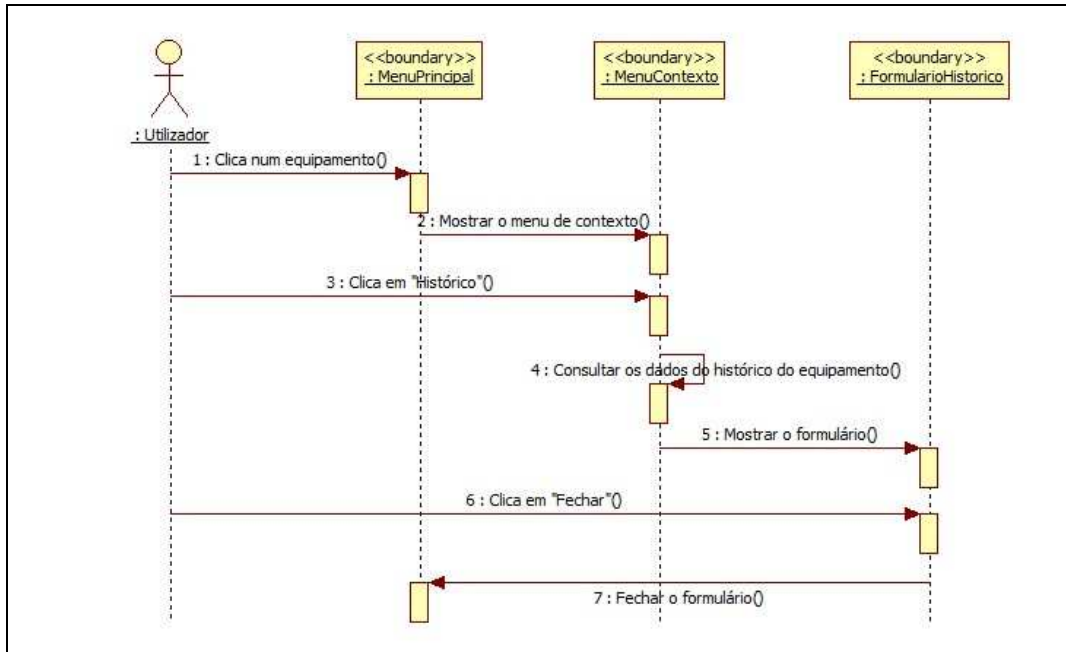
VIII. Consultar planos de manutenção



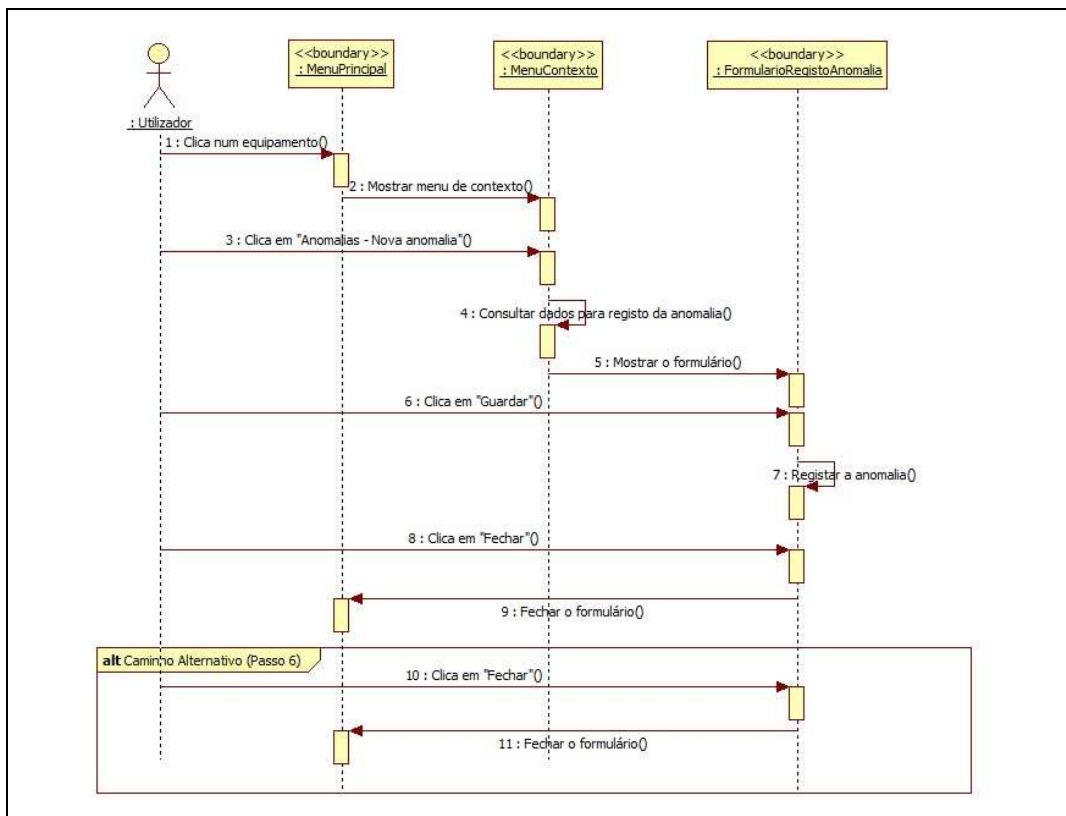
IX. Consultar anomalias



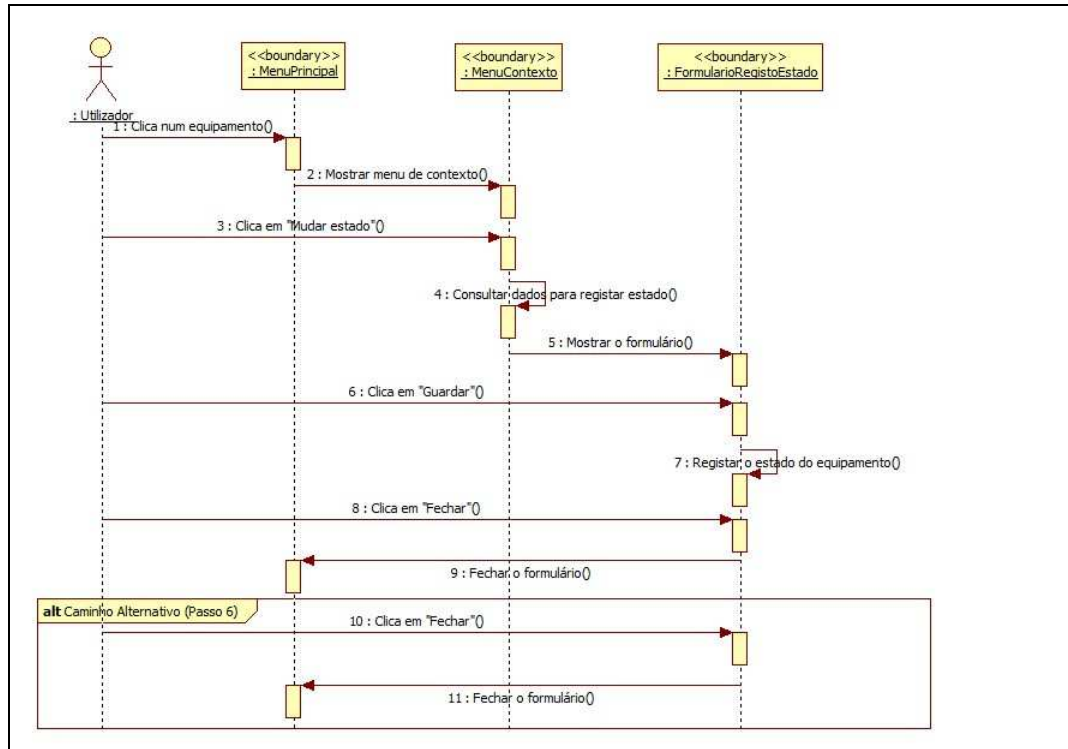
X. Consultar histórico



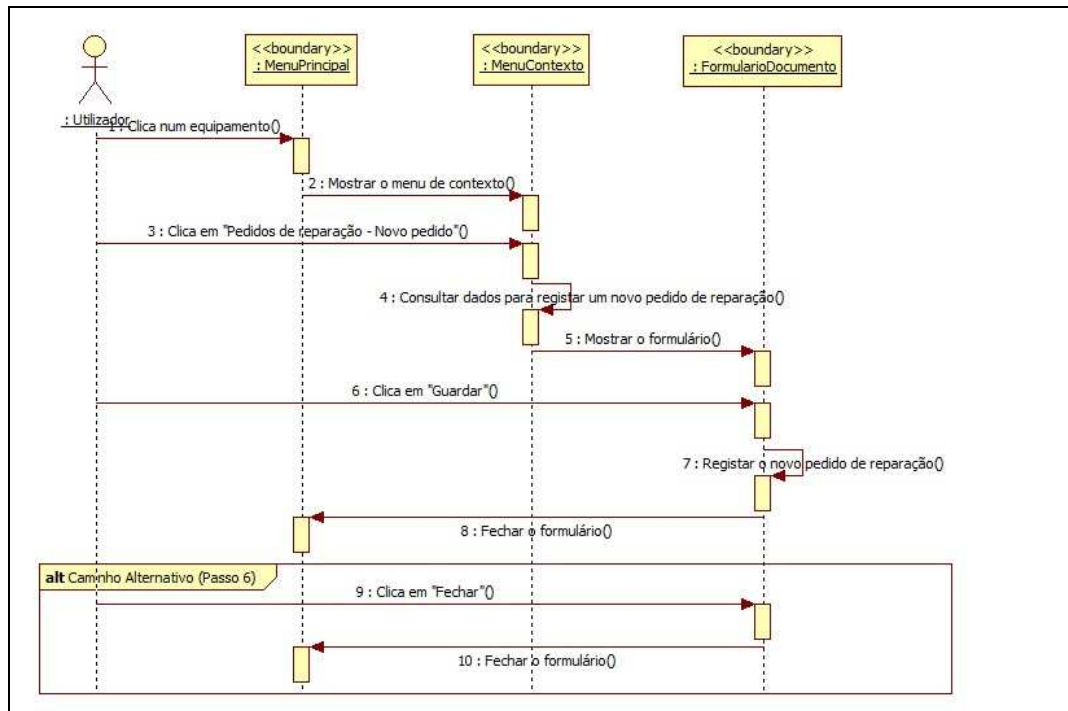
XI. Nova anomalia



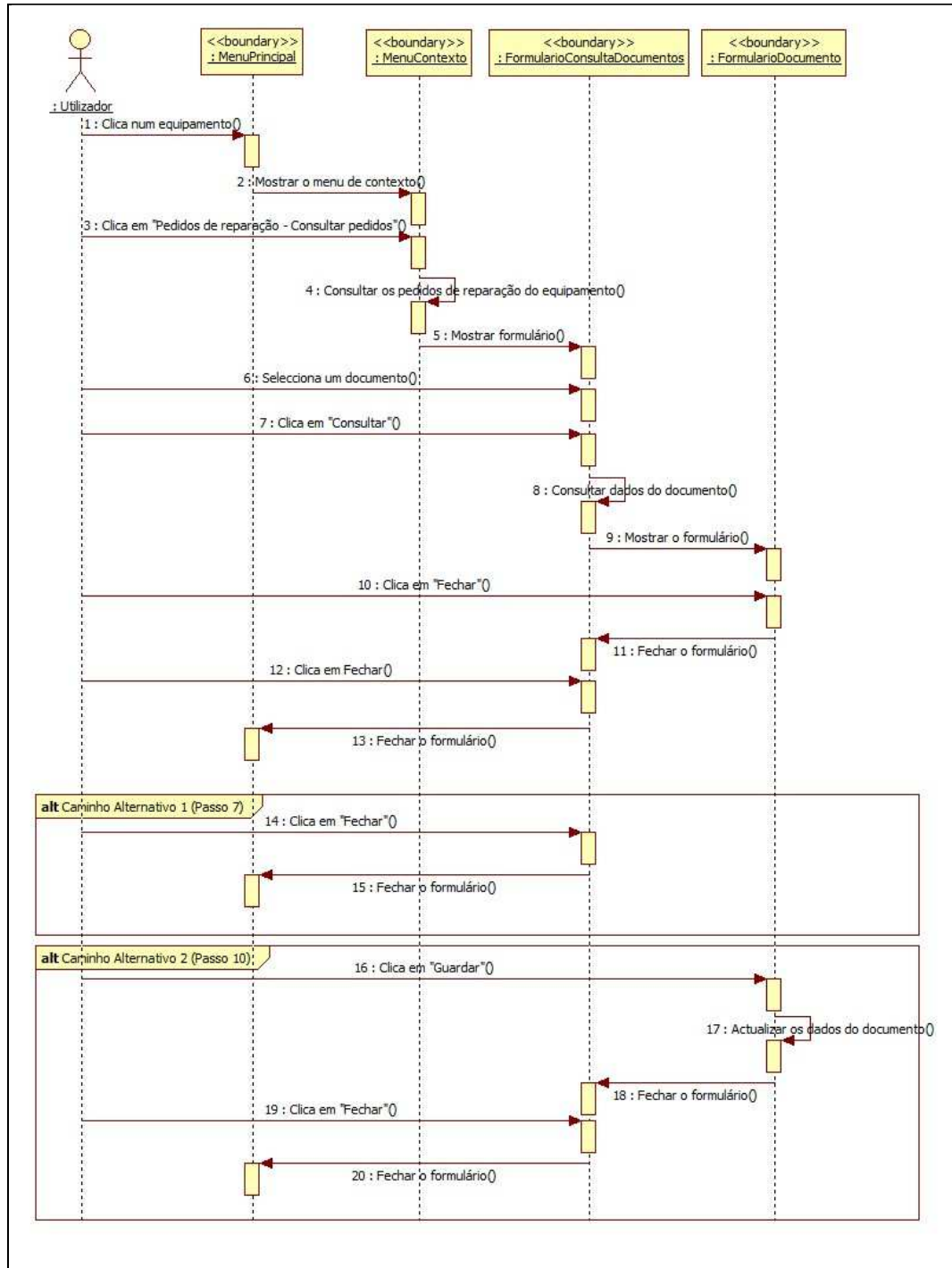
XII. Mudar estado



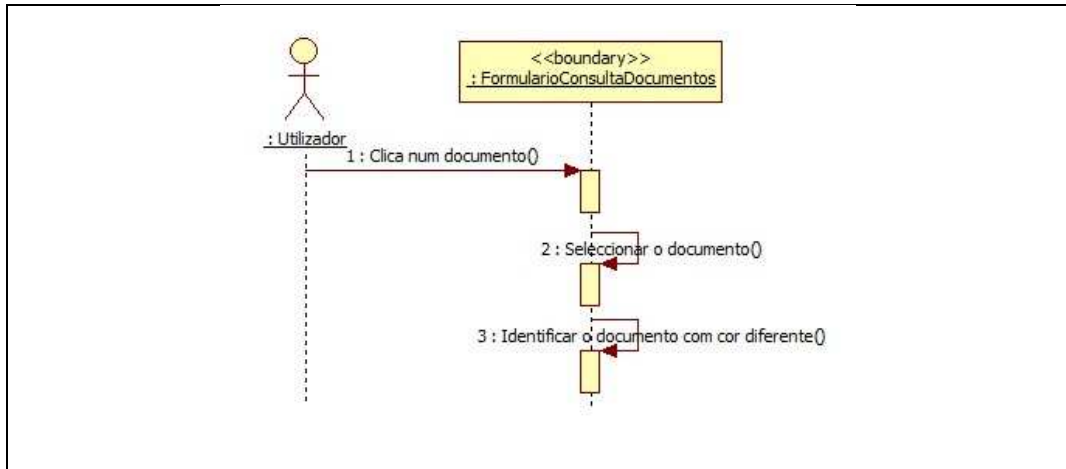
XIII. Novo pedido



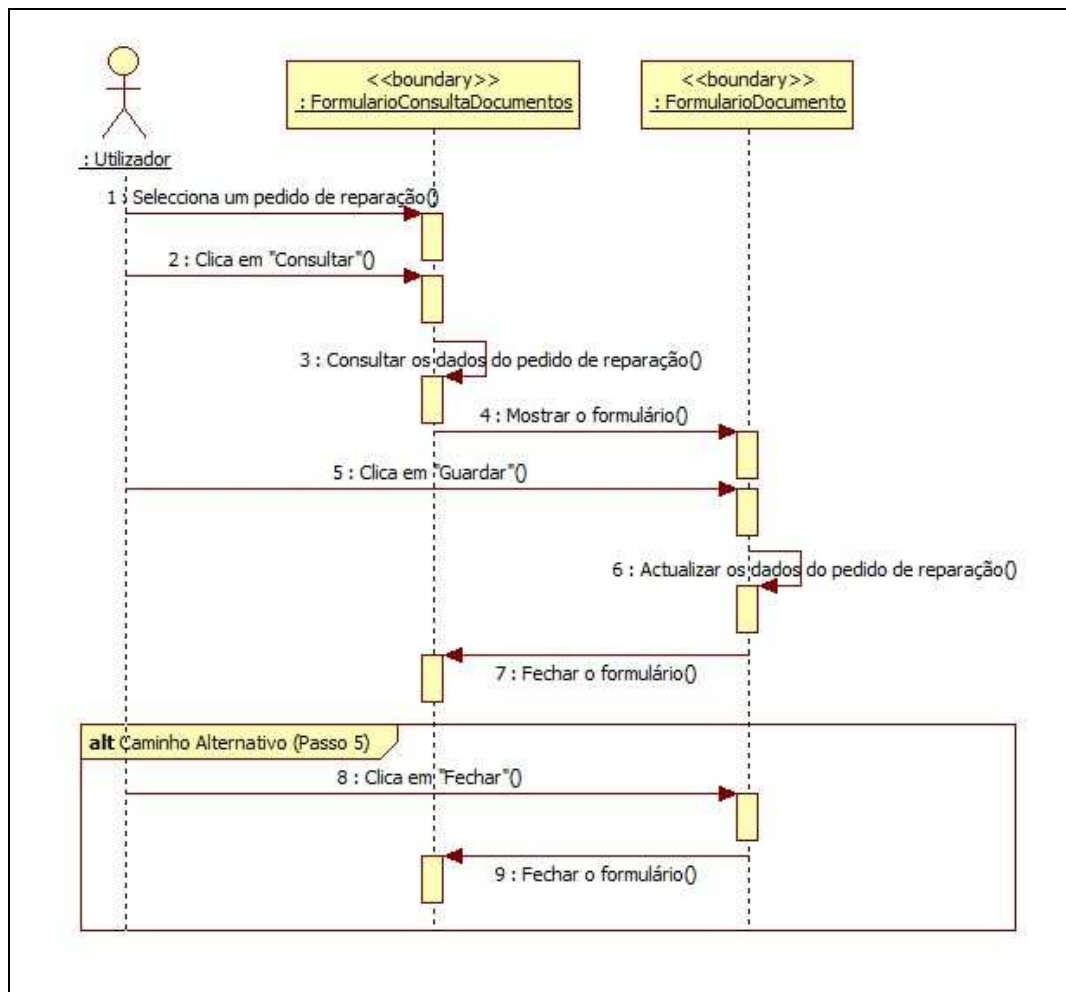
XIV. Consultar pedidos de reparação



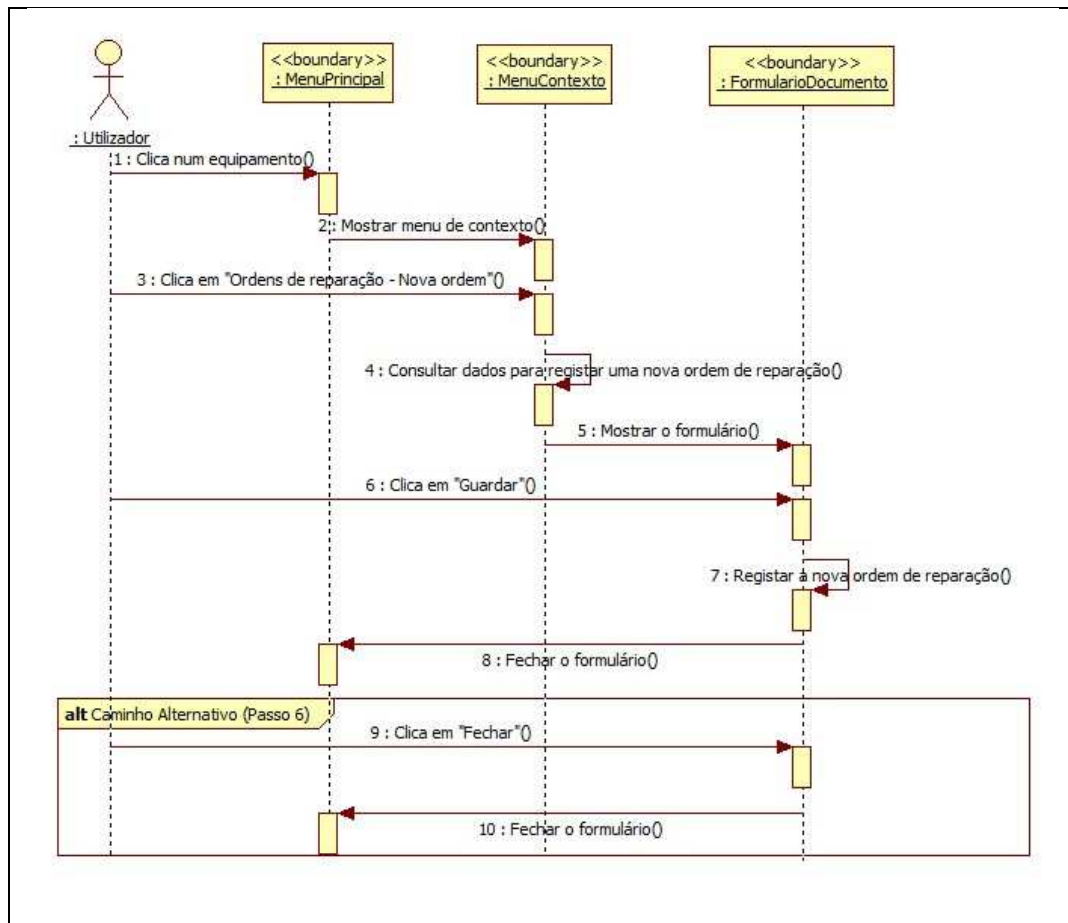
XV. Seleccionar pedido



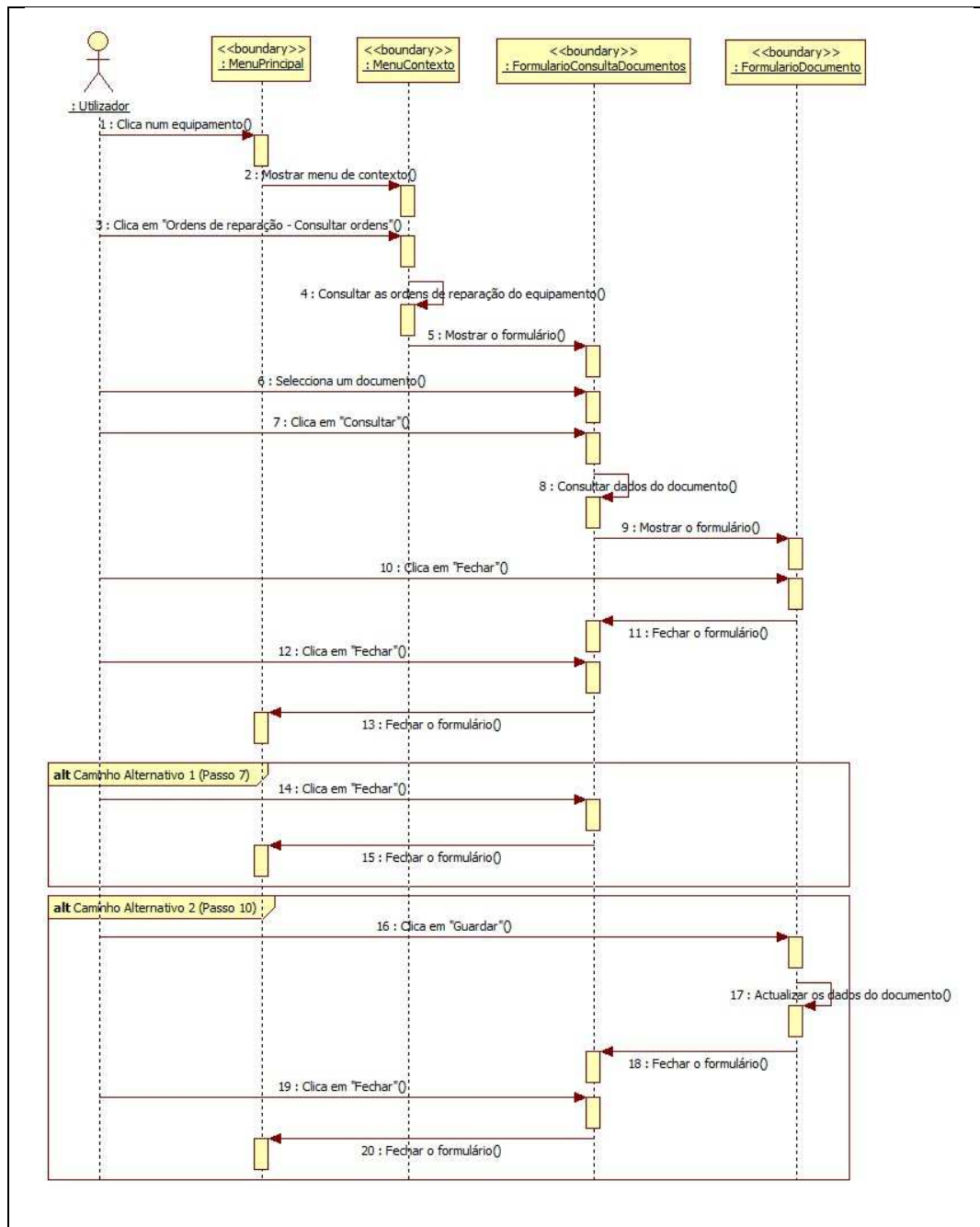
XVI. Alterar pedido



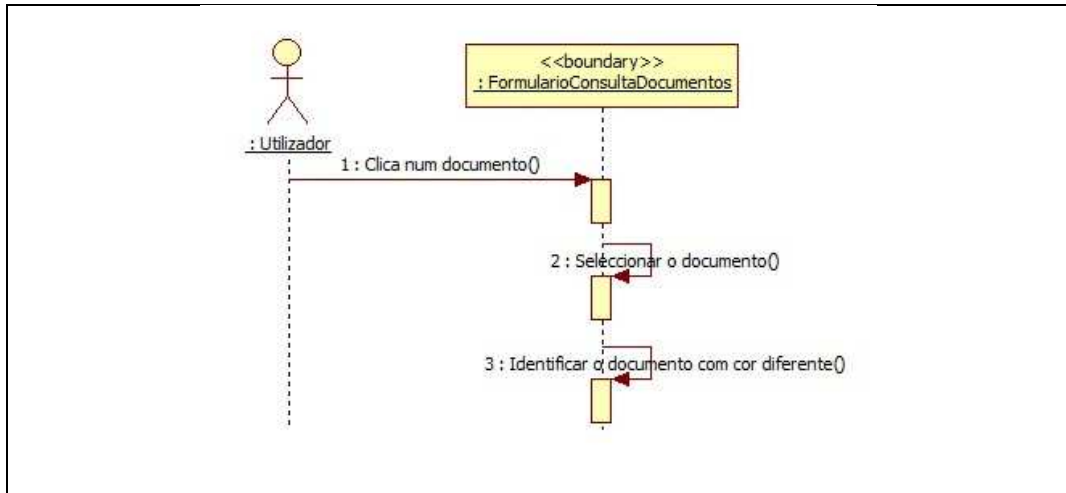
XVII. Nova ordem



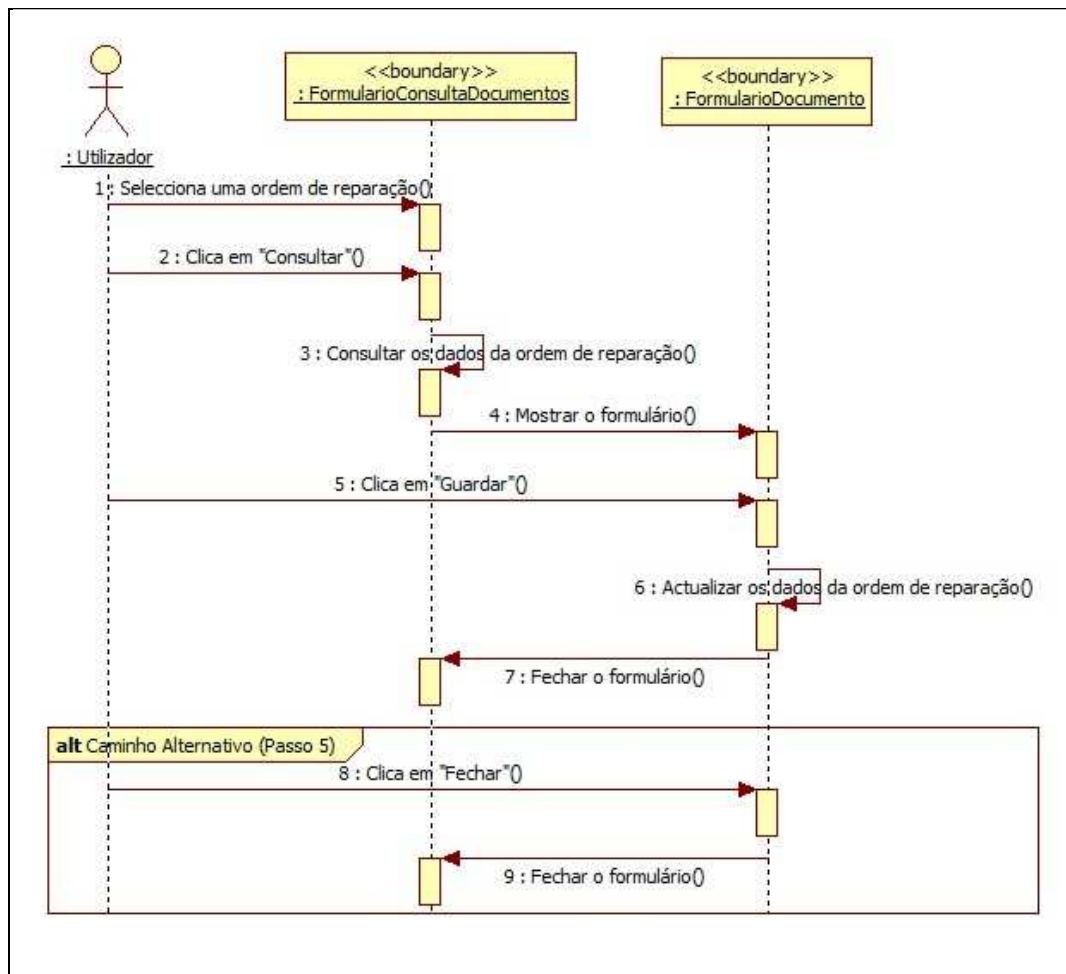
XVIII. Consultar ordens de reparação



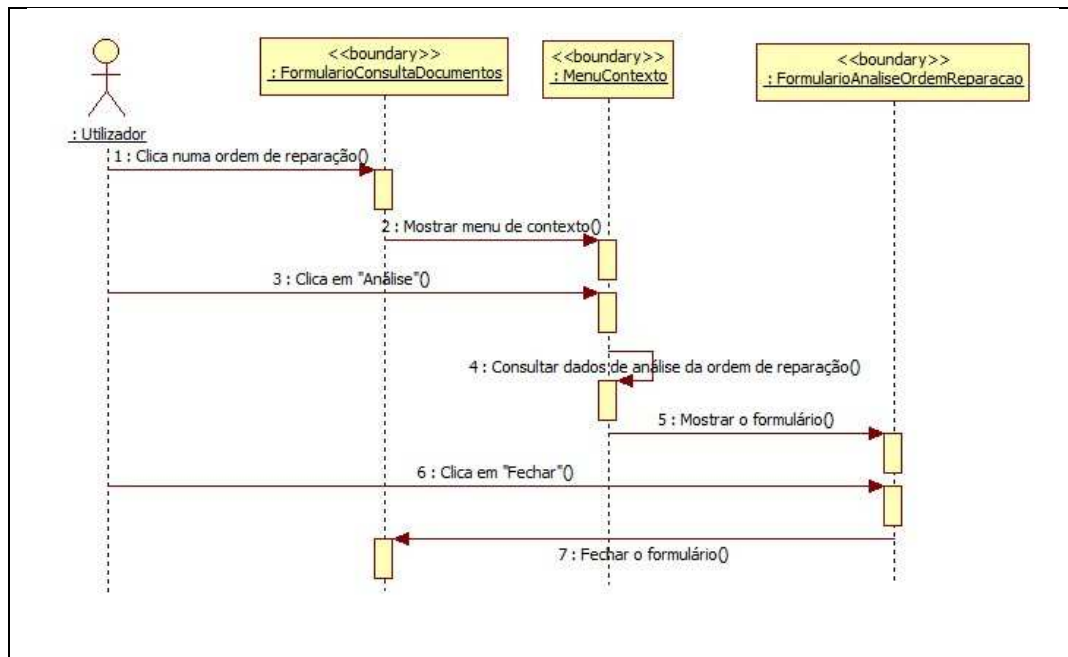
XIX. Seleccionar ordem



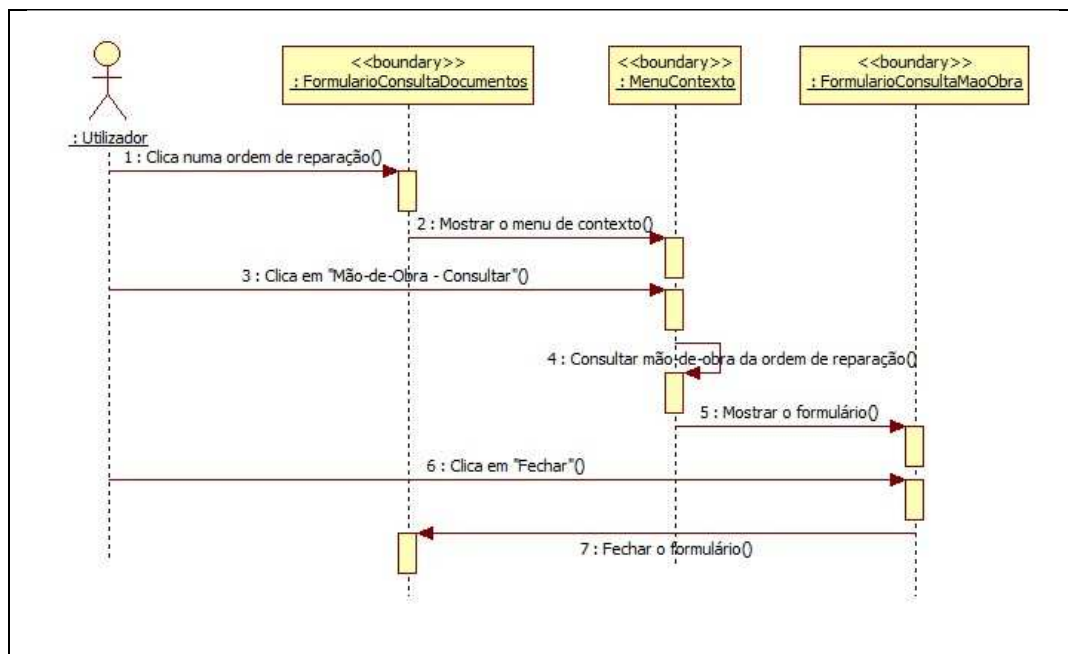
XX. Alterar ordem



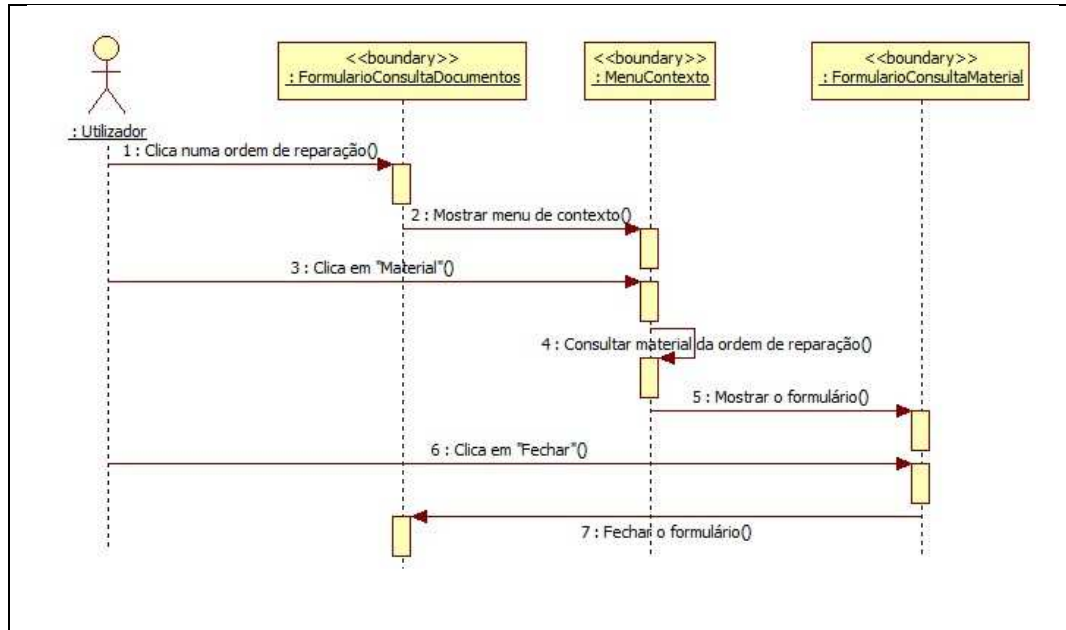
XXI. Analisar ordem



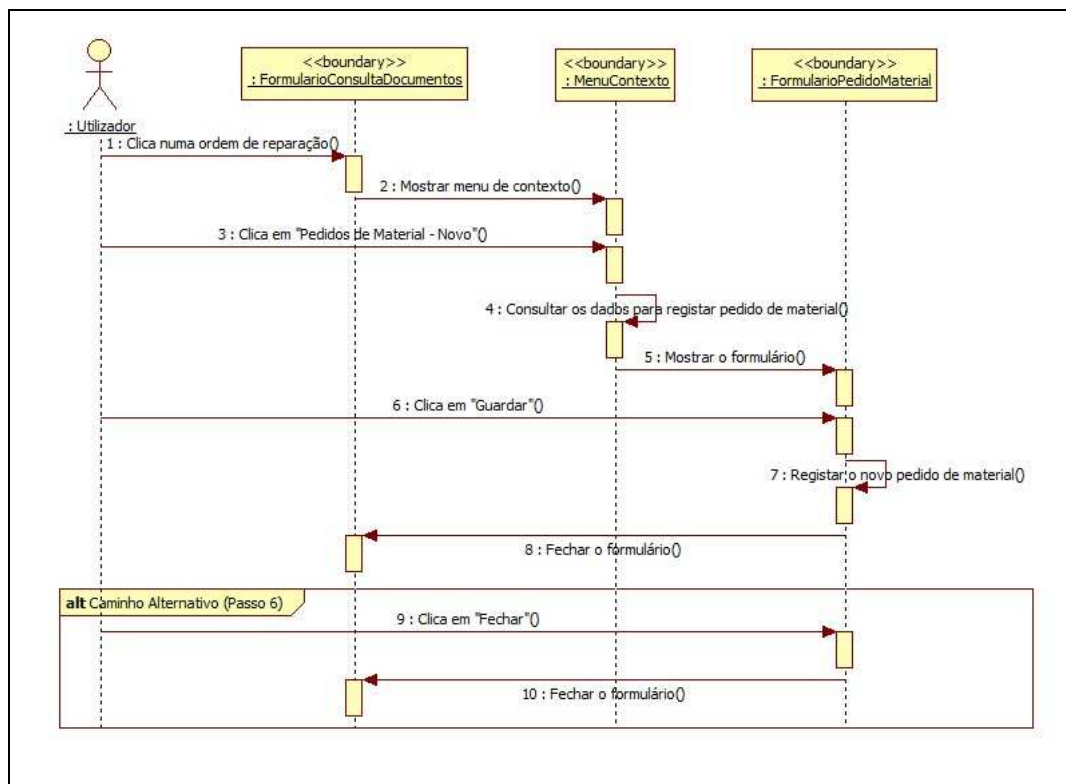
XXII. Consultar mão-de-obra



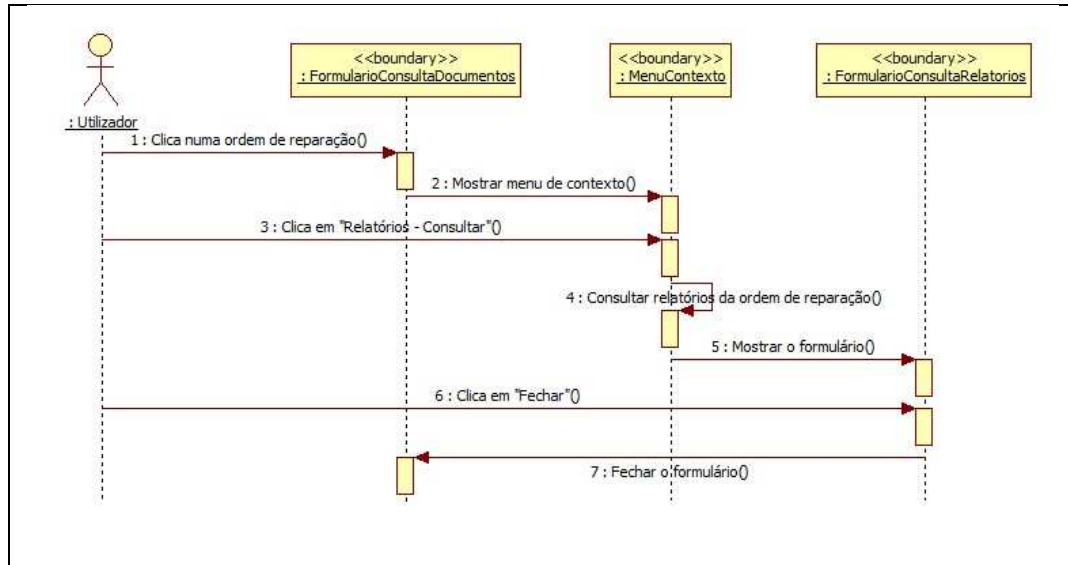
XXIII. Consultar material



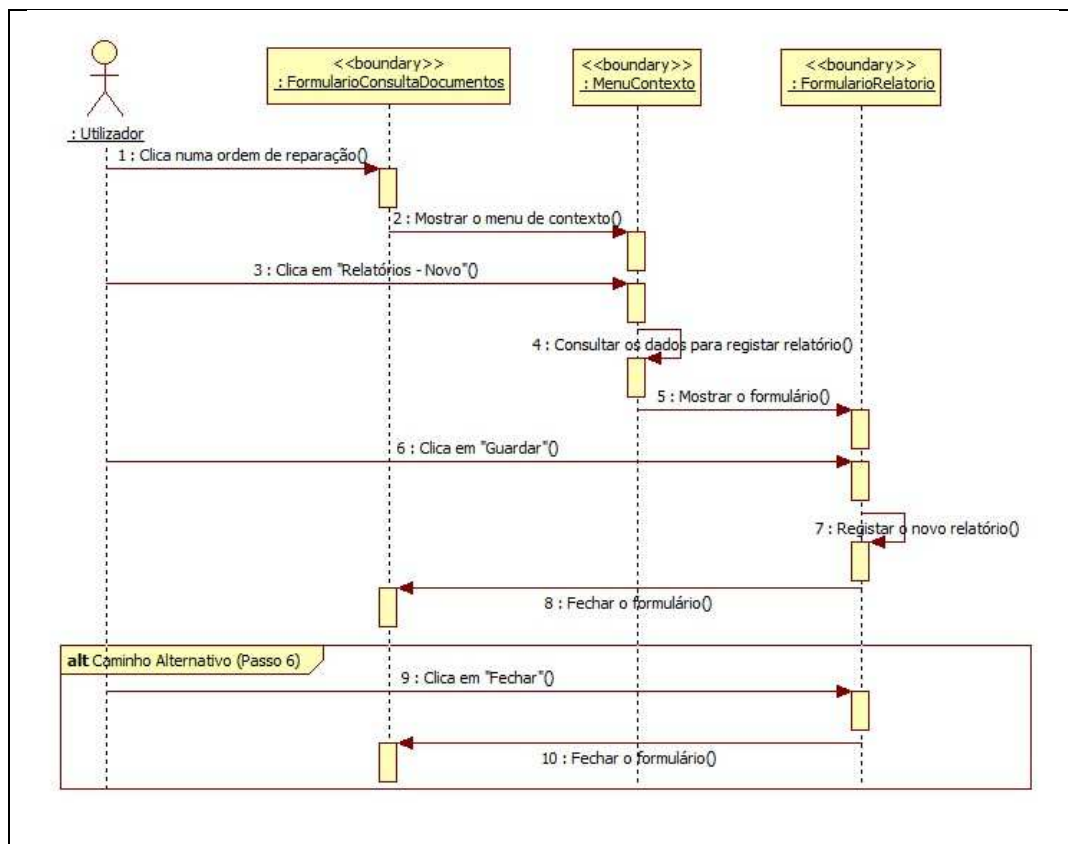
XXIV. Pedir material



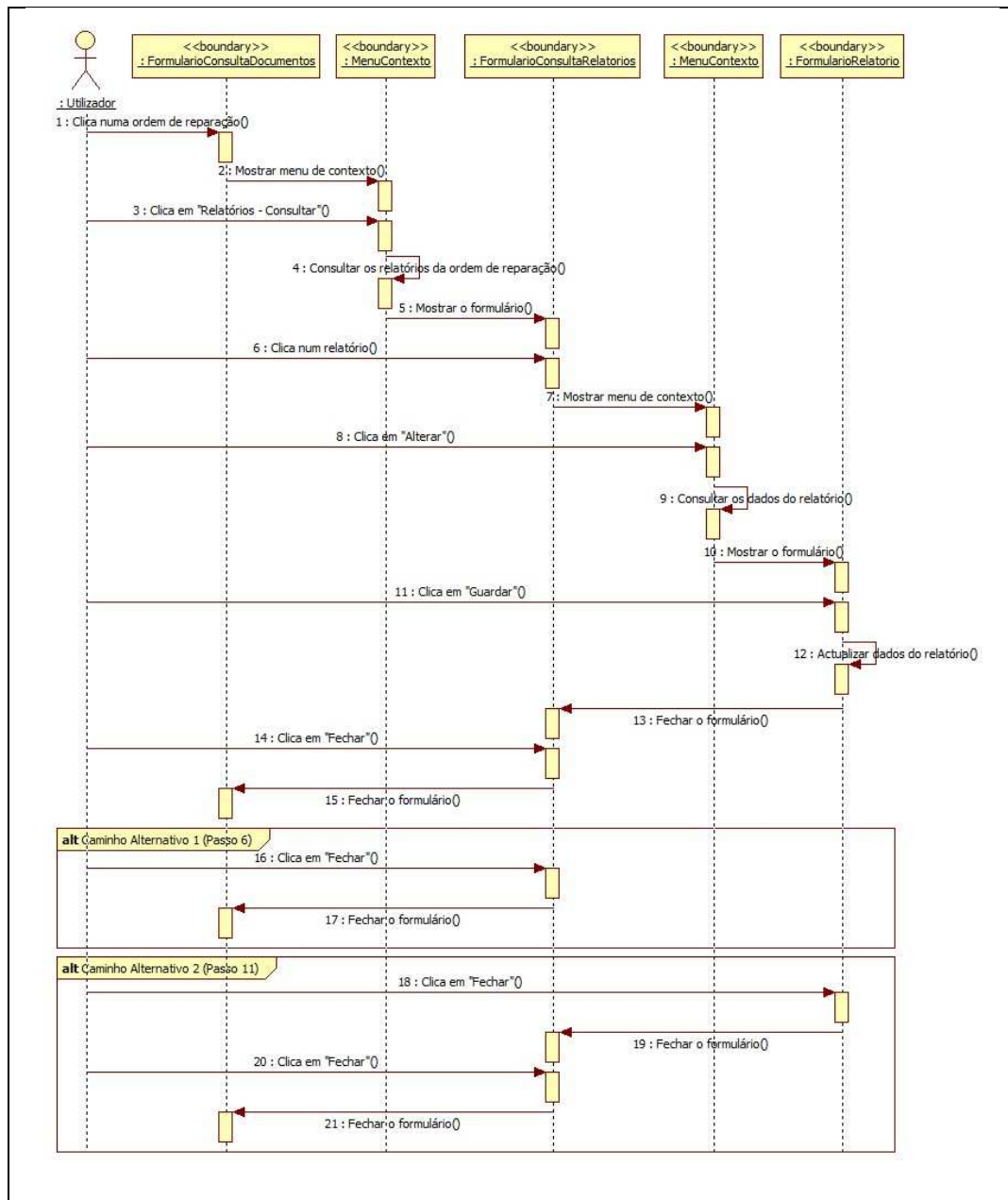
XXV. Consultar relatórios



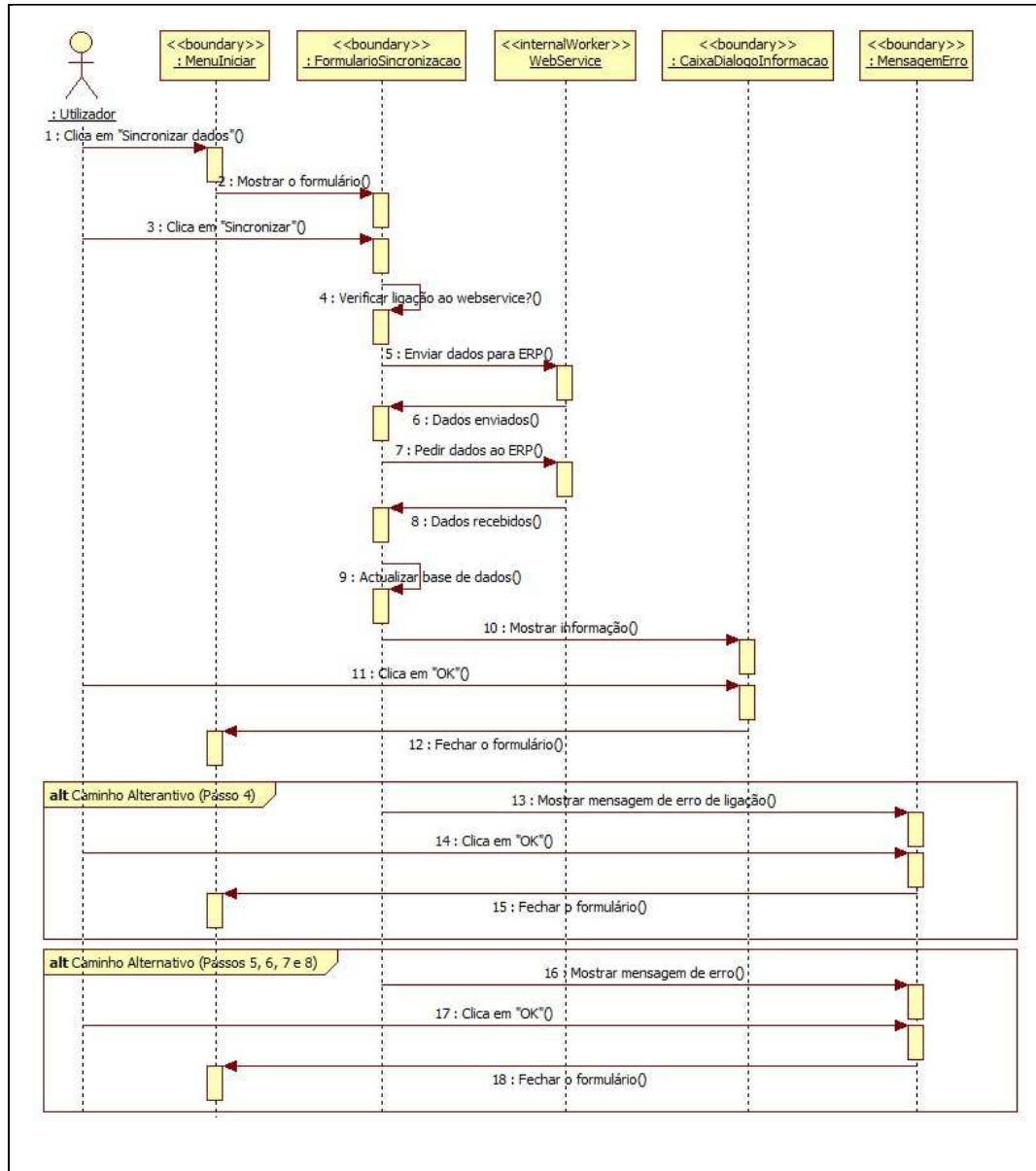
XXVI. Criar novo relatório



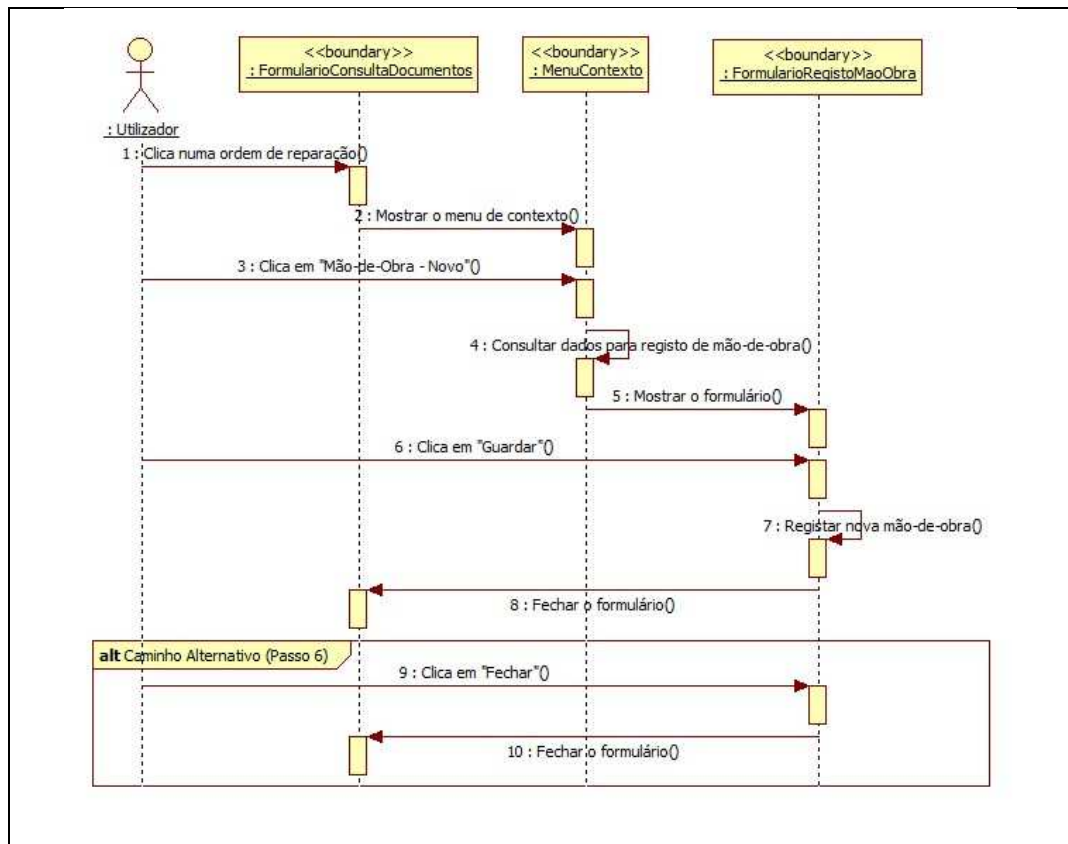
XXVII. Alterar relatório



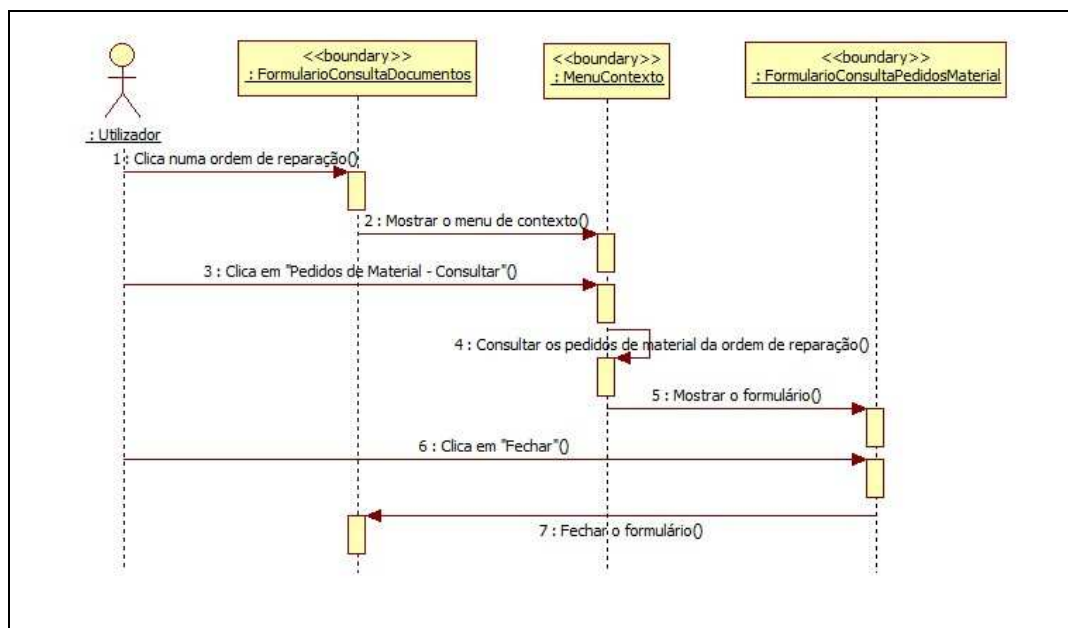
XXVIII. Sincronizar dados



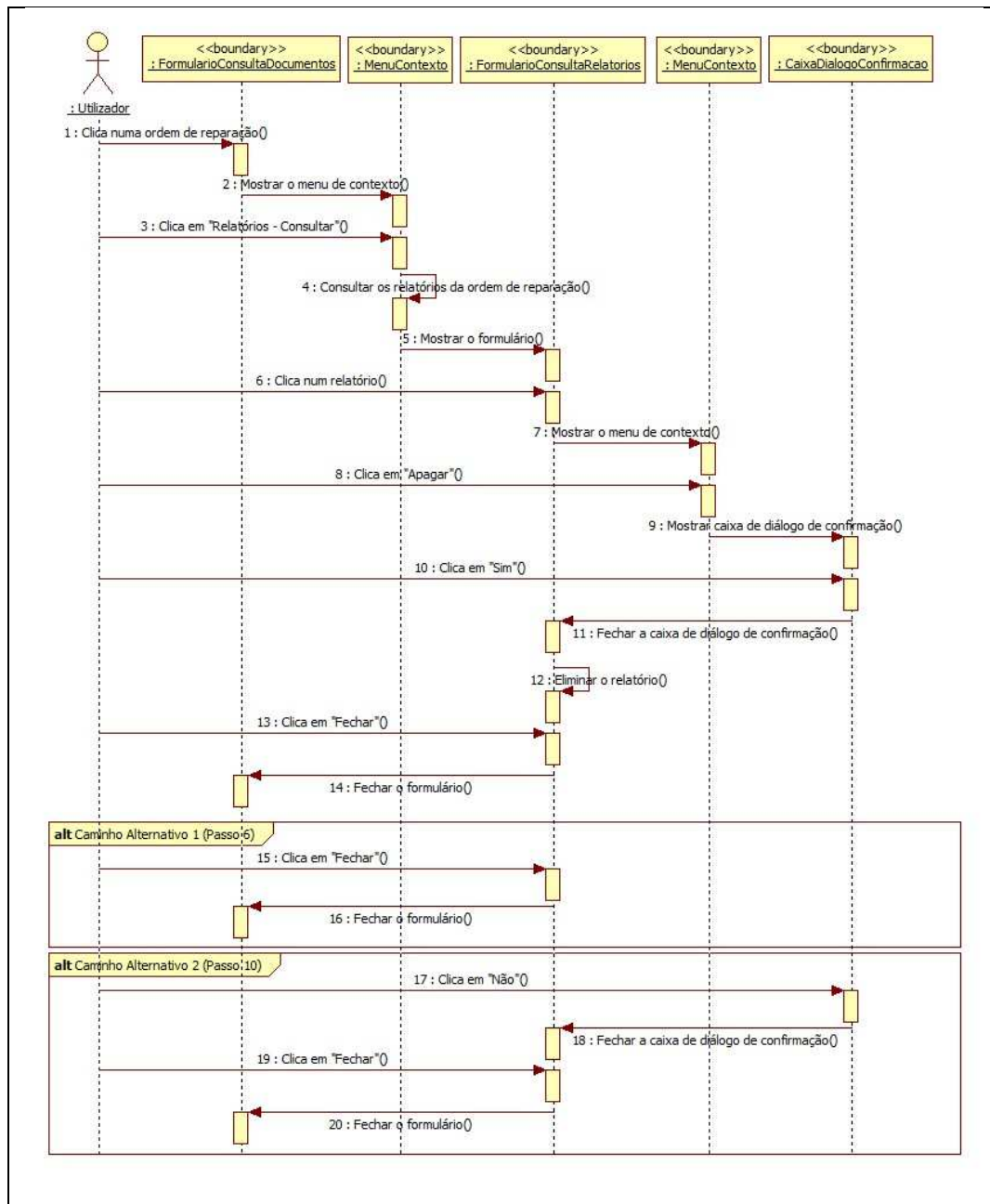
XXIX. Registar mão-de-obra



XXX. Consultar pedidos de material



XXXI. Apagar relatório



Anexo V – CAPSI 2010

As Aplicações Móveis na Produção Industrial

Gestão da Manutenção

Rui Batista ¹, Catarina Silva ²

1) Alidata, Soluções Informáticas, Lda., Leiria, Portugal

ruibatista@alidata.pt

2) Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Leiria, Portugal

catarina@ipleiria.pt

Resumo

O aparecimento de novas tecnologias, aliado à constante evolução das infra-estruturas de comunicação de redes móveis, tem possibilitado o desenvolvimento de sistemas de informação de gestão e apoio aos mais diversos sectores de actividade, como é o caso da produção industrial.

