



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Interoperabilidade nos Sistemas de Informação da Leoni  
Portugal

José Avelino Rodrigues Fernandes

UMinho | 2010

José Avelino Rodrigues Fernandes

**Interoperabilidade nos Sistemas de  
Informação da Leoni Portugal**

Outubro de 2010



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

José Avelino Rodrigues Fernandes

**Interoperabilidade nos Sistemas de  
Informação da Leoni Portugal**

Tese de Mestrado de Informática

Trabalho efectuado sob a orientação do  
**Professor Doutor Paulo Jorge Freitas de Oliveira Novais**

Outubro de 2010

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Universidade do Minho, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

## Resumo

Numa época em que encontramos um choque entre gerações de aplicações e tecnologias, a engenharia de aplicações encontra assim, um desafio na interoperabilidade, procurando novas oportunidades, novos desafios em busca de uma mudança organizacional que melhor responda ao sucesso das organizações. Neste contexto, a Leoni Portugal tem a necessidade de redesenhar os seus sistemas de informação, introduzindo novas aplicações e garantido a interoperabilidade entre estas, de forma a manter-se competitiva no ramo automóvel (mais precisamente na confecção de cablagens eléctricas) onde os seus concorrentes procuram oportunidades para aumentar o seu volume de negócio. Sendo a Leoni Portugal uma multinacional, segue regras impostas pela casa mãe, o que implica, ter em consideração alguns requisitos nos desafios que se pretendem enfrentar.

À Leoni Portugal, é-lhe imposto a utilização de um Enterprise Resource Planning desenvolvido pela sede na Alemanha – Nuremberg, e utilizado em todas as sucursais da Leoni. No entanto, este Enterprise Resource Planning designado por FORS, tem diversas lacunas, nomeadamente na área de Produção, Engenharia de Processos e Qualidade.

Assim, pretende-se através da integração de sistemas, criar uma estrutura robusta e flexível, onde a informação necessária para cada área de produção, esteja acessível de forma simples e direccionada para aquela área. Esta arquitectura trabalha com padrões abertos que facilita o cruzamento da informação e a coordenação entre novos módulos a desenvolver e aplicações já existentes.

Os módulos desenvolvidos (LPGT - Engenharia de Processo, LPSA – Pré-confecção, LPMCS e LPFI - Produção, LPSMS – inter-departamental), terão uma função imprescindível na supressão das deficiências existentes no FORS, cada um circunscrevendo a sua área de acção. Não menos importante, é a inclusão dos registos de qualidade em toda a área produtiva promove rastreabilidade do produto, certificando a cablagem em todo o seu historial.

**Palavras-chave:** Interoperabilidade, Engenharia de Aplicações, UML



## **Abstract**

At a time when we find a clash between generations of applications and technologies, applications engineering is therefore a challenge in interoperability, seeking new opportunities, new challenges in search of an organizational change that can better respond to the success of organizations.

In this context, Leoni Portugal have the need to redesign their information systems, introducing new applications and ensuring interoperability between them, in order to remain competitive in the automotive industry (more specifically in the manufacture of electrical wiring - harness) where their competitors seek opportunities to increase business volume. Since Leoni Portugal a multi-national company, follows rules imposed by the Central, which implies, taking into account some requirements of the whole company challenges.

It's a duty for Leoni Portugal to use the Enterprise Resource Planning developed by the headquarters in Germany - Nuremberg, and used in all branches offices of Leoni. However, this referred to as Enterprise Resource Planning, FORS, has several weaknesses, particularly in the areas of Production, Process Engineering and Quality.

Therefore, it is intended through systems integration, to create a robust and flexible structure, where the information required for each production area is accessible in a simple way and targeted to that area. This architecture works with open standards that facilitate the crossing of information and coordination of new modules and existing applications.

The developed modules (LPGT - Process Engineering, LPSA - Sub-assembly, LPMCS and LPFI - Production, LPSMS - different departments), will have a vital role to complete FORS, each circumscribing its area of action. No less important, is the inclusion of registration of quality throughout the production area promotes product traceability, ensuring the harness throughout its history.

**Keywords:** Interoperability, Application Engineering, UML



## **Agradecimentos**

À família, pilar mestre da disciplina,

Da educação, afecto, e respeito pelo próximo.

À universidade, em particular ao Professor Doutor Paulo Novais,

Pelo apoio e acompanhamento em todo trabalho realizado.

À Leoni Portugal, e toda a sua equipa,

Tornando-se hoje,

Na minha segunda família.





## Índice

Resumo .....	iii
Abstract .....	v
Agradecimentos .....	vii
Índice .....	ix
Índice de Figuras .....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Acrónimos .....	xix
1. Introdução .....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Motivação .....	2
1.3 Apresentação da Empresa.....	2
1.4 Tema e Objectivos .....	6
1.5 Metodologia de Investigação.....	7
1.6 Estrutura do documento.....	8
2. Integração de Sistemas e Interoperabilidade .....	9
2.1 Introdução .....	9
2.2 Níveis da Interoperabilidade.....	11
2.3 Aplicações da Interoperabilidade .....	15
2.4 Tipologias da Interoperabilidade.....	16
2.4.1 Interoperabilidade sintáctica .....	17
2.4.2 Interoperabilidade semântica .....	18
2.4.3 Interoperabilidade Organizativa .....	20

2.4.4 Interoperabilidade Técnica.....	20
2.5 Sincronização.....	20
2.5.1 Sincronização Síncrona .....	21
2.5.2 Sincronização Assíncrona .....	21
3. Caso de estudo “Leoni Portugal” .....	23
3.1 Diagnóstico à Interoperabilidade nos Sistemas de Informação da LEONI PORTUGAL.....	23
3.2 Análise SWOT.....	26
3.3 UML – Unified Modeling Language.....	29
3.4 Análise de Requisitos .....	30
3.5 Use Cases .....	32
3.6 Especificação Funcional .....	36
4. Arquitectura e Implementação .....	39
4.1 Processo de Desenvolvimento.....	39
4.1.1 O Modelo de Processos MSF .....	40
4.1.2 Visão .....	40
4.1.3 Planeamento.....	41
4.1.4 Desenvolvimento .....	42
4.1.5 Estabilização .....	42
4.1.6 Implementação .....	43
4.1.7 Documentos.....	43
4.2 Arquitectura geral dos SI da LEONI Portugal .....	44
4.3 Infra-estruturas.....	45
4.4 Módulos da Plataforma .....	47

4.4.1 Sincronização.....	47
4.4.2 LPGT .....	51
4.4.3 LPSA .....	62
4.4.4 LPMCS .....	76
4.4.5 LPFI .....	87
4.4.6 LPSMS.....	94
5. Conclusão.....	97
5.1 Síntese .....	97
5.2 Análise de Resultados .....	98
5.3 Trabalho Futuro.....	100
Bibliografia.....	101



## Índice de Figuras

Figura 1 - Empresa LEONI PORTUGAL .....	3
Figura 2 - Exemplo de aplicação de uma cablagem .....	4
Figura 3 - Organograma da Empresa.....	4
Figura 4 - Produtos dos Clientes Caterpillar e Cummins.....	5
Figura 5 - Produtos dos Clientes AGCO e JCB .....	5
Figura 6 - Interoperabilidade nos Sistemas da Administração Pública.....	9
Figura 7 - Níveis de Informação do Sistema de Interoperabilidade do Modelo LISI.....	12
Figura 8 - Modelo de Interoperabilidade.....	17
Figura 9 - Relação entre gestão do conhecimento e interoperabilidade .....	19
Figura 10 - Sincronismo entre Sistemas Distribuídos: Síncrono e Assíncrono .....	21
Figura 11 - Arquitectura EDI .....	22
Figura 12 - Esquema do Sistema de Informação da Leoni Portugal.....	23
Figura 13 - Use Case “Gestão da Produção – AOs” .....	33
Figura 14 - Diagrama de Sequência do Planeamento.....	36
Figura 15 - Modelo de Objecto do Planeamento .....	37
Figura 16 - Protótipo do formulário.....	38
Figura 17 - Ciclo de Desenvolvimento.....	40
Figura 18 - Arquitectura de Software da LEONI Portugal.....	45
Figura 19 - Infra-estrutura da rede LAN antes do projecto .....	46
Figura 20 - FORS (Gestão de artigos).....	48
Figura 21 - Trigger e Procedure para apagar registo da tabela magd.....	50
Figura 22 - Sincronização da Base de Dados FORS com a Base de Dados Leoni.....	51
Figura 23 - Relações Fios/impressões.....	58
Figura 24 - Harness Compare.....	59
Figura 25 - ShunkLoader.....	59

Figura 26 - Ponte entre o Pro-Enginner e o CapH .....	61
Figura 27 - Interface para separação dos fios por operação (PICKING) .....	66
Figura 28 - Interface Postos de Cravação Manuais .....	69
Figura 29 - Interface de consulta de Cravações .....	71
Figura 30 - Interface de Trabalho por fazer nas Cravações .....	71
Figura 31 - Interface Posto de fazer Shunts.....	72
Figura 32 - Interface Posto Moldagem e Solda .....	73
Figura 33 - Interface de Posto de fazer Dossiers.....	74
Figura 34 - Posto fixo de trabalho.....	77
Figura 35 - Linha de montagem de dupla face .....	78
Figura 36 - LCD com informação de controlo de produção e eficiência.....	79
Figura 37 - Etiqueta com todas as informações de fabrico para controlo de rastreabilidade.....	79
Figura 38 - Gráfico com o total de defeitos por cablagem.....	80
Figura 39 - Listagem da eficiência alcançada .....	80
Figura 40 - Análise de Capacidades .....	82
Figura 41 - Etiquetas de identificação de tábua .....	83
Figura 42 - Acompanhamento de desvio de processo e reparação .....	84
Figura 43 - Interface do Empacotamento e Informação disponibilizada sobre empacotamento através do LPMCS .....	85
Figura 44 - Empacotamento – leitura de código (Confirmação da Caixa) .....	85
Figura 45 - Layout da área Piloto .....	86
Figura 46 - Controlo segundo a DIN ISO 2859, parte 1, nível de controlo I, AQL determinado : 0,10 .....	87
Figura 47 - Algoritmo para o Skip-Lot.....	88
Figura 48 - Web Service da Inpecção Final.....	89
Figura 49 - DMZ na Leoni Portugal.....	90
Figura 50 - LPMCS: Consultas da Inspecção Final via LPFI .....	93
Figura 51 - Framework do LPSplus .....	94

Figura 52 - LPSMS (Sistema de Alertas por SMS) .....	96
Figura 53 - Actual Sistema de Informação da LEONI Portugal.....	98
Figura 54 - Fluxo de Material .....	100





## **Índice de Tabelas**

Tabela 1 - Aplicação da análise SWOT na LP.....	26
Tabela 2 - Análise de Requisitos do Planeamento fino de uma Linha de Produção .....	32
Tabela 3 - Documentos do dossier de projecto .....	44
Tabela 4 - Limitações existentes inerente ao LPGT .....	53
Tabela 5 - Novidades a introduzir no LPGT.....	56



## Acrónimos

<b>1. ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line
<b>2. AOs</b>	Líderes de Segmento
<b>3. ASCII</b>	American Standard Code for Information Interchange
<b>4. CAD</b>	Computer-aided design
<b>5. EDI</b>	Electronic Data Interchange
<b>6. ERP</b>	Enterprise Resource Planning
<b>7. ETL</b>	Extract, transform, and load
<b>8. IM-IT</b>	Information Management - Information Technology
<b>9. LAN</b>	Local area network
<b>10. LP</b>	Leoni Portugal
<b>11. LISI</b>	Level of Information Systems Interoperability
<b>12. LPBoard</b>	Leoni Portugal Gestão das Tábuas de Montagem
<b>13. LPCS</b>	Leoni Portugal Cutting System
<b>14. LPDV</b>	Leoni Portugal Drawing Visualization
<b>15. LPGA</b>	Leoni Portugal Gestão de Actividades
<b>16. LPGT</b>	Leoni Portugal Gabite Técnico
<b>17. LPFI</b>	Leoni Portugal Final Inspection
<b>18. LPMCS</b>	Leoni Portugal Multipart Carousel Control System
<b>19. LPQS</b>	Leoni Portugal Quotation System
<b>20. LPRM</b>	Leoni Portugal Recolha de Material
<b>21. LPSA</b>	Leoni Portugal Sub-Assembly
<b>22. LPSMS</b>	Leoni Portugal Short Message Service
<b>23. LPSplus</b>	LEONI productivity system
<b>24. MSF</b>	Microsoft Solutions Framework
<b>25. MySQL</b>	Relational database management system
<b>26. NMI</b>	NATO C3 Technical Architecture Reference Model for Interoperability

<b>27. OAI</b>	Open Archives Initiative
<b>28. ODBC</b>	Open Database Connectivity
<b>28. ODF</b>	OpenDocument Format
<b>30. PDA</b>	Personal Digital Assistants
<b>31. RDF</b>	Resource Description Framework)
<b>32. RPC</b>	Remote Procedure Call
<b>33. RMI</b>	Remote Method Invocation
<b>34. SGBD</b>	Sistema de Gestão de Base de Dados
<b>35. SGED</b>	Sistema de Gestão de Documentos Electrónicos
<b>36. SISO</b>	Simulation Interoperability Standards Organization
<b>37. SMS</b>	Short Message Service
<b>38. SOA</b>	Service-Oriented Architecture
<b>39. SOAP</b>	Simple Object Access Protocol
<b>40. SQL</b>	Structured Query Language
<b>41. SWOT</b>	Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats
<b>42. STP</b>	Shielded Twisted Pair
<b>43. SI</b>	Sistemas de Informação
<b>44. TIC</b>	Tecnologias de Informação e Comunicação
<b>45. UML</b>	Unified Modeling Language
<b>46. UTP</b>	Unshielded Twisted Pair
<b>47. XDSL</b>	Digital Subscriber Line
<b>48. XML</b>	Extended Markup Language
<b>49. 2PC</b>	Two-phase Commit Protocol

## 1. Introdução

### 1.1 Enquadramento

Actualmente, um dos valores fundamentais é a aceitação pela diferença, como conseguimos comunicar entre diferentes culturas e idiomas, e de forma análoga, pode-se observar esta mesma aceitação entre os diversos Sistemas de Informação (SI), seja qual for a sua origem. A interoperabilidade veio dar resposta a estas questões.

Podemos definir Interoperabilidade como a “capacidade de um sistema (informático ou não) de se comunicar de forma transparente (ou o mais próximo disso) com outro sistema (semelhante ou não). Para um sistema ser considerado interoperável, é muito importante que ele trabalhe com padrões abertos” [Novais & Analide, 2006].

Presentemente na Leoni Portugal (LP), existem vários factores que obrigam a estruturar e planear uma nova estrutura tecnológica (arquitectura), que permita uma interacção entre os sistemas existentes e novos módulos, tais como, gestão de produção e qualidade, entre outros.

Contudo, existem várias formas de tornar possível a interoperabilidade entre SI, esta abordagem pode-se centrar em três áreas distintas: na informação, nas aplicações ou nos processos organizacionais. Estas áreas revelam um ponto de partida para o desenvolvimento de ideias. É importante realçar a integração orientada aos processos organizacionais com os SI, tendo como objectivo encontrar uma solução que responda completamente às necessidades da organização. O uso de sistemas distribuídos integrados através de serviços aplicacionais, conduz à integração ao nível da informação, ou seja, por vezes é necessário actualizar e sincronizar a informação das distintas base de dados da empresa. A evolução das tecnologias tem vindo a facilitar o desenvolvimento de arquitecturas de interoperabilidade, assim como, o uso Web Services veio permitir comunicar as aplicações móveis com restantes sistemas de informação.

“Um dos principais problemas no mundo informático é a interoperabilidade entre as diversas plataformas. O aparecimento dos Web Services veio atenuar este factor, utilizando normas standard como o XML e tornando possível a comunicação entre aplicações como se estas fossem caixas negras, ou seja, é possível comunicar com as aplicações de uma forma normalizada desconhecendo os detalhes da sua implementação ” [Ramalho, Taveira & Rocha, 2004].

## 1.2 Motivação

A Leoni Portugal é uma multinacional de produção de cablagens eléctricas para veículos comerciais. No meio industrial em que se insere, os níveis de qualidade e competitividade são elevados, mesmo dentro do grupo LEONI. A forte concorrência do sector, exige à empresa respostas rápidas e com padrões de qualidade elevadíssimos, apontando como principal objectivo a satisfação dos seus clientes, sem que seja necessário aumentar os custos de mão-de-obra e consequentemente a diminuição das margens de lucros. Para que seja possível atingir esses objectivos, é investido na formação dos funcionários indirectos e directos na produção de cablagens, com o intuito de reduzir o erro humano e aumentar a rentabilidade destes.

Contudo, é necessário fornecer aos operários o máximo de informação possível para que possam desenvolver melhor o seu trabalho. Neste contexto, a centralização da informação, o *feed-back on-line*, e a integração dos sistemas, são meios que foram pensados para o suporte à produção de cablagens eléctricas.

É com grande motivação que abraçamos (LP) este projecto, certos que será uma mais-valia para a empresa. A informatização de toda a produção é vista como mais uma oportunidade para alcançar os objectivos.

## 1.3 Apresentação da Empresa

A **LEONI Portugal** (figura 1) registada financeiramente como **Leonische**, localiza-se nas proximidades da cidade de Guimarães – mais precisamente nas Caldas das Taipas, coabitando ao lado do AvePark. É servida por um grupo moderno de estradas que permite um acesso rápido à fábrica e da mesma forma permite ter um acesso rápido aos destinos principais, não somente por terra mas também pelo ar, partindo do aeroporto Francisco Sá Carneiro no Porto, situado a cerca de 50 quilómetros.



**Figura 1 - Empresa LEONI PORTUGAL**

Leonische (LP) foi constituída em 1991 e está inserida na secção de *wiring systems* (sistemas de cablagens) de um grupo Alemão – LEONI AG. Desenvolve e produz cablagens com conectores e componentes electrónicas. A nível mundial, a LP é constituída por 2 divisões: *wiring systems* e *cables&wires*. A primeira é que tem maior peso na facturação, número de empregados, volume de vendas, etc.

A LP tem actualmente o capital social de um milhão de euros, cerca de 400 colaboradores e está instalada numa área com 8500 m<sup>2</sup>, sendo a área coberta de 5600 m<sup>2</sup> incluindo a produção, com 3600 m<sup>2</sup>.

Desde a sua fundação que a empresa adquiriu equipamento moderno e sofisticado para este tipo de indústria, como linhas de soldadura automáticas, corte e cravação de terminais nos fios com controlo *on-line* da impressão dos fios ou do cravação e equipamento de braiding e de splice ultra-sónicos.

Neste momento, a LP tem cerca de 1100 referências (figura 2, ver a aplicação de uma cablagem) activas, 2844 componentes, cerca de 146 fornecedores, a média de mudança de ferramenta por turno é de cerca 140, e cerca de 1milhão de fios cortados por semana.



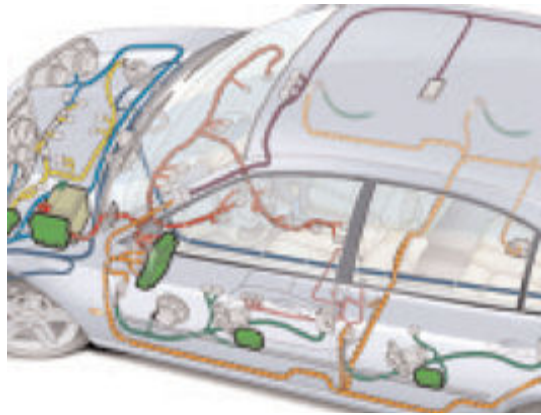


Figura 2 - Exemplo de aplicação de uma cablagem

Com dezanove anos de actividade a LP apresenta-se no mercado como sendo das poucas empresas em Portugal com cinco certificações (ISO 9001, QS 9000, ISO TS 16949, ISO 14001 e requisitos VDA 6.1) e é considerada pelos seus clientes como um fornecedor “Class A”.

A empresa encontra-se dividida em oito departamentos e gerida uma direcção composta (Mr. Dennison Wishart - Direcção Técnica e Dr.<sup>a</sup> Elvira Peixoto - Direcção Financeira). Pode-se observar como está organizado a empresa segundo o organograma da figura 3.

O departamento **IT - Information Technology** é constituído por três pessoas: com coordenação de Emídio Teixeira, José Fernandes para a área de Produção e José Teixeira para a área da Engenharia Industrial.

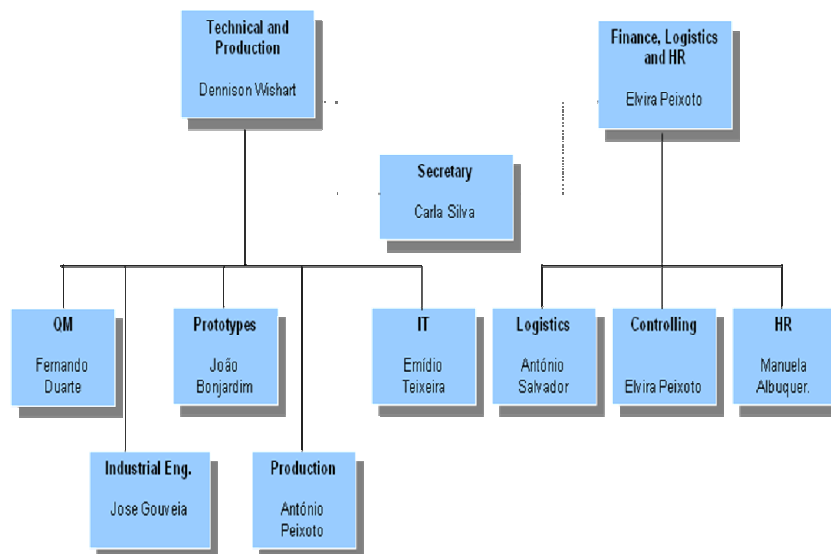


Figura 3 - Organograma da Empresa



**Figura 4 - Produtos dos Clientes Caterpillar e Cummins**

Com os anos, **Leoni Portugal** cresceu como companhia com um “Know-How” de nível elevado, produzindo cablagens essencialmente para JCB, Cummins, AGCO e Caterpillar (figura 4 e 5).



**Figura 5 - Produtos dos Clientes AGCO e JCB**

A LP oferece uma grande fiabilidade nas suas cablagens, o que permite estar em vantagem em relação aos países de Leste, evitando assim para já uma deslocalização. O que se pretende dizer é que a empresa consegue produzir um cabo num curto espaço de tempo sendo este de qualidade assegurada. Tudo faz parte de um trabalho em equipa e uma interligação salutar entre departamentos.

Evitar a deslocalização tornou-se num objectivo para a LP ano a ano, pelo que o importante não é somente produzir mas também diversificar flexibilizando a produção, passando as grandes produções para outras empresas do grupo, como a Roménia e/ou o Egipto, ficando em Portugal, produtos de maior complexidade e que não requerem tanta mão-de-obra. Sendo assim, a empresa aposta na variedade e complexidade das cablagens tendo por isso, uma área

reservada a protótipos onde se fazem os primeiros produtos. Nesta área testa-se, corrige-se e rectifica-se tudo de forma a colocar em linha de montagem.

O objectivo da LP é dirigido para a satisfação dos clientes – garantindo uma qualidade de produto e de fornecimento num nível – *World Class Production* e resultados económicos, satisfatórios por meio de sucessos comerciais.

Todo o sucesso comercial depende de vários factores, sendo um deles o “segredo do negócio”, nesse âmbito, este trabalho é estritamente confidencial e apenas demonstrativo de como a interoperabilidade de sistemas podem ajudar ao sucesso desta empresa. A confidencialidade aqui referida é uma imposição da empresa mãe.

#### **1.4 Tema e Objectivos**

O tema deste trabalho centra-se na interoperabilidade dos sistemas de informação da LEONI Portugal, como uma possível solução para o problema da descentralização da informação, e mecanismo de controlo e rastreio na qualidade do produto final, como também, eliminar o uso de papel e controlo de eficiências *on-line*.

O objectivo primordial deste trabalho, para a LP, é claramente produzir mais cablagens, com menos custos e mais qualidade, utilizando como suporte e ferramenta fundamental o novo sistema de informação, isto é, incrementar a produtividade da empresa.

Não menos importantes, são os objectivos inerentes ao processo de desenvolvimento da plataforma de interoperabilidade, para tal, será necessário: criar um mecanismo sincronização entre a base dados alojada na Alemanha e a LP, desenvolver módulos que respondam as lacunas existentes, criar Web Services que permitam a comunicação entra a plataforma e as aplicações móveis a desenvolver, ou seja, desenvolver uma plataforma de interoperabilidade capaz de responder às lacunas existentes no actual sistema de informação. Construir uma réplica parcial da base de dados do FORS, através de mecanismo de sincronização. E a concepção de diferentes módulos:

- LPGT Incorporar novos sub-módulos: Comparação de Cablagens, Análise das combinações nas ferramentas usadas nas cravações dos terminais, Importação da estrutura criada pelo CapitalH (ferramenta de CAD desenvolvido pela Mentor

- Graphics) no FORS, e ainda o módulo de desenho do layout de uniões ultra-sónicas que permite exportar o layout das uniões ultra-sónicas nas máquinas de shuncks;
- LPSA – Leoni Portugal Sub-Assembly (aplicação que dará suporte à pré-confecção das cablagens);
- LPMCS Leoni Portugal Multipart Carousel Control System (gestão da produção e qualidade);
- LPFI Leoni Portugal Final Inspection, aplicação móvel que controla e regula a frequência e a quantidade de amostras na produção própria e controlo final. Relativamente a este módulo será necessário desenvolver um Web Service que permita a integração com os restantes sistemas.
- LPSMS Leoni Portugal Short Message Service (sistema de alertas), que através de funções analisa os eventos, e que estes sejam reactivamente, ou mesmo pro-activamente e decidindo as acções a despoletar.

### **1.5 Metodologia de Investigação**

A metodologia de investigação seguida na dissertação, obedece ao modelo Investigação-Ação, esta modalidade/estratégia permite intervir em problemas de pequena escala, centrado em factores reais, recolhendo informação sistematicamente com objectivo de promover as mudanças pretendidas. Esta metodologia pressupõe:

- Especificação do problema e características;
- Constante e incremental actualização do estado de arte;
- Desenvolvimento gradual de um modelo de resolução;
- Desenvolvimento de um protótipo e implementação do mesmo para a solução do problema;
- Análise dos resultados das acções e formulação das conclusões;
- Constante divulgação dos resultados obtidos nas experiências efectuadas com os protótipos.

Para tal, é necessário construir uma equipa que abrange os vários departamentos da empresa. Serão realizadas reuniões de acompanhamento do projecto nas várias fases, onde

todos os participantes colaboram e tomam parte de todas as decisões, contribuindo com o seu conhecimento, inovação e mudança. Por vezes, são realizadas sessões de tempestade de ideias.

Segundo Mel Ainscow, a investigação-acção “assume a responsabilidade de decidir quais as mudanças necessárias e as suas interpretações e análises críticas são usadas como base para monitorizar, avaliar e decidir qual o próximo passo a dar no processo de investigação” [Ainscow, 2000], o que aumenta a qualidade do processo e eficácia do produto.