Um dos factores que influencia o sector da produção, quer em termos de custos, quer em termos de rentabilidade e produtividade, é a manutenção dos sistemas de produção, nomeadamente das linhas de produção e das máquinas que as compõem. Pretende-se que a manutenção seja feita no mais curto espaço de tempo, de modo a minimizar as paragens dos equipamentos, para afectar o menos possível o processo produtivo.

Uma vez que as aplicações móveis no sector da manutenção industrial ainda não ocupam um lugar de destaque, neste trabalho apresenta-se uma aplicação móvel integrada num sistema de informação ERP capaz de tornar mais eficiente o processo de manutenção dos equipamentos.

A área da manutenção, pela importância que representa no sector produtivo, é uma área crítica, que poderá assim beneficiar das tecnologias móveis, agilizando processos que de outra forma seriam mais complexos e morosos.

Palavras-chave: Computação móvel, ERP, Integração de Sistemas de Informação, Gestão da Manutenção

1. Introdução

Perante um mercado que procura principalmente satisfazer as necessidades dos consumidores, as empresas deparam-se não só com a obrigatoriedade de aumentar a qualidade dos seus produtos, mas também com a necessidade de racionalizar os custos inerentes à produção [Polychronopoulos 2005]. O controlo destes factores é vital para a gestão da produção de qualquer empresa, daí que nos últimos anos tenhamos assistido a uma procura crescente de soluções informáticas capazes de dar resposta a essas necessidades.

A utilização de sistemas de gestão ERP tem vindo cada vez mais a ser adoptada pelas empresas, uma vez que estas ferramentas permitem efectuar a gestão e a monitorização de processos, o controlo de actividades e a gestão estratégica do negócio. Actualmente, estas aplicações são também usadas na gestão e no planeamento do processo produtivo, especialmente em áreas onde é efectuada produção em série. Nestas áreas, a produção industrial é feita quase sempre em contínuo, 24 horas por dia, 7 dias por semana.