## **1.6 Estrutura do documento**

Além do presente capítulo introdutório, este documento encontra-se dividido ainda em mais cinco capítulos, cada um deles cobrindo uma área específica.

No capítulo dois é abordada a Integração de Sistemas e Interoperabilidade, e os diferentes níveis de interoperabilidade, tipologia e aplicacional.

O capítulo três descreve o caso de estudo “LEONI Portugal”, através diversas análises.

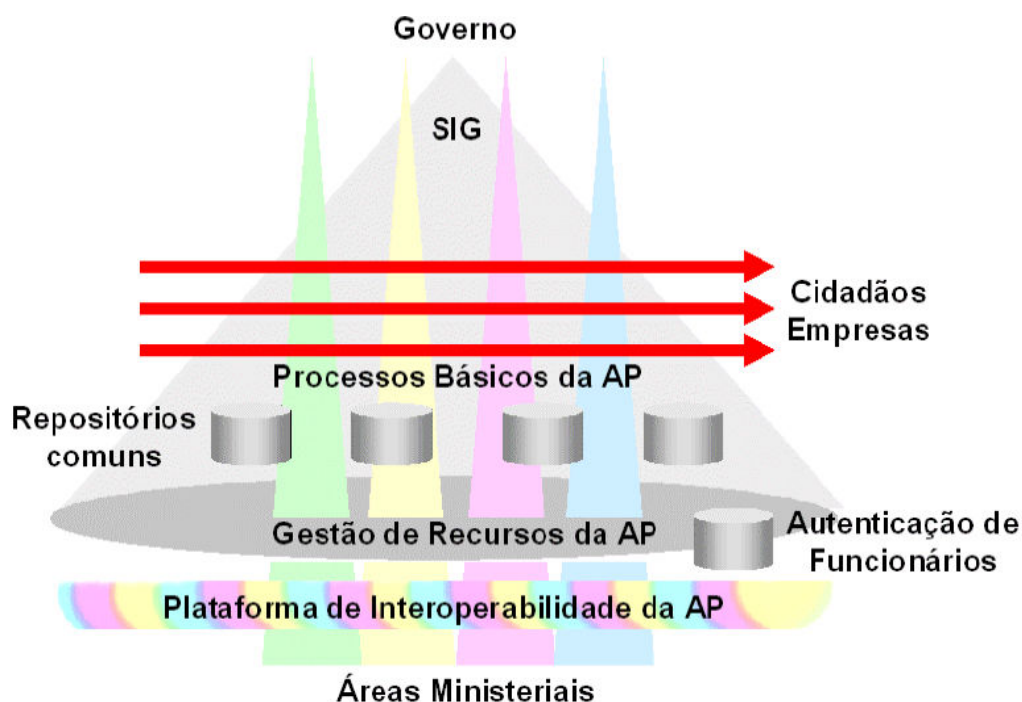
O capítulo quatro descreve o processo de desenvolvimento na LEONI Portugal, pelo que são analisadas as cinco fases do ciclo: Visão, Planeamento, Desenvolvimento, Estabilização e Implantação. Destaca-se a arquitectura a desenvolver para cada módulo, e o tipo de infra-estruturas a usar. São descritos os módulos referentes à plataforma de interoperabilidade, assim como, as suas funcionalidades e implementação.

No capítulo cinco é apresentada a conclusão e análise dos resultados obtidos. É ainda, apresentado uma perspectiva de trabalho futuro.

## 2. Integração de Sistemas e Interoperabilidade

### 2.1 Introdução

A integração e interoperabilidade entre sistemas de informação estabelecem actualmente um ponto crucial em vários níveis, tanto ao nível empresarial, como também ao nível governamental, entre outros. Ao nível empresarial, as empresas empenham-se em tentar tirar o máximo de proveito de todos os sistemas de informação que as rodeiam, para que desta forma sejam cada vez mais competitivas, mas fortes e com uma capacidade de resposta cada vez maior. No que diz respeito à Administração Pública, e no caso concreto de Portugal, está-se a reunir esforços para que os sistemas de informação do estado, possam trocar informação entre si (figura 6). Para tal foi criada a RNSI em 2008 – Rede Nacional de Segurança Interna, que surgiu com o objectivo de uniformizar e melhorar as infra-estruturas de comunicações de dados e potenciar dessa forma a interoperabilidade entre todos os Organismos do Ministério da Administração Interna.



**Figura 6 - Interoperabilidade nos Sistemas da Administração Pública**

No âmbito da Biblioteconomia, documentação e ciência da informação, a interoperabilidade, de maneira geral, é entendida como a capacidade que os sistemas de software e hardware têm para se comunicar e actuar com outros sistemas no intercâmbio de

informação. Esses sistemas, geralmente, são de diferentes tipos, modelos e marcas comerciais distintas.

Ainda, nesse sentido, há definição não restrita aos sistemas computacionais, e ao intercâmbio de dados entre esses sistemas. Dessa forma, interoperabilidade passa a ser entendida como processos, tecnologias e protocolos requeridos para assegurar a integridade dos dados quando se transferirem de um sistema para outro, assim como, a transmissão de resultados consistentes e com significado para o utilizador final.

No âmbito das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC): Interoperabilidade é a capacidade de múltiplos sistemas trocarem e reutilizarem informação sem custo de adaptação, preservando o seu significado.

Portanto, a definição de interoperabilidade insere-se na adequada interconexão de sistemas e permuta de dados, informação e conhecimento entre eles. Assim, o desenvolvimento variado de um grande número de componentes computacionais de equipamentos, desde telemóveis, PDAs (*Personal Digital Assistants*) e computadores, até dispositivos conectados a uma rede como simples receptores, tais como, sensores de tempo ou molduras digitais, ou mesmo, a diversidade técnica de tratamento da informação. Todos esses factores requerem um alto grau de interoperabilidade para permitir não apenas a conexão perfeita técnica e sintáctica, mas a compreensão do conteúdo permitindo acesso por motores busca, ou por exemplo PDAs que recolhem dados, que possam discernir sobre o contexto no qual a informação está inserida.

Esta capacidade técnica cada vez mais ampla é chamada em termos da computação digital de ubiquidade, de onde provêm serviços e informações a qualquer momento, em qualquer local de modo a incorporar a informação na vida quotidiana e em situações que exigem uma disponibilidade imediata e contextualizada. Neste contexto, insere-se a questão da heterogeneidade semântica, reconhecida como um dos principais obstáculos no processo de promover interoperabilidade entre múltiplas fontes de dados.

O significado da palavra semântica, empregue no ambiente digital e vinculada a heterogeneidade das fontes de dados, necessita estar entendida por contexto num complexo conjunto de informações que dão sentido a uma determinada posição do dado seleccionado dentro do mundo real, onde uma análise contextual é necessária para esclarecer situações em

que um mesmo termo pode denotar situações diferentes, ou diferentes níveis de detalhes, permitindo então o que é chamada de contexto semântico da informação.

Mas quando falamos em interoperabilidade surgem também vários conceitos associados a este termo, tais como, web services, SOA, SOAP, hub&spoke, enterprise-bus, dblink, ODF, messages, RPC, middleware, XML, subscribe, push, workflow, replication, 2PC, client/server, gateways, time stamps, semantic integration, integration patterns, RMI, sincronização, peer-to-peer, ETL, etc...

Segundo Lichun Wang do Instituto Europeu de Informática, a “interoperabilidade define se dois componentes de um sistema, desenvolvidos com ferramentas diferentes, de fornecedores diferentes, podem ou não actuar em conjunto.”

Para a Simulation Interoperability Standards Organization (SISO) a interoperabilidade define-se como a “Habilidade de dois ou mais sistemas (computadores, meios de comunicação, redes, software e outros componentes de tecnologia da informação) interagirem e de trocarem dados de acordo com um método definido, de forma a obter os resultados esperados.”

## 2.2 Níveis da Interoperabilidade

Na Secção anterior, foi abordada a definição de Interoperabilidade no âmbito dos Sistemas de Informação. No entanto, existem vários modelos de referência que procuram explicar os diversos níveis de interoperabilidade técnica possível entre dois sistemas. Mais uma vez e a nível governamental, mais precisamente na área da defesa, surgem dois modelos de referência – o *Level of Information Systems Interoperability* (LISI) e o *NATO C3 Technical Architecture (NC3TA) Reference Model for Interoperability* (NMI) [Tolk, 2003].

O Modelo LISI [LISI, 1998] e procedimentos associados foram desenvolvidos pela *MITRE Corporation* na década de 1990, como um meio de avaliar a capacidade de interoperabilidade de um sistema ou conjunto de capacidades. O modelo de LISI está organizado em quatro dimensões: procedimentos e políticas, aplicações, infra-estrutura e dados. As dimensões são avaliadas em termos de cinco níveis hierárquicos de interoperabilidade: Isolado, Ligado, Funcional, Domínio, Empresa. Como mostra a figura 7.



<b>LEVEL</b> (Environment)			<b>Interoperability Attributes</b>				
			<b>P</b> rocedures	<b>A</b> pplications	<b>I</b> nfrastructure	<b>D</b> ata	
<b>Enterprise Level</b> (Universal)	<b>4</b>	<b>c</b>	Multi-National Enterprises	Interactive (cross applications)	Multi-Dimensional Topologies	Cross-Enterprise Models	
		<b>b</b>	Federal Enterprise				
		<b>a</b>	DoD Enterprise	Full Object Cut & Paste		Enterprise Model	
<b>Domain Level</b> (Integrated)	<b>3</b>	<b>c</b>	Domain Service/Agency Doctrine, Procedures, Training, etc.	Shared Data (Situation Displays Direct DB Exchanges)	WAN	DBMS	
		<b>b</b>		Group Collaboration (White Boards, VTC)		Domain Models	
		<b>a</b>		Full Text Cut and Paste			
<b>Functional Level</b> (Distributed)	<b>2</b>	<b>c</b>	Common Operating Environment (DII-COE Level 5) Compliance	Web Browser	LAN	Program Models and Advanced Data Formats	
		<b>b</b>		Basic Operations (Documents, Maps, Briefings, Pictures, Spreadsheets, Data)			
		<b>a</b>	Program Standard Procedures, Training, etc.	Advanced Messaging (Parsers, E-Mail+)	Network		
<b>Connected Level</b> (Peer-to-Peer)	<b>1</b>	<b>d</b>	Standards Compliant (JTA, IEEE)	Basic Messaging (Plain Text, E-mail w/o attachments)	Two Way	Basic Data Formats	
		<b>c</b>		Data File Transfer			
		<b>b</b>	Security Profile	Simple Interaction Text Chatter, Voice, Fax, Remote Access, Telemetry)	One Way		
		<b>a</b>					
<b>Isolated Level</b> (Manual)	<b>0</b>	<b>d</b>	Media Exchange Procedures	N/A	Removable Media	Media Formats	
		<b>c</b>	Manual Access Controls		NATO Level 3	Manual Re-entry	Private Data
		<b>b</b>			NATO Level 2		
		<b>a</b>			NATO Level 1		
		<b>o</b>			No Known Interoperability		

**Figura 7 - Níveis de Informação do Sistema de Interoperabilidade do Modelo LISI**

- Nível 0: Isolado (Manual) - Não ligado, procedimentos manuais, por exemplo disquetes.
- Nível 1: Ligado (Peer-to-Peer) - Ligação electrónica, dados e aplicações separadas, por exemplo correio electrónico.
- Nível 2: Funcional (Distribuída) - Funções mínimas comuns, dados e aplicações separadas, por exemplo http.
- Nível 3: Domínio (Integrado) - Dados Partilhados, aplicações separadas.
- Nível 5: Empresa (Universal) - Manipulação interactiva, dados e aplicações partilhadas.

No caso do NMI que está inserido na Nato Consultation, estabelece graus e sub-graus de interoperabilidade. Os graus de interoperabilidade definem um modelo de maturidade que captura a sofisticada de interoperabilidade, por outro lado, os sub-graus descrevem um modelo de capacidades que reflectem a funcionalidade disponível. Estes graus destacam o valor de estruturar e automatizar a troca e interpretação de dados, por forma a, melhorar a eficácia operacional.

- **Grau 1:** Troca de Dados Não Estruturados.

Este nível abrange a troca de dados não estruturados, perceptíveis ao ser Humano, como texto livre, relatórios, etc.

Sub-graus são:

- Conectividade de rede;
- Basic Document Exchange
- Basic Informal Message Exchange

- **Grau 2:** Troca de Dados Estruturados.

Este nível abrange a troca de informação perceptíveis ao ser Humano, destinada a processamento manual ou automático. No entanto, requer mecanismos manuais de compilação, recepção e/ou envio.

Sub-graus são:

- Enhanced Informal Message Exchange;
- Enhanced Document Exchange;
- Network Management;
- Map Overlays/Graphics Exchange;
- Directory Services;
- Web Access;
- Multi-Point Applications;
- Data Object Exchange.

- **Grau 3:** Partilha de Dados.

Este nível abrange a troca e partilha de dados de forma automática, sobre sistemas baseados em modelos de partilha comum.

Sub-graus são:

- Formal Message Exchange;
- Common Data Exchange;
- System Management;
- Secure Systems Management;
- Security Management;
- Real-time Data Exchange.

- **Grau 4:** Partilha de Informação.

O grau 4 é uma extensão ao anterior grau. Neste nível, estabelece-se a interpretação universal da informação através de processamento cooperativo de dados.

Sub-graus são:

- Common Information Exchange;
- Distributed Applications.

No nível 0 do LISI, especifica a não conectividade entre sistemas, o qual não é referido no modelo anteriormente apresentado. No entanto, nos restantes níveis existe uma simetria entre o NMI e o LISI.

Estes modelos, estabelecem uma estrutura genérica para avaliar o grau de interoperabilidade entre sistemas. Neste contexto, é possível condensar a avaliação de arquitecturas deste tipo, diferenciando-as em três camadas (Comunicação, Conteúdo e Processo).

Embora estes modelos de interoperabilidade técnica tenham sido aplicados com sucesso no domínio técnico, estes são limitados ao nível de interoperabilidade técnica. No entanto, é necessário pensar num quadro capaz de lidar com todos os aspectos que permitam desenvolver a interoperabilidade, nesse sentido, é recomendado reflectir sobre os resultados e modelos de referência técnica, como LISI e NMI.

## 2.3 Aplicações da Interoperabilidade

O conceito da interoperabilidade está associado a diversos modelos de negócios baseados em iniciativas electrónicas. [Martinez & Lara, 2007] destacam alguns exemplos nesse sentido, como:

**Comércio electrónico:** a interoperabilidade tem a importante função de melhorar a conectividade dos diferentes actores do comércio electrónico, possibilitando que fornecedores, comerciantes, consumidores, entidades financeiras, instituições públicas e outros, estabeleçam um fluxo de informação e transacções de negócios no que se refere às vantagens do comércio electrónico. Nesse aspecto, o comércio electrónico engloba processo de transacção não convencional entre dois ou mais actores através de meios electrónicos. Para que este processo se realize de forma adequada torna-se importante o conceito de interoperabilidade.

**eGovernment:** baseado na aplicação das tecnologias e internet para apoiar as novas formas de actuação das organizações públicas, integrando informação e prestação de serviços interactivos, acessíveis por diferentes canais de acesso. Nesse sentido, a interoperabilidade torna-se essencial, não só como processo de normalização das técnicas e tecnologias utilizadas pelas distintas organizações públicas, mas como recursos que contribui para que essas organizações possam estabelecer estratégias comuns como resultado da colaboração e a interoperabilidade entre elas e seus colaboradores.

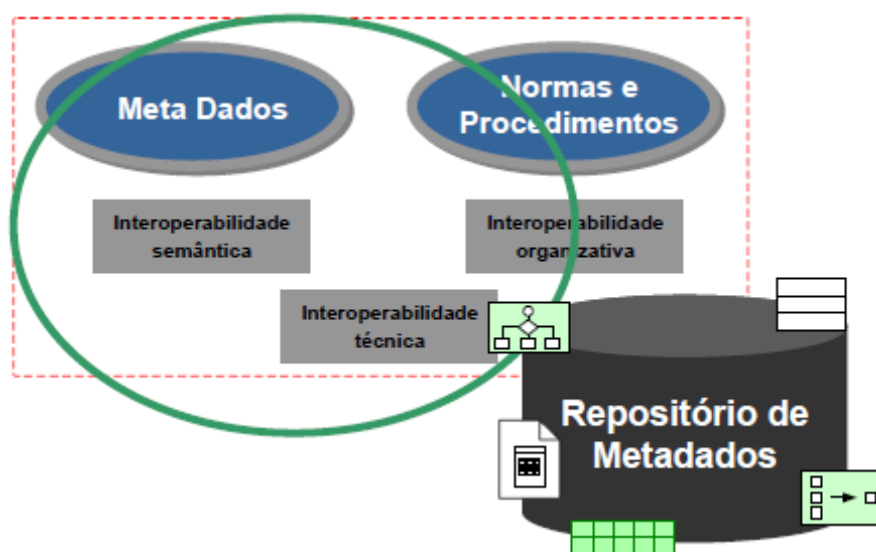
**E-learning:** a aprendizagem on-line é relacionada com aspectos de interoperabilidade (normalização técnica, informativa e organizativa). Os softwares utilizados conseguem adequada interoperabilidade mediante adopção de padrões de sistemas e conteúdos. Aspectos vantajosos que permitem oferecer respostas imediatas aos alunos, além de lhes oferecer biblioteca de material de formação combinado com conteúdo preparado por instrutores, que podem tomar de medidas necessárias durante o processo de aprendizagem. Para contribuição eficiente da interoperabilidade dos conteúdos educativos é essencial o uso de metadados que incorporem informação de interesse para a educação, facilitando um uso didáctico eficiente dos recursos electrónicos.

**Bibliotecas digitais:** a sua criação envolve integração de complexos sistemas que inclui colecções de documentos de estruturas diferentes e conteúdos de diversos tipos. Há ainda, variados componentes de software e hardware que devem operar nas diferentes estruturas documentais, algoritmos de processamento e múltiplos acessos de pessoas, comunidades e instituições. A interoperabilidade no ambiente da biblioteca digital apresenta muitas variáveis, entre outras, a criação e desenvolvimento de recursos (bases de dados), geração de metadados, a pesquisa e recuperação da informação, e a interacção com o utilizador. A interoperabilidade é, portanto, um requisito importante para o desenvolvimento de novos serviços de valor agregado e para os serviços de informação que necessitam a participação de diversas organizações. Entretanto, a menos que os conteúdos estejam padronizados e exista normalização para descrição da informação, e dos sistemas empregados será impossível combinar conteúdos.

## 2.4 Tipologias da Interoperabilidade

O conceito de interoperabilidade está embebido num grande número de iniciativas, projectos e tecnologias que constituem em si mesmas uma abundância de tipologias de interoperabilidade. [Martinez & Lara, 2007] sistematizam essa tipologia sob ponto de vista do conteúdo diferenciando a interoperabilidade sintáctica e semântica, e sob o ponto de vista da organização, onde se localizam três tipos de interoperabilidade: semântica, organizativa, e técnica (figura 8). Pode-se ainda referir que a interoperabilidade pode ser caracterizada segundo distintas vertentes:

- Processos de negócio;
- Definição de interfaces;
- Objectos de negócio (Modelos canónico e aplicativos);
- Normas e modelos de desenvolvimento aplicativo;
- Código reutilizável.



**Figura 8 - Modelo de Interoperabilidade**

### **2.4.1 Interoperabilidade sintáctica**

Denominada também por interoperabilidade dos dados, baseia-se na codificação dos dados mediante utilização das linguagens de marcação para desenvolvimento de sistemas, modelos de gestão de documentos e registos electrónicos, e formatos de apresentação da informação. Está identificada com essas linguagens de marcação padrão, particularmente com a XML (Extended Markup Language), base para codificar informação e que resulta essencial por assegurar a consistência na produção, processamento e distribuição da informação, além da flexibilidade na apresentação e no formato dos conteúdos dos recursos electrónicos.

A interoperabilidade sintáctica inclui, também, ferramentas complementares às linguagens de marcação. Além de gerir dados estruturados, gere recursos de informação diversificados. Assim, essa interoperabilidade contempla um conjunto de elementos que permite gerir, compartilhar e integrar os diversos recursos de informação.

Em relação aos formatos da informação, adquire importância o uso de software livre de fonte aberta, assim como formatos abertos de documentos, que colaboram de forma a facilitar o intercâmbio da informação.

Desta forma, se dois ou mais sistemas forem capazes de se comunicar e trocar dados, estão expondo a interoperabilidade sintáctica. Especificando formatos de dados, protocolos de comunicação. Em geral, os padrões XML ou SQL oferecem interoperabilidade sintáctica. Isso

também é válido para o menor nível de formatos de dados, como garantir caracteres alfabéticos são armazenados no formato ASCII em ambos os sistemas de comunicação. A Interoperabilidade sintáctica é necessária para qualquer tentativa de uma maior interoperabilidade.

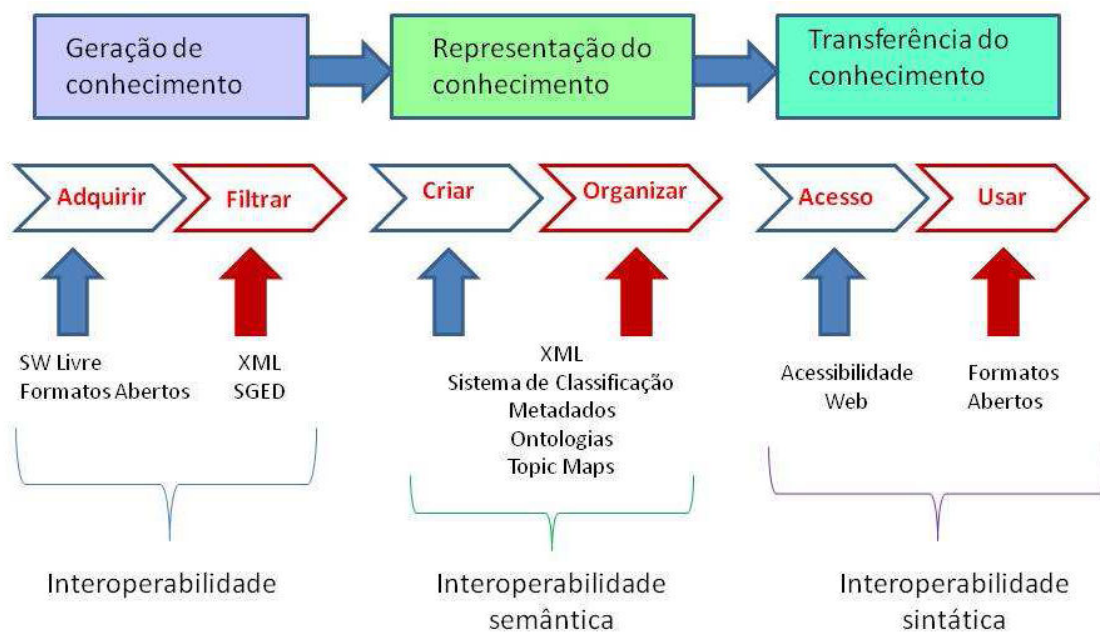
#### **2.4.2 Interoperabilidade semântica**

Também conceituada como interoperabilidade de metadados. Está orientada à descrição dos recursos de informação para facilitar o intercâmbio e a recuperação da informação por parte do utilizador. Nesse processo faz-se uso de um conjunto de ferramentas para a representação da informação contida nos recursos. Geralmente provenientes da documentação, estas ferramentas são compostas de vocabulários controlados, sistemas de classificação, padrões de metadados, ontologias e topic maps. A interoperabilidade semântica identifica-se com a codificação de conteúdos: metadados.

Metadados é um conjunto de elementos que possuem semântica comum. Surgem da necessidade de recuperar a informação dispersa na rede. É parte significativa da infra-estrutura de informação necessária para ajudar a criar certo ordenamento na internet, inserindo uma engrenagem organizativa (descrição, classificação e organização) que possibilitem a criação de repositórios de informação mais úteis.

A ontologia, inserida nessa tipologia de interoperabilidade, define os termos e suas relações a partir do vocabulário da área, assim como regras de combinação desses termos e relações. O seu objectivo é o de melhorar a representação da informação, ao possibilitar a análise do conhecimento em determinados campos, separar o conhecimento de um domínio; permitir a reutilização pertencente a esse domínio, e compartilhar a compreensão da estrutura da informação entre pessoas e entre agentes de softwares. [Berners-Lee, Hendler & Lassila, 2001], destacam que as ontologias constituem elemento essencial para alcançar os objectivos de processamento e compreensão automática da informação na internet.

Na figura 9, está sintetizado o conceito da interoperabilidade sintáctica e semântica, destacando as relações, os recursos ou ferramentas essenciais para codificar e operar o fluxo e a gestão da informação.



Relação entre gestão do conhecimento e interoperabilidade

**Figura 9 - Relação entre gestão do conhecimento e interoperabilidade**

O software livre permite a interoperabilidade de programação, os Formatos Abertos permitem o intercâmbio de dados entre diversos níveis de utilização, o XML é o filtro sintático em nível de metalinguagem que permite estruturar pesquisas ao nível dos dados, embora não seja um recurso para gerir uma base de dados (aqui no conceito de software), ou seja, não é um SGBD (Sistema de Gestão de Base de Dados) ele prepara no nível técnico a estrutura SGED (Sistema de Gestão de Documentos Electrónicos) que permitirá a classificação de metadados ao nível semântico (Metadata Ontologies Topic Maps), que por sua vez garante a acessibilidade e os formatos abertos no nível sintático, sendo para isto necessário usar uma linguagem padrão.

Assim, para garantir a interoperabilidade é necessário observar os padrões existentes e criar um modelo conceitual único com ferramentas de conversão (Bearman, 1999) com este objectivo é necessário um formato de elementos de XML chamado schema, RDF (Resource Description Framework) ou XML-schema, que é o conjunto de valores que estes elementos poderão ter [Martinez & Lara, 2006].



E por último, são necessários protocolos de disseminação de conteúdos, como por exemplo, o formato OAI (Open Archives Initiative) [Barrueco & Coll, 2003].

### **2.4.3 Interoperabilidade Organizativa**

Conceito que se refere à definição de objectivos de organização interna, a reorganização dos processos de gestão e ao estabelecimento dos meios para colaborar com outras gestões no intercâmbio de informação que possuem estruturas internas distintas. A interoperabilidade organizativa apresenta aspectos relacionados ao estabelecimento de serviços de gestão electrónica facilmente identificável, acessível e centrada no utilizador. Basicamente, enfatiza que as organizações devem reorganizar seus processos de gestão para se adaptarem as oportunidades da revolução electrónica, ou seja, é a capacidade de cooperação entre entidades, obtida pela compatibilização de processos, canais, motivações e outros elementos que facilitam a obtenção de fins comuns.