Um factor determinante que influencia o sector da produção, quer em termos de custos, quer em termos de rentabilidade e produtividade, é a manutenção dos sistemas de produção, nomeadamente dos equipamentos que compõem as linhas de produção. Apesar da área da manutenção ter sido considerada uma área não produtiva, nos últimos anos, as empresas têm focado a sua atenção na manutenção, considerando a conservação dos seus activos e equipamentos uma parte essencial da área produtiva. Desta forma, surgiu a necessidade dos sistemas de manutenção serem integrados nos sistemas de gestão actuais [Nikolopoulos 2003].

O desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis tem permitido às empresas usufruírem de ferramentas de trabalho que permitem automatizar as tarefas do dia-a-dia. Na área da produção industrial, apesar de já existirem algumas soluções móveis na área do controlo de stocks e inventário, ainda existem algumas áreas por explorar, como por exemplo a manutenção industrial. Os sistemas de gestão ERP actuais fornecem funcionalidades que auxiliam o processo de gestão da manutenção, no entanto, a possibilidade de estender estas funcionalidades aos dispositivos móveis, permitem simplificar muitas das tarefas relacionadas com a manutenção, uma vez que facilitam a

consulta, registo e monitorização junto dos próprios equipamentos, tornando assim este processo mais simples e eficiente.

Neste artigo, apresenta-se uma aplicação móvel capaz de auxiliar no processo de gestão da manutenção dos equipamentos industriais. Através desta aplicação móvel, é possível, por exemplo, automatizar e simplificar muitas tarefas que fazem parte da gestão da manutenção, nomeadamente o registo de anomalias dos equipamentos, o acesso à informação dos planos de manutenção preventiva e a gestão das manutenções preventivas e correctivas efectuadas em cada equipamento.