### **2.4.4 Interoperabilidade Técnica**

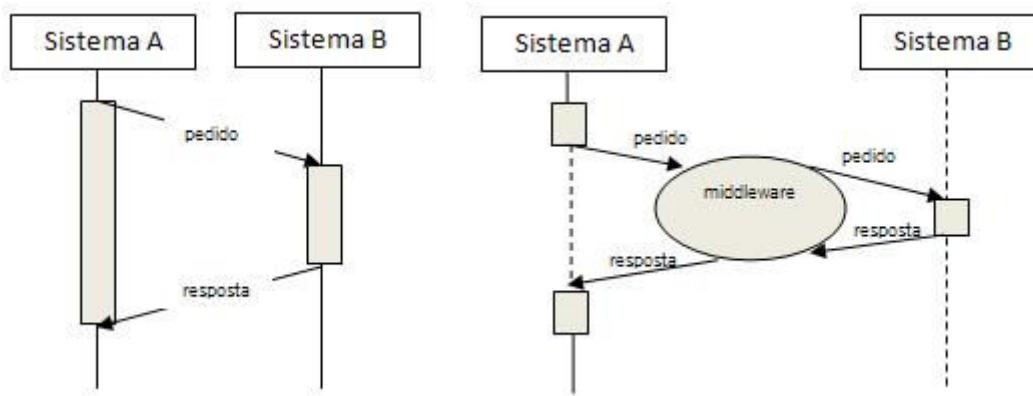
Conceito que implica o processamento automático e a reutilização da informação entre diferentes sistemas e plataformas. Tradicionalmente, organizações desenvolvem estruturas hierarquizadas orientadas a comunidades definidas de usuários, com as suas próprias formas de processar a informação. Esta situação originou sistemas de informação fechados, verticais, e proprietários que imitam os predecessores em modelos impressos e não capazes de compartilhar informação com outras organizações.

Os serviços electrónicos podem ser de diversos níveis de sofisticação, desde simples publicação de conteúdos, a comunicação bidireccional, possibilidades de transacções e integração dos dados. Essas possibilidades integrativas são asseguradas pela interoperabilidade entre os diferentes sistemas de gestão de conteúdos. Deve-se considerar que o desenvolvimento tecnológico baseado na adopção de normas abertas permite conseguir altos níveis de interoperabilidade técnica no âmbito dos serviços electrónicos.

## **2.5 Sincronização**

Este conceito como referido anteriormente é uma das palavras-chave da interoperabilidade, pois, através da sincronização pode-se classificar sistemas distribuídos ou

acoplamento entre sistemas. Em [Eugster, Felber, Guerraoui & Kermarrec, 2003] desenvolvem esta classificação a três sub-níveis de acoplamento extra: temporal, espacial, e de fluxo. Em seguida é apresentado dois tipos de sincronismo do ponto de vista genérico, síncrono e assíncrono, como mostra a figura 10.



**Figura 10 - Sincronismo entre Sistemas Distribuídos: Síncrono e Assíncrono**

### 2.5.1 Sincronização Síncrona

As arquiteturas cliente-servidor têm sido tradicionalmente o modelo mais utilizado [Geihs, 2001]. O modelo de programação baseado em *Remote Procedure Calls* (RPC – desenvolvido Sun Microsystems), é exemplo de uma arquitetura síncrona, ou seja, este modelo procura tornar invisível a distribuição dos participantes, tornando as transacções iguais a invocações locais de procedimentos.

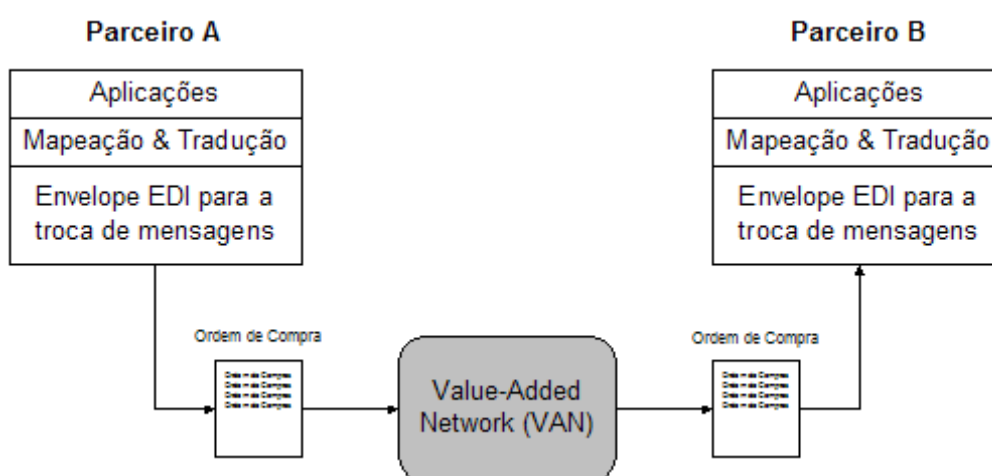
Estes sistemas, estabelecem uma arquitectura muito estática ou pouco dinâmica, mais apropriada a ambientes muito controlados. Este modelo não é o mais adequado para sistema de grande dimensão ou de dimensões variáveis, que envolvam várias entidades. No entanto, tem como vantagem, relativamente à sincronização assíncrona, a fácil implementação do sistema.

### 2.5.2 Sincronização Assíncrona

A crescente quantidade de informação, a dispersão da mesma, a necessidade de flexibilidade e o desacoplamento das aplicações distribuídas, em específico na internet, resulta numa tendência generalista para a adopção de protocolos assíncronos [Geihs, 2001]. As soluções assíncronas baseiam-se em troca de mensagens, onde o cliente, comunica com o servidor enviando mensagens estruturadas utilizando um interface simples e normalizada. As

mensagens incluem o método a utilizar na comunicação, e a informação relativamente a este, assim como os dados a transmitir.

Este modelo estabelece uma combinação entre o nível de abstracção programático e os requisitos práticos. O EDI - *Electronic Data Interchange*, é exemplo de uma arquitectura assíncrona (figura 11), baseada na troca de mensagens estruturadas, usada por parceiros empresariais. O EDI regue-se por normas ANSI X21 e UN/EDIFACT, que permitem a troca de mensagens sem que seja necessária qualquer intervenção humana. [Medjahed, Benatallah, Bouguettaya, Ngu & Elmagarmid, 2003]



**Figura 11 - Arquitectura EDI**

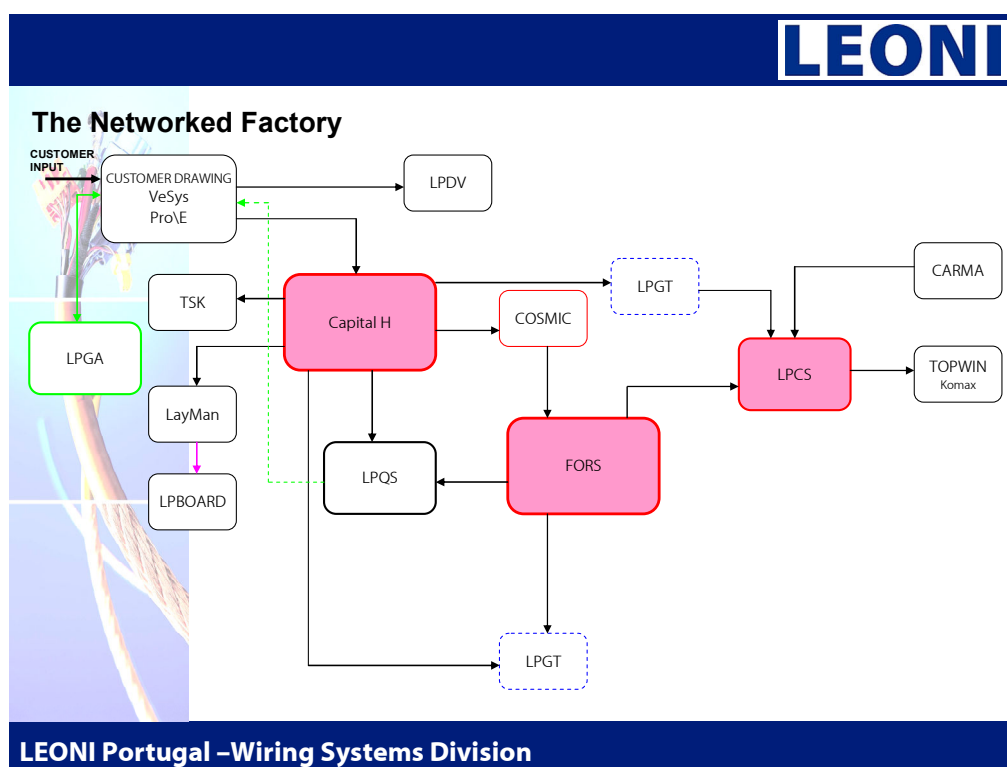
Os serviços Web numa primeira fase foram desenvolvidos como RPC, no entanto, devidos às vantagens que o XML oferece, a tendência natural é adopção deste mecanismo. [Burner , 2003]

Desta forma, as interacções assíncronas são, do ponto de vista da implementação, mais complexas. Requerem mecanismos intermédios para a gestão de interacção: gestão dos sistemas participantes, gestão filas de espera, gestão das invocações, etc.

### 3. Caso de estudo “Leoni Portugal”

#### 3.1 Diagnóstico à Interoperabilidade nos Sistemas de Informação da LEONI PORTUGAL

Na Figura 12, pode-se observar a actual rede de software existente na LP, no foco central encontra-se o ERP (Enterprise Resource Planning) FORS, denotado como sendo o maior repositório de informação da empresa. É demonstrado ainda, um fluxo de como a informação percorre o actual sistema de informação. O processo é iniciado com o envio de um desenho técnico de uma cablagem eléctrica por parte do cliente, que posteriormente será desenhado através do CapitalH desenvolvido pela Mentor Graphics.



**Figura 12 - Esquema do Sistema de Informação da Leoni Portugal**

Através deste software, podemos extrair vários relatórios, nomeadamente a Bill of materials (BOM), lista de fios, operações por centro de custo, etc. Depois de elaborador o desenho no CapitalH, este é inserido no LPDV - Leoni Portugal Drawing Visualization, que permite visualizar o desenho técnico na área de produção. Os relatórios supra mencionados, permitem alimentar outros softwares através da importação dos dados (LPQS – Leoni Portugal

Quotation System e LPCS – Leoni Portugal Cutting System). O LPQS serve para dar resposta a cotações pedidas pelos clientes, e o LPCS para gerir o corte dos fios das cablagens através da inter-ligação com TopWin desenvolvido pela Komax, e do CARMA desenvolvido pela LP permite gerir as ferramentas utilizadas na cravação dos terminais, operação realizada em simultâneo com o corte do fio.

Ainda na figura 12, o LPGA – Leoni Portugal Gestão de Actividades possibilita uma gestão das actividades decorrentes na LP. O TSK faculta o controlo do teste eléctrico das cablagens. O LayMan permite desenhar as tábuas de montagem das cablagens. E por último, o LPBoard – Leoni Portugal Gestão das Tábuas de Montagem, que permite gerir o ciclo de vidas das tábuas.

Neste contexto, foram identificadas vários componentes que comunicam principalmente através da importação de ficheiro, foram ainda analisados, a frequência, o conteúdo e o suporte para estes. Um dos grandes problemas é a descentralização do servidor que aloja o FORS das instalações da LP, o que complica a integração com outras aplicações. Foram ainda dissecados os principais requisitos, constrangimentos e oportunidades de melhoria na interoperabilidade de sistemas e entidades (semântica, técnica e tecnológica).

Existem várias lacunas ao nível da produção, engenharia de processo, qualidade e relatórios de análise de dados. É dispendido muito tempo no preenchimento manual de formulários e relatórios, como também, a análise dos mesmos. A rastreabilidade do produto é inexistente, as ferramentas presentes não dão resposta a este nível. Existe necessidade de incorporar dispositivos móveis para permitir a mobilidade das pessoas e dos meios.

Os sistemas de informação da LP vivem uma necessidade iminente de definir uma estratégia de evolução que permita uma maior interoperabilidade dos sistemas e partilha da informação, permitindo uma maior qualidade no produto final.

O actual fluxo da informação é muitas vezes realizado através de papel, e-mail, ou mesmo, por telefone, o que pode originar redundância da informação e processo não uniformizados.

O uso de bases de dados MS Access com grande volume de informação, e com uma considerável concorrência dos utilizadores, pode levar a que estas fiquem corrompidas e sua

reparação podem levar à paragem da produção como já se observou várias vezes no passado. É necessário encontrar uma solução alternativa, segura e robusta que permita coabitar como os vários sistemas.

Na análise elaborada, foram identificados princípios contextuais e genéricos relativamente à definição da Arquitectura a seguir:

- **Segurança de acessos:** É necessário existirem políticas de credenciação de utilizadores e políticas de segurança sobre a informação. Ou seja, os diversos utilizadores que operam sobre a plataforma de interoperabilidade devem possuir mecanismo de certificação, quer seja pelo número de funcionário, quer seja pelo login de Windows, registado no Active Directory.
- **Monitorização e auditabilidade:** O sistema deve ser capaz de registar o histórico de acessos à informação e operações realizadas, através de mecanismos de monitorização e auditabilidade.
- **Ubiquidade de informação:** Segundo as responsabilidades dos utilizadores o sistema deverá disponibilizar a informação em qualquer local de trabalho ou espaço temporal.
- **Centralização da informação:** Para responder a certas questões, é necessário centralizar a informação, minimizando ou evitando a redundância de informação, adoptando conceitos de masters por tipos de informação.
- **Optimização dos fluxos de informação:** Há necessidade de eliminar os fluxos de informação redundante e materializados, os quais, são consequências dos meios técnicos existentes, o que revela que estes estão ultrapassados e não favorecem na totalidade os departamentos intervenientes.
- **Acessibilidade da informação:** Sempre que sejam respeitadas as políticas de segurança, a plataforma de interoperabilidade deve disponibilizar o acesso à informação.
- **Interoperabilidade:** Este princípio visa o incremento da qualidade, rastreabilidade na produção de cablagens e a diminuição dos custos associados, através da execução de regras, normas e padrões, no sentido, de interligar os diversos sistemas existentes na LP.

- **Reutilização de sistemas existentes:** A reutilização dos sistemas existentes, deverá ser levada em conta, directa ou indirectamente, através de ajustamentos, desde que os quais permitam ser conectados à plataforma de interoperabilidade.

São ainda, identificados como requisitos essenciais a reestruturação das infra-estruturas de comunicação, a aquisição de um servidor de aplicações, encontrar um motor de base de dados capaz de suportar grande volume de dados, e formação na área de dispositivos móveis.

### 3.2 Análise SWOT

O termo **SWOT** é uma sigla oriunda do idioma inglês, e é um acrónimo de Forças ou Pontos Fortes (**S**trengths), Fraquezas ou Pontos Fracos (**W**eaknesses), Oportunidades (**O**pportunities) e Ameaças (**T**hreats), cuja criação é atribuída a Kenneth Andrews e Roland Christensen, dois professores da Harvard Business School. Ao aplicar a análise SWOT permite sintetizar todas as informações disponíveis e obter uma leitura do estado de uma empresa e a sua posição competitiva, de modo, a se poder tomar importantes decisões. Esta análise pode ser usada em várias vertentes (a escolha de um potencial parceiro, uma nova marca ou produto, novas oportunidades, organização, etc.). A utilização desta ferramenta proporcionou o levantamento de várias palavras-chave, e numa perspectiva de Interoperabilidade nos Sistemas de Informação da LP, permitiu identificar de forma integrada dos principais aspectos na viabilidade deste projecto. Na tabela 1 é apresentada a análise swot realizada na LP.

**Tabela 1 - Aplicação da análise SWOT na LP**

<b>Pontos Fortes</b>	<b>Pontos Fracos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabalho/espírito em equipa.</li> <li>▪ Recursos financeiros.</li> <li>▪ Know-how.</li> <li>▪ Bom relacionamento com a casa mãe (Alemanha).</li> <li>▪ Relação Cliente/Fornecedor.</li> <li>▪ Tentar estar na linha da frente relativamente às empresas do grupo.</li> <li>▪ Inovação no desenvolvimento do produto.</li> <li>▪ Flexibilidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilização de muito papel na produção.</li> <li>▪ Fluxo de informação.</li> <li>▪ Dificuldade em organizar, consultar, e retirar relatórios de produção e qualidade.</li> <li>▪ Rastreabilidade.</li> <li>▪ Cálculo de eficiência apenas pelo total de cablagem vendidas.</li> <li>▪ Infra-estruturas de comunicação.</li> <li>▪ Utilização de Posto Fixos na produção das cablagens.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desenvolver produtos para veículos comerciais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Restrições do uso softwares (apenas os permitidos pela LEONI AG)</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<b>Ameaças</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Procurar novos clientes.</li> <li>▪ Formação de novos cursos aos funcionários.</li> <li>▪ Reforçar as relações Cliente/Fornecedor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mão-de-obra mais barata nos países de Leste, Marrocos, China, etc., pode levar à deslocalização da fábrica.</li> <li>▪ Políticas governamentais.</li> </ul>

A seguir, comenta-se individualmente cada ponto enunciado na Tabela 1 resultante da análise swot:

- **Pontos Fortes:** Um dos pontos fortes da empresa, é sem dúvida, o espírito e o trabalho em equipa. Proporciona à LP a flexibilização de turnos, entre ajuda dos colaboradores, assim como, no seio da mesma equipa são realizadas diferentes tarefas e os seus elementos desempenham autonomamente várias actividades em função da sua qualificação e exercem-nas no âmbito da rotatividade de funções.

A LP tem até ao momento conseguido responder financeiramente para o desenvolvimento e inovação da fábrica, não criando entraves na execução de novos projecto. O investimento é visto como uma oportunidade de melhorar, quer seja ao nível de formação quer seja ao nível de aquisição de novos equipamentos.

Desde 1991, que a Leonishe manteve sempre boas relações com a casa mãe tanto num âmbito inter-pessoal com empresarial. De forma análoga a relação entre Clientes e Fornecedores, tem sido excelente resultando daí compromissos satisfatórios para ambas parte, exemplo disso, são os vários prémios que a LP tem recebido ao longo dos anos como melhor fornecedor. A LP trabalha sempre como intuito de estar na linha de frente perante as empresas do grupo, tentando ano após ano evitar uma deslocalização, e um despedimento colectivo. Para tal, investe-se muito em inovação e desenvolvimento, tanto ao nível de processos de produção como nos sistemas de informação. Neste sentido, existe uma enorme flexibilidade para colaborar no desenvolvimento de novas soluções que permitam ir de encontro com os objectivos da fábrica.



Por último, a área de negócio (veículos comerciais: máquinas escavadoras, tratores, empilhadores, etc.) onde estamos inseridos tem permitido uma estabilidade económica, embora que abalada neste último ano, tem conseguido manter as portas abertas da Leonishe.

- **Oportunidades:** Aproveitar novas oportunidades de mercado, acolhendo novos Clientes de modo a aumentar o volume de vendas, para isso, é necessário realizar cotações de cablagem competitivas e que corresponder às expectativas dos clientes melhorando o preço da concorrência.

Muitas vezes é necessário recorrer a cursos que atribuam competências na qualidade de atendimento e relacionamento inter-pessoal, visando sempre comunicação com o cliente. Também a formação técnica é uma mais valia para os colaboradores e a empresa.

- **Pontos Fracos:** A produção gere muita informação em papel, MS Excel, MS Access, o que torna uma descentralização da informação, risco no fluxo da informação, dificulta o tratamento, a consulta e o registo da mesma.

A Rastreabilidade do produto é um dos grandes problemas da empresa, pois quando acontece alguma anomalia com uma cablagem no cliente, existem bastante dificuldade em chegar à origem do problema.

Apenas existe um cálculo de eficiência por fábrica, ou seja, horas vendidas sobre horas produzidas, não permitindo saber quais as linhas de produção mais e menos rentáveis.

As infra-estruturas de comunicações internas não são das melhores, apresentando valores de 10 MB na Ethernet.

Existem ainda, muitos postos fixos espalhados pela produção, devido ao volume de vendas ser baixo e tentando evitar setup's numa linha de produção. Contudo, já foi verificado que estes postos não são rentáveis.

Por último, LEONI AG impõem o uso de um ERP desenvolvido por eles e instalado em todas as fábricas, este ERP (FORS) é bastante limitado ao nível de processos de produção, qualidade e relatórios. Além do FORS, não é permitido comprar softwares sem uma aprovação por parte da sede.

- **Ameaças:** As políticas governamentais nem sempre favorecem as empresas multinacionais em Portugal. Outros países oferecem melhores condições, na esperança que as empresa

se desloquem para estes. Contudo, a mão-de-obra continua a ser uma das maiores ameaças para a indústria de cablagem.

### 3.3 UML – Unified Modeling Language

As tecnologias de informação continuam a alterar profundamente o modo como as organizações evoluem. O desenvolvimento tecnológico veio permitir que toda a informação possa ser organizada e suportada em computadores. É neste sentido que a LP aproveita todo o potencial desta linguagem, e pela primeira vez inicia um processo de desenvolvimento das suas aplicações através da utilização da UML [Nunes & O’Neill].

A UML é uma linguagem que utiliza uma notação padrão para especificar, construir, visualizar e documentar sistemas de informação orientados a objectos. Esta linguagem na LP é utilizada para documentar o sistema ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento, começando com a tarefa inicial de análise dos processos de negócio e prolonga-se até à tarefa de teste das aplicações desenvolvidas.

A UML disponibiliza um conjunto de diagramas (Diagrama de Use Case, Diagrama de Dados, Diagrama de Classe, Diagrama de Sequência, Diagrama de Estados, Diagrama de Componentes, Diagrama de Instalação), nem todos são utilizados no desenvolvimento de Software da LP.

Os documentos que suportam estes digramas são a Análise de Requisitos e a Especificação Funcional. Na Análise de requisitos é utilizado o seguinte Diagrama:

- Diagrama de Use Case - serve para identificar quais os requisitos necessários para um sistema, ou seja, descreverem os serviços (use cases) que devem ser disponibilizados a cada um dos diferentes utilizadores.

Na Especificação Funcional são utilizados os diagramas que se seguem:

- Diagrama de Sequência – servem para ilustrar como os objectos do sistema interagem para fornecer a funcionalidade de use case.
- Diagrama de Classes - Descrição do modelo de objectos que garante a implementação do modelo descrito no diagrama de sequência. Serve ainda, para identificar os atributos das classes e os métodos disponíveis.

### 3.4 Análise de Requisitos

Nesta secção, é feita uma ligeira abordagem à análise de requisitos desenvolvida no âmbito da metodologia implementada na LP. É apresentada a análise realizada, através de exemplos desenvolvidos para cada módulo.

Numa primeira fase, foi realizado o levantamento de todos os requisitos necessários para desenhar uma plataforma de interoperabilidade capaz de responder a todas as necessidades. Ou seja, após o estudo das aplicações existentes na LP, quais as funcionalidades em vigor, e o que se pretende destas no futuro, como também, a análise de todos os documentos e formulários onde se realiza o registo de dados. Foi organizada por requisito e funcionalidade.

Depois de analisada toda a informação, foram criados use case e associados a estes os requisitos relacionados. Os use case foram divididos por duas categorias: estrutura e processamento.

Relativamente à estrutura, como já se previa, houve a necessidade de criar uma nova base de dados que suportasse toda a informação. O motor de base de dados escolhido foi o MySQL, é gratuito e responde de forma eficaz as necessidades exigidas. São apresentadas as tabelas mais relevantes desta plataforma de interoperabilidade:

- **gt\_cabostempos**: guarda o tempo por operação de cada cablagem;
- **gt\_numfios**: guarda a impressão de cada fio;
- **sa\_operacoesporcabo**: guarda as operações por fio e por sequência de operações;
- **sa\_fila(...)**: tabelas onde se guarda o trabalho a realizar nos vários pontos de pré-confecção das cablagens, permitem ainda, através de tempos de operação saber qual é a carga de trabalho;
- **sa\_producao(...)**: guarda a produção dos fios nos distintos pontos de pré-confecção;
- **pa\_operacoes Equipamento**: a cada equipamento são atribuídas as operações que podem realizar;
- **mcs\_aos**: guarda a informação do planeamento por linha;
- **mcs\_ordens**: guarda informação sobre as ordens de produção;

- **mcs\_historico**: guarda o histórico das cablagens, onde foi produzido, em que tábua de montagem foi construído, onde foi testado electricamente e por quem, onde foi embalado e por quem, etc.;
- **mcs\_reparacoes**: guarda todas as reparações realizadas nas reparações das cablagens, assim como, toda a informação envolvente a esta;
- **mcs\_testeelectdefeitos**: guarda todos os defeitos encontrados enquanto se testa electricamente a cablagem;
- **mcs\_empacotar**: guarda a informação das caixas usada para embalar as cablagens, ou seja, quando foi aberta uma caixa, qual o tipo e a quantidade por caixa;
- **fi\_inspeccaofinalregistos**: guarda os registos da inspecção final das cablagens;
- **fi\_inspeccao\_reclamacoes**: guarda as reclamações dos clientes que na fase de inspecção se deve ter em consideração.

No que concerne ao processamento, pode-se dizer que engloba os mecanismos de o processamento vitais, editar, gravar, imprimir, entre outras consideradas “funcionalidades essenciais”. São o caso de funcionalidade essenciais:

- LPGT (Schunk Loader) : da Exportação dos Splices;
- LPSA: alocação de trabalho aos postos de trabalho;
- LPMCS: planeamento fino das linhas de produção;
- LPFI: actualização do ciclo de verificação da inspecção final;
- LPSMS: envio de SMS (Short Message Service) quando uma condição se-então se verificar.

Ainda nesta secção, é apresentado um exemplo (Tabela 2) de como a análise de requisitos é elaborada no respectivo documento de Análise de Requisitos.

**Tabela 2 - Análise de Requisitos do Planeamento fino de uma Linha de Produção**

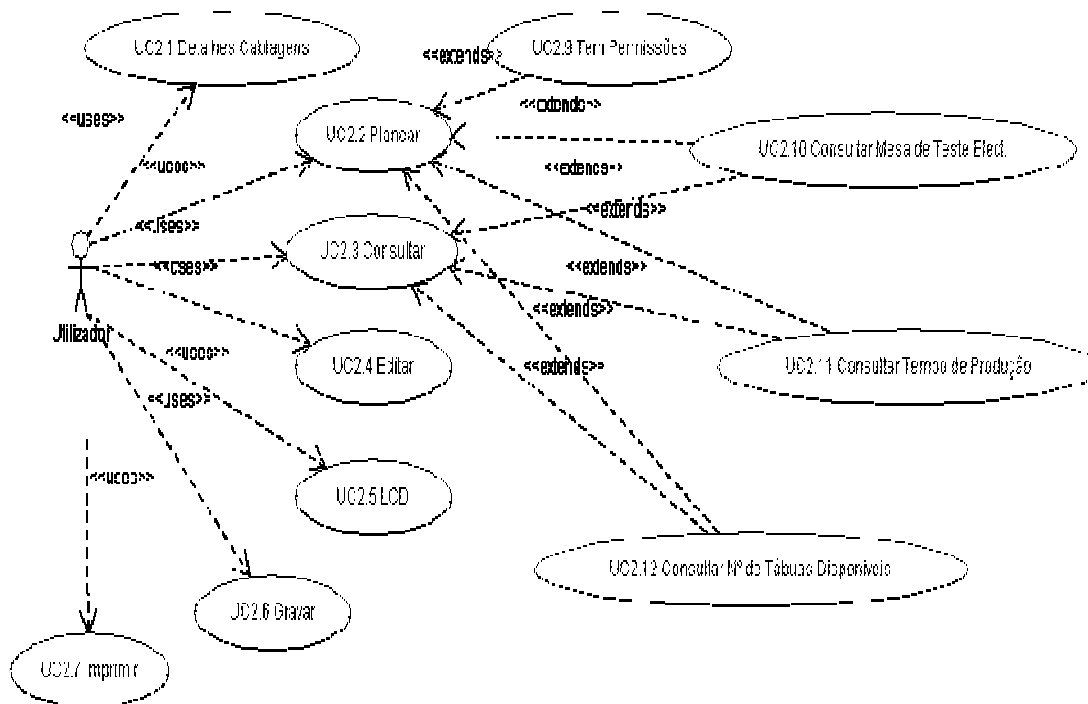
Identificador	Requisito	Tipo
R.2.2.1	Indicar o Segmento que se pretende planejar.	BC
R.2.2.2	Indicar a linha de Produção associada ao segmento que se pretender planejar.	BC
R.2.2.3	Indicar o Turno para o qual será realizado o planeamento.	BC
R.2.2.4	Seleccionar ordens de produção que estejam com o “status” cortada e por concluir. A ordem de produção deve estar associada ao segmento e à linha de produção a planejar.	BC
R.2.2.5	Indicar a quantidade total a produzir ordem de produção.	BC
R.2.2.6	Indicar o número de cablagens que ainda falta produzir para uma determinada ordem de produção.	BC
R.2.2.7	Indicar o tempo de produção de uma cablagem.	BC
R.2.2.8	Indicar a mesa de teste eléctrico onde será realizado o teste eléctrico da cablagem.	BC
R.2.2.9	Indicar o número de tábuas de produção disponíveis para realizar a ordem de produção.	BC
R.2.2.10	Disponibilizar uma interface que permita visualizar, gravar, editar, e imprimir o Planeamento Fino de uma Linha de Produção.	UI

A dependência entre requisitos é realizada através de uma matriz de dependências, onde é visível quais são os requisitos que estão dependentes de outros.