De seguida, na Secção 2 apresenta-se um enquadramento dos trabalhos desenvolvidos nos sistemas de informação na área da produção, enfatizando as soluções para a gestão da manutenção de forma a contextualizar o trabalho realizado. Na Secção 3, expõe-se a abordagem proposta do sistema de gestão da manutenção para o dispositivo móvel, incluindo a arquitectura definida. A análise dos resultados constitui a Secção 4 e finalmente na Secção 5 são apresentadas as conclusões e possíveis linhas de trabalho futuro.

2. Enquadramento

Esta secção tem como objectivo fazer um enquadramento da evolução da gestão da produção ao longo dos últimos anos, nomeadamente através da análise dos sistemas de informação direccionados para esta área, e da oferta em termos de soluções de mobilidade que estes sistemas oferecem às empresas, designadamente na área na manutenção industrial, que é o objecto principal deste trabalho.

2.1 A Evolução da Gestão da Produção

Em termos de gestão da produção, é possível identificar ao longo dos tempos, três fases distintas. A primeira fase, marcada por um período em que se “produzia para vender”, era caracterizada pela produção do máximo de quantidade a um preço económico e por uma gestão totalmente manual. Uma vez equilibrada a balança da oferta e da procura, chegou-se a uma segunda fase, em que o cliente podia escolher o seu fornecedor. Nesta fase, em que o lema era “produzir o que podia ser vendido”, tornou-se necessário começar a controlar a actividade da produção. No entanto, a evolução na área da produção, fez com que rapidamente a oferta fosse superior à procura, surgindo assim a terceira fase, em que se

passou a “produzir o que já está vendido”, e surgiram as preocupações de estratégia industrial e do controlo rigoroso da gestão. [Courtois et al. 2007].

Esta evolução só foi possível graças às inúmeras transformações que ocorreram tanto ao nível dos sistemas de informação, como ao nível dos modelos de negócio, que também têm estado em constante mudança na área da produção. A lógica de cadeia de fornecimento (*Supply Chain*) está implantada no sector, e no futuro o objectivo será a melhoria continua na cada vez mais longa cadeia de fornecimento, para fazer chegar o produto ao cliente final, ao melhor preço do mercado, no prazo mais curto de entrega e apostando na qualidade dos produtos e serviços.

2.2 A Evolução dos Sistemas de Informação de Gestão

No início dos anos 60, a gestão era feita apenas centrada nos stocks: o objectivo principal era ter o stock suficiente para poder satisfazer os clientes. A partir dos anos 70, apareceram os sistemas MRP (*Material Requirements Planning*), responsáveis pelo planeamento ou requisição de materiais de acordo com a calendarização do mestre de produção [Polychronopoulos 2005]. A evolução destes sistemas conduziu ao aparecimento, por volta dos anos 80, de sistemas MRP-II (*Manufacturing Resources Planning*), que focavam principalmente a optimização dos processos de produção, através da sincronização de materiais com as necessidades de produção. Nos finais dos anos 80 e início dos anos 90, apareceram os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), que permitiam a integração e coordenação dos vários processos de negócio das empresas [Kumar 2000].

Os actuais ERP's têm acompanhado a evolução tecnológica, nomeadamente das redes e dos dispositivos móveis. A necessidade cada vez maior das empresas terem acesso à informação em tempo real, tem permitido o aparecimento de sistemas ERP “*web-based*” e de soluções para dispositivos móveis, como por exemplo, PDA (*Personal Digital Assistant*).

2.3 ERP – Gestão da Produção

Os processos de produção têm-se tornado cada vez mais complexos e multifacetados, deixando às empresas o desafio de encontrar métodos de simplificação e racionalização das suas actividades. Além disso, a concorrência continua a aumentar em todos os sectores da

indústria, tornando-se necessário encontrar novas maneiras de reduzir os custos de produção.