### 3.5 Use Cases

Um dos passos mais importantes da análise de requisitos é a criação de use cases (casos de uso), de forma a contextualizar o programador na maneira como deve desenvolver uma determinada funcionalidade. Apenas de referir, que devidos aos documentos do projecto serem confidenciais, apenas me é permitido transcrever para este documento alguns esboços do dossier de projecto.

É apresentado nesta secção, o desenho do use case da “Gestão da Produção – AO’s”, como exemplo. Tem como objectivo realizar o planeamento fino diariamente. Este use case permite identificar qual a participação que um utilizador tem no planeamento fino de uma linha de Produção.



**Figura 13 - Use Case “Gestão da Produção – AO’s”**

O Use Case UC2.2 Planear é transcrito do documento de Análise de Requisitos, como exemplo de todo o trabalho realizado relativamente à análise de requisitos.

Na Análise de Requisitos são os use case que mostram como uma funcionalidade vai interagir com o sistema e utilizador. Neste caso, como observa na figura 13 este use case está relacionado como a funcionalidade do processamento. Todos os use cases têm uma identificação sequencial, de forma a serem identificados univocamente.

Na descrição seguinte mostra-se como um use case é descrito, isto é, são apresentados quais os objectivos, Actores, Condições Prévias, Percurso Principal, Condições de Sucesso, Observações, Frequência e Questões Pendentes.

## **UC.2.2 - Planear**

### **Requisitos Relacionados**

R.2.2.1, R.2.2.2, R.2.2.3, R.2.2.4, R.2.2.5, R.2.2.6, R.2.2.7, R.2.2.8, R.2.2.9, R.2.2.10.

### **Objectivo**

Planear uma Linha de Produção.

### **Actores**

Utilizador.

### **Condições Prévias**

Os detalhes da linha de produção estão definidos (eficiência pretendida, tamanho da Linha, nº de pessoas afectas à linha, postos na linha, equipa, turno, e os tempos por tábua de montagem e correspondência para a rotação da linha).

### **Percurso Principal**

Seleccionar AOs

Seleccionar Planear/LCD

Seleccionar Segmento, Linha e Turno através de caixas de selecção.

Seleccionar o botão planear.

### **Condições de Sucesso**

O planeamento da linha é carregado sem erros.

### **Observações**

N/A.

### **Frequência**

Operação diária (dias úteis).

### **Questões Pendentes**

N/A.

Este use case diz respeito ao processamento do planeamento de uma linha de produção, como se pode verificar, existem requisitos relacionados com o use case (cada use case tem de ter pelo menos um requisito), está ainda nesta descrição alguns pontos relevantes, que passo a descrever mais detalhadamente:

- Objectivos - Descrição textual do cenário e do seu objectivo;
- Actores - Actores envolvidos;
- Condições Prévias - Lista de condições que se devem verificar anteriormente para que o cenário possa ocorrer. Por exemplo: A eficiência pretendida deve estar definida e ser superior a zero;
- Percurso Principal - Lista dos passos principais (numerados) do cenário. Neste caso, temos os passos necessários para se efectuar o planeamento de uma linha de produção;
- Condições de Sucesso - Descrição dos resultados esperados do percurso imediatamente anterior (deve existir um tópico deste tipo por cada percurso, principal e alternativo).
- Observações - Observações relevantes sobre o cenário. Por exemplo: Pode-se descrever um breve contexto da informação que pode influenciar o cenário, ou então, legendas;
- Frequência - Frequência de ocorrência do cenário numa utilização normal do sistema;
- Questões Pendentes - Enumeração das questões pendentes de análise que podem afectar o cenário;

Na versão final do documento, estas secções não devem conter qualquer informação (a análise foi concluída).

O documento da Análise de Requisitos, além de conter um capítulo introdutório, contém os seguintes capítulos:

- Descrição do Projecto - Breve descrição daquilo que se pretende com o projecto, e ainda poderam ser enumeradas as dificuldades a enfrentar.
- Requisitos - Neste capítulo são enumerados os requisitos do projecto.
- Use Cases – Descrição detalhada dos cenários de utilização através do uso de use cases.

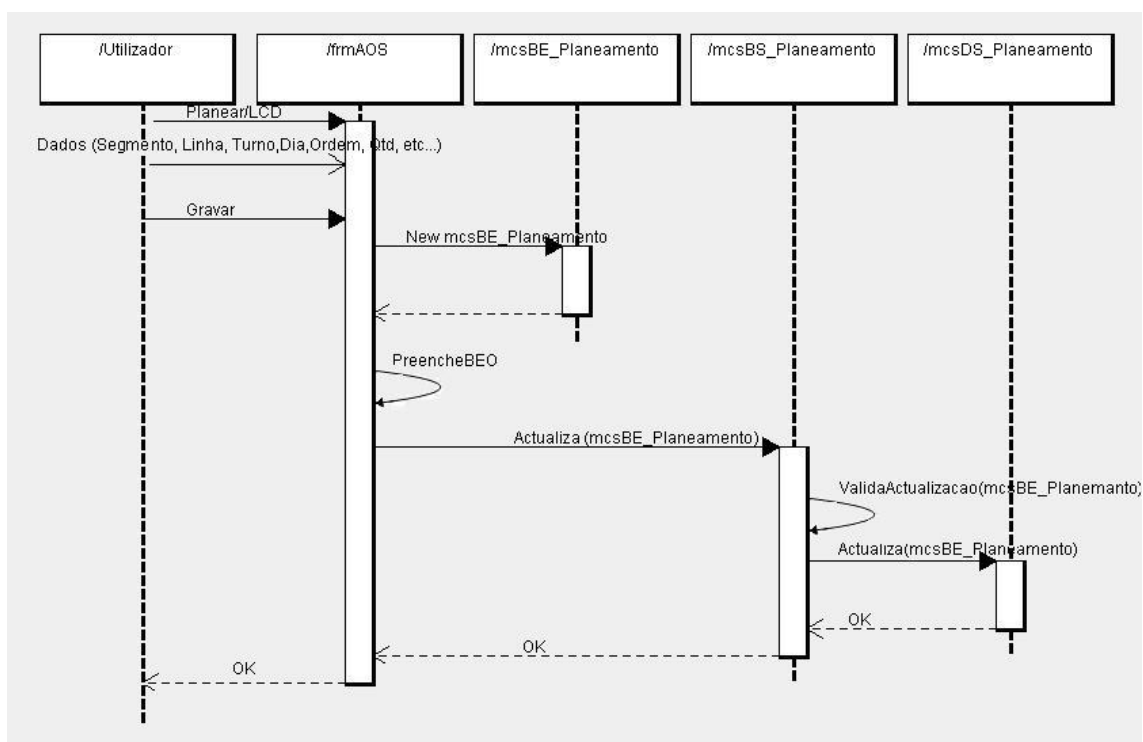


- Catálogo de Actores - Esta secção é opcional (dependendo da complexidade do projecto). Enumeração dos actores identificados nos cenários anteriores;
- Arquitectura da Solução - Apresentação de alto nível da solução que será implementada pelo projecto, usando o número adequado de diagramas (preferencialmente, de blocos que ilustrem os grandes módulos da solução);
- Resumo das Funcionalidades - Este capítulo deve apresentar um resumo das funcionalidades a implementar no projecto.
- Questões Pendentes - Descrição de questões genéricas pendentes de análise que possam provocar a alteração da informação constante no documento.

### 3.6 Especificação Funcional

A especificação funcional tem como objectivo descrever o Modelo Funcional, o Modelo de Objecto, o Modelo de Dado, e os Protótipos, para cada uma das funcionalidades descritas na Análise de Requisitos.

Relativamente ao Modelo funcional, o objectivo deste é criar um diagrama de sequência para os use case definidos na análise. Por exemplo: Gravar, que é o use case UC2.6 (figura 14).

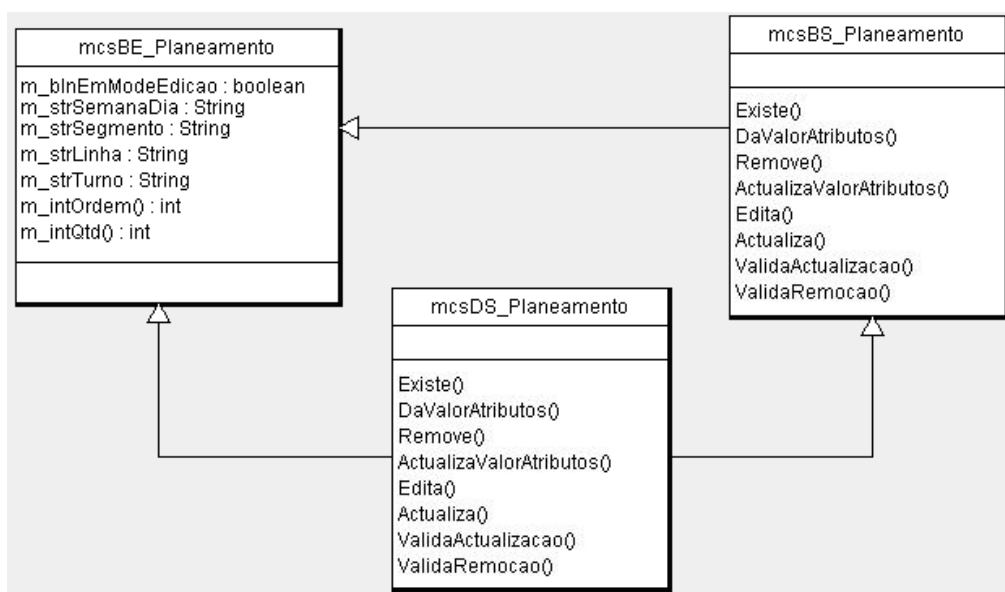


**Figura 14 - Diagrama de Sequência do Planeamento**

Através deste diagrama de sequência podemos ver qual a sequência dos métodos envolvidos, os objectos que interagem com estes, e ainda a duração de vida dos objectos.

Os objectos envolvidos neste diagrama são o formAOS (formulário que permite AO - responsáveis dos segmentos), efectuar o planeamento das linhas de produção), o mcsBE\_Planeamento (classe responsável por guardar as propriedades dos campos do planeamento), o mcsBS\_Planeamento (classe responsável por definir as regras de negócio) e por último o mcsDS\_Planeamento (classe responsável por interagir com a Base de Dados). Estes comunicam entre si através de métodos e dos seus resultados. Como se pode observar o utilizador irá guardar o planeamento de uma linha de produção através do formulário, deve inserir os dados (Segmento, Linha, Turno, Ordem de Produção e quantidade a planear) em seguida selecciona a opção Gravar, que por sua vez desencadeia uma série de mecanismo a fim de gravar os dados inseridos. É criado um objecto mcsBE\_Planeamento, onde são preenchidas a propriedades do objecto criado anteriormente, é então chamado o método Actualiza da camada de negócio. Este chama o método ValidaActualizacao que verifica se toda a informação é válida para ser actualizada, se não existir nenhuma inconformidade é realizada a actualização na Base de Dados através do objecto mcsDS\_Planeamento.

O modelo de Objectos para este diagrama é constituído por três objectos o mcsBE\_Planeamento, o mcsBS\_Planeamento e o mcsDS\_Planeamento. Através deste modelo pode-se observar como os objectos interagem entre eles (figura 15).



**Figura 15 - Modelo de Objecto do Planeamento**

O Modelo de Dados é a representação tabular dos vários elementos das tabelas (colunas, índices, valores por defeito, etc.). A definição da base de dados deve ficar completamente definida neste tópico.

Coluna	Tipo	Tam.	Nulls?	Default	PK	FK
SemanaDia	Varchar	5			X	
Segmento	Varchar	20			X	
Linha	VarChar	20			X	
Turno	VarChar	10			X	X
Ordem	Integer	10			X	
Qtd	Integer	4				

E por último a apresentação da figura 16 que ilustra um dos Protótipos desenvolvido em Visual Basic 6.