Neste sentido, as empresas de produção estão cada vez mais a apostar em aplicações de software para otimizar os processos de negócio. Segundo os estudos realizados recentemente pela empresa AMR Research, o investimento das empresas em software relacionado com a produção cresceu 12% em 2007, com cerca de 20% das empresas a planearem implementar novos sistemas de software de produção nos 12 meses seguintes [Smith 2007]. Um outro estudo da empresa Forrester Research, afirmou que mais de 18% das empresas de produção que já implementaram novos sistemas de gestão da produção em 2007, estão a planear fazer grandes actualizações nos próximos anos.

No universo de funcionalidades que constituem um ERP de gestão da produção, existe uma área que desempenha um papel fundamental neste sector - a área da manutenção, sendo cada vez mais consensual que da eficiência e eficácia da manutenção depende o sucesso de toda a empresa.

Em termos de sistemas de manutenção, as intervenções a serem executadas nos equipamentos podem ser classificadas em três tipos: (1) manutenção preventiva: quando a operação deve ser executada tendo em conta uma determinada periodicidade; (2) manutenção correctiva: quando a operação deve ser executada imediatamente, normalmente após uma paragem forçada do equipamento; e (3) manutenção preditiva: quando a operação deve ser realizada o mais rápido possível, devido á observação de um conjunto de parâmetros de monitorização do equipamento [Cuignet 2006].

A gestão de toda esta informação fica mais facilitada se existir um suporte em termos informáticos, nomeadamente no sistema de gestão ERP, que permita controlar toda esta diversidade de informação e tornar a tarefa da manutenção mais simples, especialmente quando falamos de manutenção preditiva, em que é necessário diariamente observar e registar parâmetros de desgaste ou degradação dos equipamentos [Frontiers 2000].

2.3.1 ERP – Soluções existentes no mercado

Neste trabalho foram analisadas as soluções existentes no mercado, começando pelos sistemas de produção mais usados ao nível internacional, nomeadamente nos Estados Unidos da América, avançando depois para os sistemas de produção mais conhecidos e

usados no nosso país. A tabela 2 mostra o resumo dos sistemas ERP analisados para a área da produção.

EMPRESA ERP	DESTAQUES	WEB	SAAS	MOBILIDADE		
				AC	AT	LS
CONSONA	- Produção em geral, personalizada e projectos;			✓		✓
ENCOMPIX	- Soluções de ERP, BI, CRM, APS, MES;					
EPICOR	- Flexível, escalável e forte na produção mista;			✓	✓	
EPICOR ERP	- Soluções de CRM, SCM e PSA;					
SYSPRO	- Forte na área financeira, produção e logística;			✓		✓
SYSPRO ERP	- Total integração, boa relação desempenho/preço;					
PLEX	- Forte na área automóvel e aeroespacial;	✓	✓			
PLEX ONLINE	- Solução web totalmente integrada;					
INFOR	- Solução abrangente orientada para ME's;				✓	✓
BAAN	- Soluções desenvolvidas na arquitectura SOA;					
IFS	- Forte nas indústrias aeroespacial e defesa;			✓		
MANUFACTURING	- Sistema de produção flexível;					
GLOBALSHOP	- Solução de produção completa e em tempo real;					
ONE-SYSTEM	- Um investimento fácil de recuperar para PME's;					
MICROSOFT	- Solução completa e abrangente para ME's;			✓		
DYNAMICS	- Utilização do interface já familiar da Microsoft;					
VISIBILITY	- Solução par as várias necessidades da produção;					
VISIBILITY.NET	- Adaptável e de baixo custo para implementação;					
SAGE	- Solução direccionada para PME's;		✓	✓	✓	✓
MANUFACTURING	- Solução de "SaaS" numa plataforma alojada;					
SAP	- Ampla oferta de soluções para PME's;			✓	✓	
MANUFACTURING	- Integração da área da produção com as outras áreas;					
PHC	- Interface amigável e elevada parametrização;			✓	✓	
MANUFACTOR	- Engloba todos os tipos de produção;					
PRIMAVERA	- Solução aberta e facilmente adaptável;			✓		✓
INDUSTRY	- Permite controlar todo o ciclo de produção;					
ALIDATA	- Solução adaptável a qualquer tipo de produção;			✓	✓	✓
GESTÃO PRODUÇÃO	- Permite gerir todo o processo produtivo;					

O estudo que foi feito teve como objectivo perceber a dinâmica dos sistemas de gestão ERP direccionados para a área da gestão da produção, e ver de que forma é que estes sistemas respondem eficazmente aos problemas deste sector. Em termos de soluções, foi

fácil perceber que existe uma grande diversidade de sistemas, quer em termos de oferta internacional, quer em termos de software produzido em Portugal. As soluções são abrangentes e fornecem as ferramentas necessárias a um controlo e gestão eficazes.

No que diz respeito à utilização de aplicações móveis na gestão da produção, concluiu-se que neste sector, a utilização de aplicações móveis ainda está longe de fazer parte das soluções oferecidas pelos fabricantes de software. As soluções móveis que predominam actualmente nos ERP são direccionadas sobretudo para 3 grandes áreas: (i) a área comercial, com soluções direccionadas para as vendas no exterior, (ii) a área da assistência técnica, com soluções para as equipas de assistência ao exterior e para (iii) a área da logística, com soluções para a gestão de stocks e inventário.

Quanto à área da manutenção, foi possível concluir que os sistemas ERP actuais oferecem, de uma forma geral, funcionalidades vocacionadas para a gestão da manutenção dos equipamentos. No entanto, esta gestão poderia ser optimizada e melhorada caso fossem oferecidas soluções móveis para auxiliar o processo de controlo e gestão da manutenção dos equipamentos, nomeadamente para controlar a manutenção preventiva e correctiva dos equipamentos, para efectuar o registo das anomalias detectadas, agilizando e automatizando assim o processo de monitorização dos equipamentos.

Desta forma, existe espaço e oportunidade para desenvolver uma aplicação móvel para responder a esta necessidade específica, uma vez que esta solução poderá trazer ganhos de produtividade e permitir um melhor controlo deste sector. A importância que a área da manutenção tem no bom desempenho da produção e os custos que poderão resultar de uma deficiente manutenção fazem desta área uma área chave para a produção industrial.

3. Abordagem Proposta

A utilização de sistemas de gestão ERP na área da produção, como vimos na secção anterior, é um factor determinante no controlo eficaz das actividades produtivas. A manutenção industrial é um ponto cada vez mais importante no controlo e na gestão dos equipamentos, uma vez que os custos associados aos tempos de imobilização são normalmente superiores aos custos necessários para efectuar a manutenção normal.

3.1 Introdução

A solução a desenvolver tem como objectivo fornecer apoio e suporte ao sector da manutenção nas tarefas de controlo, registo e monitorização da manutenção dos equipamentos num ambiente de produção. O objectivo principal é fornecer ao utilizador o acesso à informação necessária para a gestão da manutenção, através de dispositivos móveis. Assim, pretende-se que a aplicação possa residir num dispositivo móvel, do tipo PDA, e que forneça ao utilizador um conjunto de funcionalidades que o auxiliem no processo de monitorização da manutenção.

A aplicação deverá também permitir o acesso à informação em qualquer localização da área da fábrica, com a possibilidade de trabalhar *on-line* com o sistema de gestão ERP, caso exista cobertura de *Wi-Fi*, e com a possibilidade de trabalhar *off-line* e posterior sincronização de dados com o sistema ERP, fornecendo ao utilizador um conjunto vasto de funcionalidades, nomeadamente:

- Consulta de informação do cadastro do equipamento;
- Consulta dos estados de cada equipamento ou linha de produção;
- Consulta de planos de manutenção preventiva;
- Registo de anomalias detectadas;
- Consulta do histórico de intervenções;
- Registo das mudanças de estado dos equipamentos (paragens, avarias, etc.);
- Efectuar os pedidos ou ordens de reparação;
- Registo dos tempos de mão-de-obra das intervenções;
- Efectuar pedidos de material para as intervenções a realizar;
- Análise de custos por intervenção;
- Efectuar os relatórios de ocorrência para cada intervenção;
- Sincronização da informação para o ERP quando está a trabalhar em modo *off-line*;

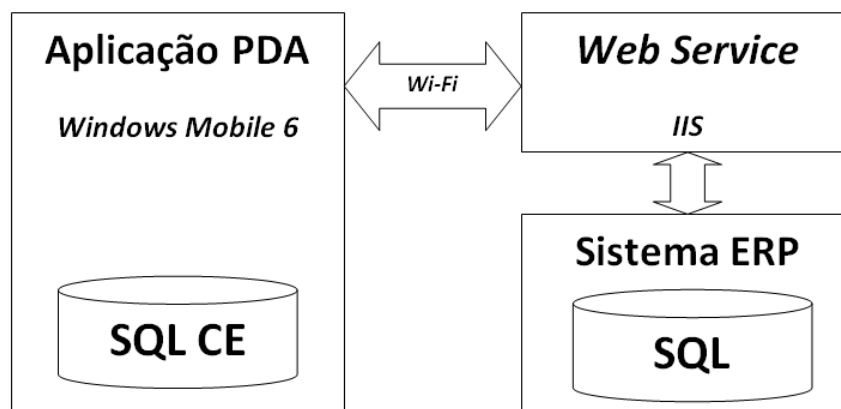
3.2 Arquitectura

A aplicação a ser desenvolvida é uma aplicação móvel, com o objectivo de ser executada a partir de um dispositivo móvel do tipo PDA.

O sistema operativo do dispositivo móvel será baseado na plataforma Windows, e a aplicação terá uma base de dados local para guardar a informação. Uma vez que o sistema operativo Windows Mobile 6 já fornece uma base de dados instalada, o Microsoft SQL Server Compact Editon, será esta a base de dados utilizada pela aplicação.

Uma vez que a aplicação irá ter dois modos de funcionamento, *on-line* e *off-line*, e irá comunicar com a base de dados do sistema de gestão ERP, a informação irá ser sincronizada para a base de dados do ERP através de um *web service*, que irá funcionar como camada intermédia entre a aplicação do PDA e o sistema de gestão ERP.

A escolha do sistema ERP em que irá ser implementada esta solução recaiu sobre o ERP da Alidata, uma vez assim é possível colocar no terreno a solução e determinar se de facto produz o efeito pretendido.



3.2.1 Plataformas de Desenvolvimento

Plataforma .NET

A plataforma .NET tem como principal objectivo tornar mais fácil e consistente o desenvolvimento de aplicações, de forma a responder aos mais recentes desafios, tais como o desenvolvimento de software universal com capacidade de portabilidade e de conectividade. O objectivo é que todas as aplicações *Windows*, aplicações ou serviços Web sejam desenvolvidos por um grupo comum de ferramentas, para que se possam integrar facilmente uns com os outros [Queirós 2008].

A *framework* .NET é um componente de software gratuito, adicionado ou embebido no sistema operativo Windows que reúne todo um conjunto de linguagens, bibliotecas e serviços, com o objectivo de simplificar o desenvolvimento de aplicações. A versão compacta da *framework* (CF) fornece aos programadores as ferramentas necessárias para o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis.

Alidata Software

O sistema de gestão que foi escolhido para completar o ambiente de implementação foi o ERP da Alidata. Trata-se de uma empresa nacional, fundada há 25 anos, que se dedica ao desenvolvimento de software de gestão para diversas áreas de negócio, entre as quais a área da produção.

Para a área da produção, este ERP disponibiliza uma solução que foi desenvolvida de raiz para a área do controlo de produção, permitindo gerir todo o processo produtivo, através do controlo e acompanhamento dos processos em tempo real. Esta solução destina-se a indústrias que fabricam qualquer tipo de produto final produzido em série.



Apesar de serem disponibilizadas um conjunto de aplicações móveis integradas com o software de gestão ERP, que permitem agilizar os processos (Alidata Mobile Vendas, Alidata Mobile Assistência Técnica e Alidata Mobile Gestão de Armazéns), não existe ainda uma aplicação móvel para a gestão da manutenção.

As aplicações existentes estão desenvolvidas nas linguagens Delphi, C#, ASP.NET, PHP e SQL, no entanto, existem planos para continuar a melhorar a oferta em termos de soluções e por isso pretende-se apostar em sistemas de gestão “*web-based*”, independentes da arquitectura de base de dados, e em aplicações móveis.

3.3 Projecto e Implementação

O desenvolvimento de software não é processo fácil, e o desenvolvimento de software de qualidade é um processo ainda mais complicado. O resultado final, em muitos casos, ultrapassa os custos e prazos previstos. Desta forma têm surgido ao longo das últimas décadas várias metodologias de desenvolvimento de software com o objectivo de otimizar o processo de desenho e concepção do produto.

A metodologia de desenvolvimento escolhida para o projecto foi a metodologia ICONIX, por ser uma metodologia prática situada entre a complexidade e a abrangência do RUP (*Rational Unified Process*) e a simplicidade e o pragmatismo do XP (*Extreme Programming*). A metodologia ICONIX é uma metodologia de desenvolvimento de software que engloba as seguintes tarefas: análise de requisitos, análise e desenho preliminar, desenho e implementação e testes [Silva e Videira 2001].

3.3.1 Especificação de Requisitos

Os requisitos de um sistema têm como objectivo descrever as características do mesmo para que este possa satisfazer as necessidades da aplicação. Ao proceder ao levantamento e especificação de requisitos, passa a ser possível enumerar todas as características do sistema que é pretendido desenvolver. Na tabela 3 é possível encontrar um resumo dos requisitos da aplicação.

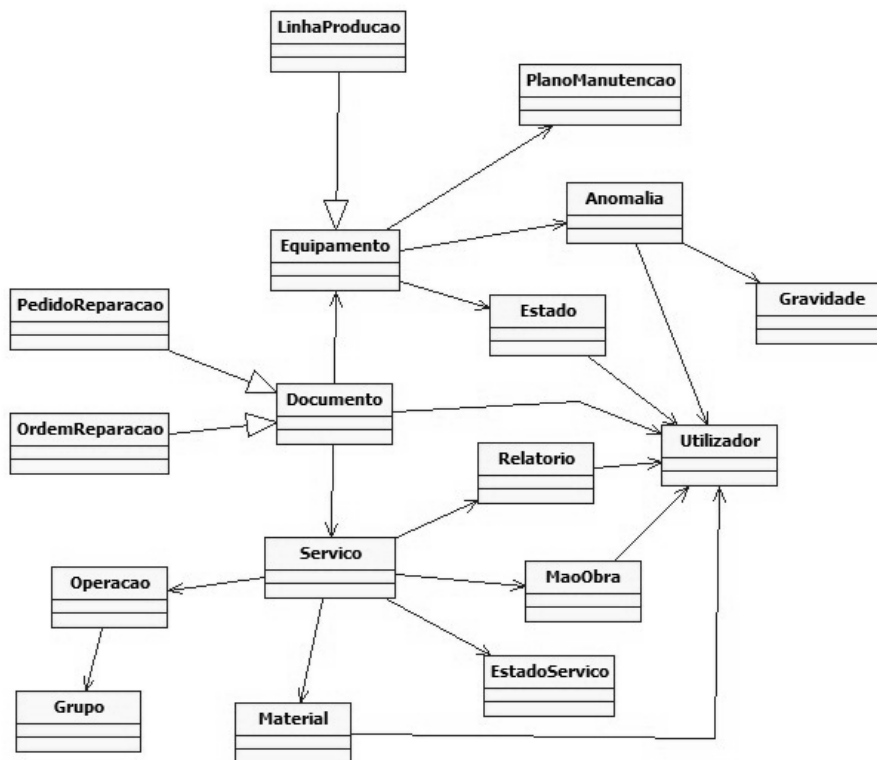
#	Descrição do Requisito	Tipo
1	Execução a partir de um PDA;	NF
2	Dois modos de funcionamento: <i>on-line</i> e <i>off-line</i> ;	NF
3	Autenticação de utilizadores;	F
4	Consulta e actualização da ficha de <u>equipamento</u> ;	F

#	Descrição do Requisito	Tipo
5	Consulta de equipamento através de vários atributos;	F
6	Consulta de equipamentos por linha de produção e estado;	F
7	Consulta de planos de manutenção preventiva ;	F
8	Consulta de anomalias e estado de cada anomalia;	F
9	Consulta do histórico , com acesso ao material e mão-de-obra ;	F
10	Registo de avisos de anomalias, com classificação da gravidade ;	F
11	Registo das mudanças de estados : paragens, avarias, condicionamentos;	F
12	Inserção de pedidos de reparação e as operações a realizar;	F
13	Consulta e gestão dos pedidos de reparação pendentes;	F
14	Inserção de ordens de reparação e as operações a realizar;	F
15	Consulta e gestão das ordens de reparação pendentes;	F
16	Consulta de informação da ordem de reparação: mão-de-obra e material;	F
17	Consulta dos tempos de mão-de-obra dos operários;	F
18	Consulta do material aplicado e dos pedidos de material para a reparação;	F
19	Registo de relatórios das intervenções realizadas;	F
20	Consultar e gestão dos relatórios das intervenções realizadas;	F
21	Divisão das intervenções por grupo (Ex: preventivas, correctivas, etc.);	F

3.3.2 Desenvolvimento

A primeira fase do processo de desenvolvimento, segundo a metodologia ICONIX, corresponde à análise de requisitos. Nesta fase, foram realizadas as seguintes tarefas: identificação dos objectos do mundo real e das relações entre eles, com o desenho do diagrama de classes de alto nível (Na tabela 3, foram sublinhados os nomes e substantivos candidatos a classes), desenvolvimento do protótipo da aplicação, nomeadamente do interface com o utilizador, identificação dos casos de utilização envolvidos no sistema, através do desenho dos diagramas de caso de uso, com os respectivos actores;

A representação das classes e dos relacionamentos foi feita através da elaboração de um diagrama de classes de alto nível, apresentado de seguida na Figura 3.



Os relacionamentos identificados no diagrama anterior são apenas de dois tipos: relações de herança, que representam a existência de uma especialização de uma determinada classe em uma ou mais subclasses, e relações de associação, que representam uma dependência entre duas classes e são válidas sempre que no domínio em causa sejam independentes do factor tempo, como por exemplo, uma “LinhaProducao” tem “Equipamento”;

De forma a auxiliar o processo de análise da aplicação a desenvolver, foi criado um protótipo gráfico com o objectivo de mostrar as principais funcionalidades contempladas pelo sistema. As figuras seguintes ilustram alguns dos formulários que irão constituir a aplicação.



a) Autenticação



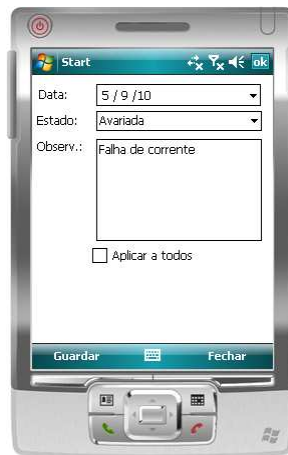
b) Menu Principal



c) Pesquisa



d) Ficha Equipamento



e) Registo de Estado



f) Plano Manutenção



g) Registo de Anomalia



h) Consulta de Anomalias



i) Histórico

Figura 4 – Protótipo

A utilização de cenários de utilização, ou casos de uso, para explicar o funcionamento de um sistema é um método muito utilizado no desenvolvimento de uma aplicação. Um caso de uso é normalmente constituído pelos seguintes elementos: (1) actores, (2) casos de uso e (3) relacionamentos.

Da análise que foi efectuada tendo em conta os requisitos do sistema, resultou apenas a identificação de um único actor: (1) utilizador: que representa um utilizador normal do sistema. A Figura 5 ilustra o diagrama de casos de uso construído para a aplicação que se pretende desenvolver.

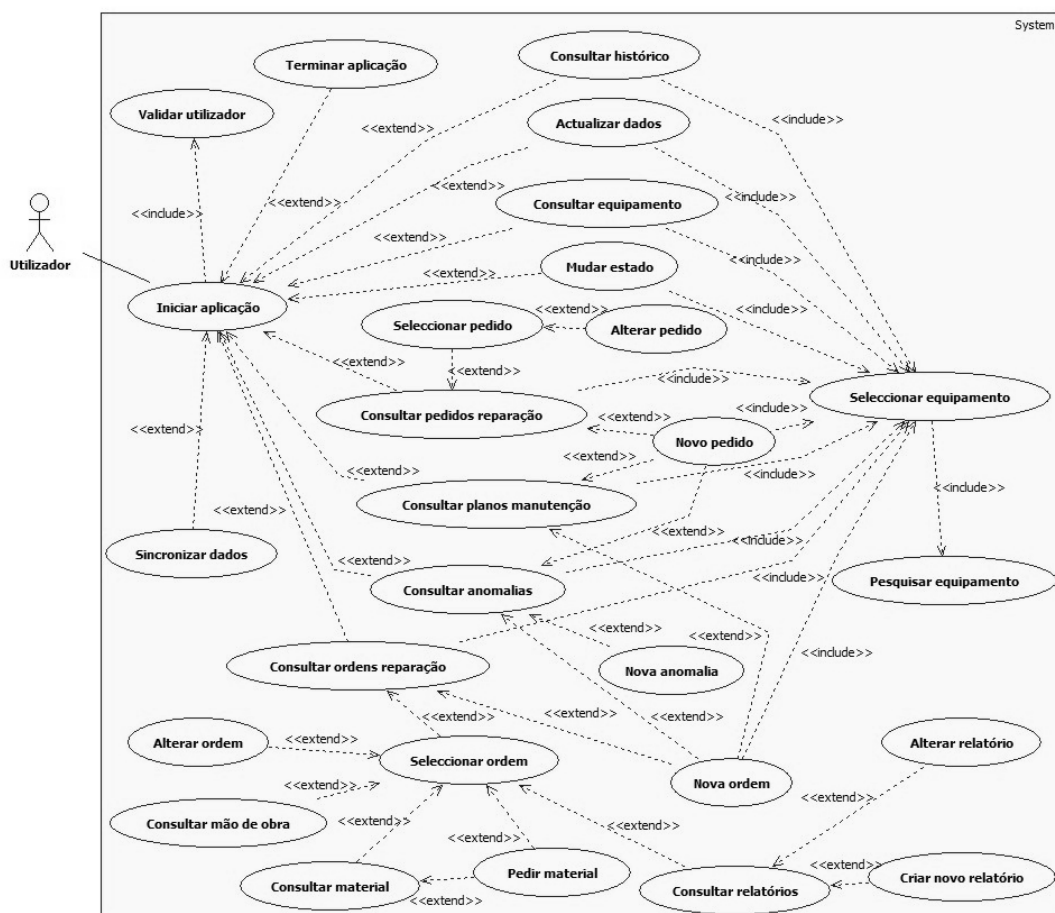


Figura 5 - Diagrama de Casos de Uso

4. Análise de Resultados

A utilização de sistema de informação ERP na área da produção industrial é um factor determinante no controlo eficaz da actividade das empresas. A evolução dos sistemas de

gestão e das tecnologias móveis tem possibilitado às empresas que desenvolvem software, apresentarem soluções de gestão cada vez mais completas e eficazes.

O trabalho que foi feito teve como objectivo perceber a dinâmica dos sistemas de gestão ERP direccionados para a área da gestão da produção, e ver de que forma é que estes sistemas respondem eficazmente aos problemas deste sector. Foi fácil perceber que existe uma grande diversidade de sistemas, quer em termos de oferta internacional, quer em termos de software produzido em Portugal. As soluções são abrangentes e fornecem as ferramentas necessárias a um controlo e gestão eficazes.

Em termos de soluções de mobilidade para a área da produção, a oferta já é mais reduzida, sendo possível criar aplicações que acrescentem valor aos sistemas de gestão ERP existentes. Desta forma, a área da manutenção, pela importância que representa no sector produtivo, é uma área crítica, que poderá beneficiar das tecnologias móveis, agilizando assim processos que de outra forma seriam mais complexos e morosos.

O desenvolvimento de uma solução móvel para a área da manutenção irá com certeza trazer uma mais-valia a este sector. A solução apresentada, além de possibilitar a realização das principais tarefas relacionadas com o registo e monitorização dos equipamentos de produção, permite ainda que a realização das mesmas possa ser feita com total mobilidade. A estas vantagens, acresce ainda o facto de a aplicação permitir a sincronização de dados com um qualquer sistema ERP, sendo que a sua implementação poderá determinar se de facto a aplicação responde eficazmente às necessidades pretendidas.

5. Conclusões e Trabalho Futuro

Os sistemas de informação ERP, como vimos ao longo deste trabalho, têm fornecido às empresas da área da produção ferramentas que permitem ter um controlo rigoroso das actividades desenvolvidas, tornando-as assim mais capazes de responder a um mercado cada vez mais exigente e competitivo.

A emergência das tecnologias móveis, por seu lado, tem desempenhado um papel importante no complemento dos sistemas de informação, uma vez que permitem acrescentar a esses sistemas a mobilidade que em algumas áreas é essencial, para ter um controlo e gestão rigorosa, como é a área da manutenção dos sistemas de produção.

A solução apresentada neste trabalho permite que o sector da manutenção industrial possa também beneficiar das vantagens das tecnologias móveis. A solução apresentada tem como objectivo principal responder às necessidades de um sector vital na área da produção, para o qual ainda não havia soluções móveis capazes de darem resposta às suas necessidades, e ao mesmo pretende agilizar e automatizar os processos de recolha e tratamento da informação.

Em termos de trabalho futuro, o objectivo principal é o de concluir o desenvolvimento da aplicação móvel apresentada neste trabalho, integrada numa primeira fase no sistema ERP apresentado, e passar a fase de implementação da solução num ambiente de produção industrial.

6. Referências

[**Courtois et al. 2007**]: Courtois A., Pillet M., Martin-Bonnefous C., *Gestão da Produção*. LIDEL, 5ª Edição, 2007

[**Cuignet 2006**]: Cuignet, Renaud, *Gestão da Manutenção*. LIDEL, 2006

[**Frontiers 2000**]: Frontiers, I. S., *What is ERP?*, 2:2, 141-162, Business and Economics, 2000

[**Kumar 2000**]: Kumar, K., *ERP Experiences and Evolution*, 43(4), 23-26, 2000

[**Nikolopoulos 2003**]: Nikolopoulos, K. M., *Integrating industrial maintenance strategy into ERP*, Industrial Management & Data Systems, 103/3 184-191, 2003

[**Polychronopoulos 2005**]: Polychronopoulos, A. K., *Enterprise Resource Planning (ERP) System: An Effective Tool for Production Management*, Management Research News, 28/6 66-78, 2005

[**Queirós 2008**]: Queirós, Ricardo, *Programação para Dispositivos Móveis em Windows Mobile 6*, FCA, 2008

[**Silva e Videira 2001**]: Silva, A. M., e Videira, C. A., *UML, Metodologias e Ferramentas CASE*, Edições Centro Atlântico, 2001

[**Smith 2007**]: Smith, Alison, M. D., *The Manufacturing Operations Software Application Market Sizing Report*, AMR Research, 2007