Figura 16 - Protótipo do formulário

Toda esta análise é superficial, pois apenas que foi permitido a divulgação deste cenários. Contudo, é demonstrativa de como é elaborada a análise de requisitos e a especificação funcional na Leoni Portugal.

## 4. Arquitectura e Implementação

### 4.1 Processo de Desenvolvimento

É do conhecimento empresarial que a todo o projecto está associado um ciclo de desenvolvimento, no entanto nem todas as empresas o seguem e o resultado são aplicações deficientes devido à falta de acompanhamento nas diversas fases do processo de execução.

A Leoni Portugal possui um processo de desenvolvimento caracterizado por beneficiar de um conjunto de regras coerentes, por ser independente de metodologias e tecnologias, no que diz respeito a:

#### 1. Modelo de Equipas

- Equipas pequenas e Multidisciplinares
- Papeis bem definidos
- Objectivos claros e partilhados
- Cultura empresarial

#### 2. Modelo Aplicacional

- Regras para estruturar aplicações
- Orientação aos Serviços / Componentes (Lógicos, Reutilizáveis, Orientados ao Negócio e Distribuídos)

#### 3. Modelo de Processos

- Milestones - pontos de sincronização (5 Principais, Intermédias, Reviews obrigatórias)
- Trabalho em paralelo
- Versões frequentes
- Gestão do Risco/Incerteza
- Gestão de "Ship Dates"

Na realidade, o procedimento de análise, concepção e desenvolvimento tem um papel importante há vários anos, considerado pela Leoni Portugal, visto como uma mais valia pelo grupo.

A estratégia de análise e desenvolvimento de projectos no IM-IT (**Information Management - Information Technology**) baseia-se na metodologia MSF (Microsoft Solutions Framework). Segundo esta metodologia, cada projecto tem um ciclo de vida que inclui todas as actividades que podem ocorrer no projecto até à sua finalização e transição para um estado operacional. O propósito principal desse ciclo de vida é o de definir a ordem pela qual as actividades do projecto devem ser realizadas.

#### 4.1.1 O Modelo de Processos MSF

O Modelo de Processos da MSF é baseado em fases (figura 17). Cada uma das fases corresponde a um período em que a ênfase do projecto é colocada em determinadas actividades com o objectivo de produzir os resultados dessa fase (deliverables). Estes pontos de revisão e sincronização do estado do projecto determinam se os objectivos da respectiva fase foram ou não atingidos.

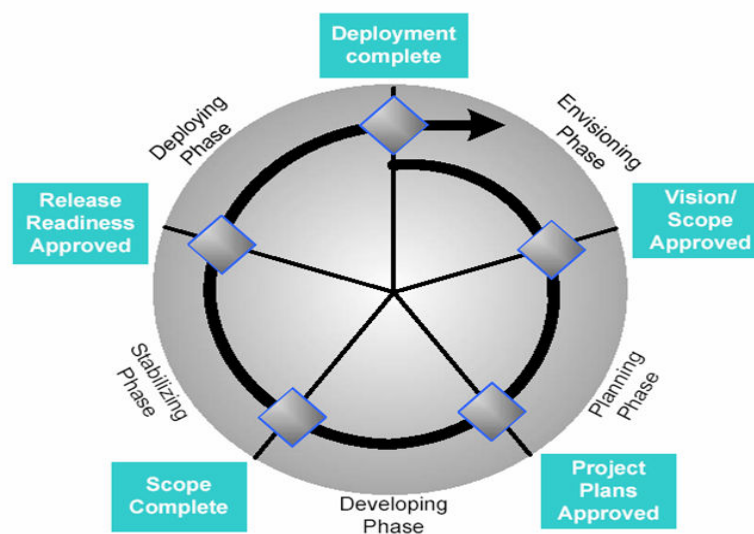


Figura 17 - Ciclo de Desenvolvimento

#### 4.1.2 Visão

Esta fase é, basicamente o início do processo de comunicação, em que a primeira responsabilidade é da Direcção da empresa e resulta no documento Vision/Scope e num Master Plan que define todas as possíveis questões/problemas em toda a organização, além de decidir todas as intervenções e interacções entre todos os departamentos com vista a que todos os

intervenientes tenham conhecimento do(s) objectivo(s) a alcançar e o impacto que irá ter, para isso, são realizadas reuniões de projectos com os directores/coordenadores dos departamentos.

Tipicamente o coordenador do projecto tem a responsabilidade de envolver no projecto todos os departamentos relevantes para obter toda a informação e participação necessárias.

A contribuição do IM-IT para a definição do âmbito do projecto será sempre muito importante, introduzindo elementos de análise (requisitos e use cases principais) na discussão.

### **4.1.3 Planeamento**

Esta fase de análise e concepção do projecto é, principalmente, da responsabilidade do IM-IT. Cada uma das funcionalidades deve ser analisada o mais detalhadamente possível para produzir a especificação funcional do projecto.

Esta especificação deve ser organizada na documentação do projecto (dossier de projecto) que consiste nos seguintes documentos:

- Análise de Requisitos – equivalente ao Conceptual Design da MSF;
- Especificação Funcional – integra os documentos Logical Design e Physical Design da MSF;
- Plano de Desenvolvimento – planeamento detalhado das tarefas a realizar;
- Planos de Testes – primeira abordagem aos testes necessários para validar a qualidade do produto.
- As seguintes dificuldades comuns, tendem a afectar a qualidade da análise realizada e, por isso, prejudicam as fases seguintes do projecto e a qualidade final do produto. Devem, portanto, ser combatidas eficazmente:
  - Análise de requisitos demasiado superficial;
  - A especificação funcional inadequada – não inclui devidamente todos os elementos que deveriam fazer parte do desenho lógico do sistema. O desenho físico tem uma preponderância inadequada;
  - Não utilização de qualquer linguagem de modelação que facilite a produção da documentação e a análise dos requisitos;
  - A análise do desenho da base de dados deficitária;
  - Planos de desenvolvimento demasiado optimistas e que não prevêem todas as tarefas do projecto;
  - Documentação pouco centrada na perspectiva do cliente/utilizador (use cases);

- Planos de testes inexistentes ou pouco eficazes;
- Falta de uma cultura de qualidade nesta fase, o que resulta, recursivamente, na sua subvalorização em detrimento do desenvolvimento (“jumping into code”);
- Falta de revisões adequadas da documentação.

A partilha desta informação permite definir uma visão geral do Scope do projecto, as prioridades, os riscos e as oportunidades. Permite também assumir certas limitações, verificar os recursos disponíveis e a duração da fase de planeamento.

Depois de obtida toda a informação, estão criadas as condições necessárias para o esboço dos primeiros protótipos.

#### **4.1.4 Desenvolvimento**

O desenvolvimento das funcionalidades do projecto é realizado de acordo com as normas definidas na MSF. Existem versões intermédias que estabelecem objectivos para a equipa de desenvolvimento. Neste ponto devem-se ter em atenção aos seguintes aspectos:

- A interacção entre equipas de subprojectos diferentes é custosa, pois, não existe sempre uma forma de comunicação clara e metodologias de integração devidamente adaptadas. Isto normalmente resulta em atrasos nos projectos induzidos por equipas externas, stress e falta de colaboração.
- As fases intermédias de estabilização por vezes não são sempre formalmente e consistentemente realizadas.
- Os planos de teste devem de ser devidamente revistos no final da implementação de cada funcionalidade.
- A revisão da documentação deve ser sempre efectuada e adequada sempre que exista alteração nas funcionalidades, ou em qualquer outros aspecto relevante para a documentação.

#### **4.1.5 Estabilização**

A estabilização dos projectos caracteriza-se pelas recomendações da MSF (ex.: bug convergence), no entanto, a documentação foi adaptada às necessidades específicas, simplificando-a a uma folha de cálculo que divide as funcionalidades em processos de responsabilidade, define a ordem de execução de testes e monitoriza o estado das anomalias. As dificuldades existentes normalmente nesta fase resultam basicamente das deficiências das duas

fases anteriores. Em particular, este processo tem sido muito afectado por dois factores: a inexistência de planos de teste completamente adequados e os atrasos na fase de desenvolvimento. Acredita-se que os resultados tenderão a melhor à medida que essas dificuldades sejam mitigadas e que o próprio processo de estabilização definido mature.

Por outro lado, está estabelecida a criação de uma fase de instalações piloto (beta) na área que é prevista a implementação após a estabilização interna. Embora esta fase ainda careça de formalização é evidente que só poderá trazer benefícios para a qualidade do projecto.

#### **4.1.6 Implementação**

Depois da fase beta, é expandido o projecto a toda a área envolvente, onde são replicadas todas as especificações e requisitos da fase beta, normalmente esta decisão é tomada pelo coordenador do projecto.

Por fim, realizam-se reuniões de fecho do projecto de acordo com as recomendações MSF.

#### **4.1.7 Documentos**

Como foi referido anteriormente, o dossier de projecto deve ser composto pelos seguintes documentos cuja colaboração do IM-IT é essencial (tabela 3).



**Tabela 3 - Documentos do dossier de projecto**

Documento	Descrição	Resp. Principais	Obrigatório
Inicialização do Projecto	Identificação das oportunidades para a realização do projecto	Direcção	Não
Vision/Scope	Estabelecimento do âmbito do projecto e da colaboração de todos os departamentos	Direcção	Sim
Análise de Requisitos Preliminar	Preparação do Vision/Scope e da Análise de Requisitos	Coordenador	Não
Análise de Requisitos	Enumeração exhaustiva dos requisitos, cenários e funcionalidades a implementar no projecto	Equipa Desenvolvimento	Sim
Especificação Funcional	Desenho lógico e físico da solução	Equipa Desenvolvimento	Sim
Plano de Desenvolvimento	Plano de tarefas a realizar no tempo para proceder ao desenvolvimento da solução	Coordenador	Sim
Planos de Teste	Planos detalhados de testes sobre o projecto	Equipa Desenvolvimento	Sim

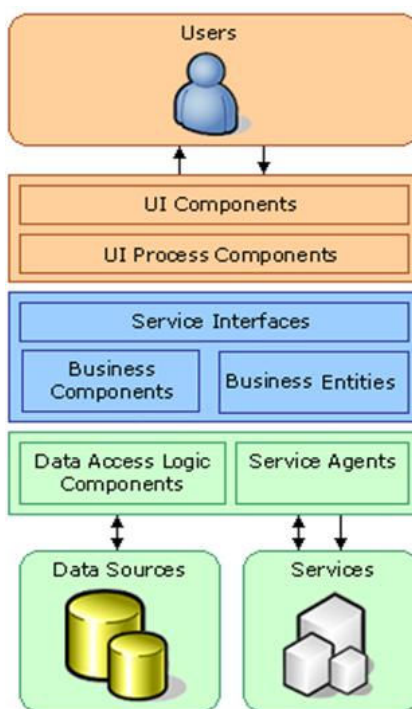
## 4.2 Arquitectura geral dos SI da LEONI Portugal

A Arquitectura de Software auxilia na identificação dos componentes e seus “relacionamentos de alto nível” [Garlan & Shaw, 1994], facilitando o entendimento da solução como um todo.

A arquitectura que se propõe para o desenvolvimento deste projecto assenta numa arquitectura em três camadas (figura 18):

- Camada de Interface com o utilizador (UI): aplica toda a lógica de interacção com o utilizador, através aplicações Win32 ou WinCE;

- Camada de Negócio (SI): camada que implementa a lógica de negócio inerente à solução. Esta camada é constituída pelos Business Services (BS) que define as regras de negócios, e Business Entities (BE) define as entidades de dados;
- Camada de Dados: esta camada promove os acessos aos dados através Data Access Logic Components, que tem por objectivo, separar as regras de negócio do acesso aos dados. Os Service Agents, em algumas situações podem estar localizados em entidades externas, ou seja, facultar o envio e a recepção dados.

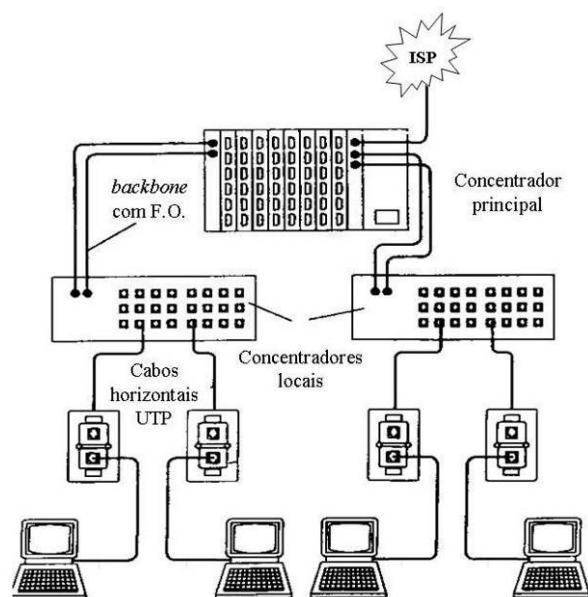


**Figura 18 - Arquitectura de Software da LEONI Portugal**

### 4.3 Infra-estruturas

Nesta secção, são abordadas as questões sobre as infra-estruturas da LP. A empresa em estudo, tem uma rede de computadores dispersa por toda a fábrica através de uma topologia em estrela, ou seja, são usados Switches de primeira geração da Super Stack que permitem a ligação destes até à estação de trabalho numa distância máxima de 100 metros. O Switches estão ligados a um concentrador principal através de fibra óptica, assim como, uma linha de

*backbone*. A ligação ao exterior é feita através de uma linha ADSL empresarial com uma taxa de contenção 1:20, com 2 Mb de download e 512 kb de upload.



**Figura 19 - Infra-estrutura da rede LAN antes do projecto**

Na análise de risco efectuada, foi detectado que a actual infra-estrutura da rede LAN estava ultrapassada e desactualizada, neste sentido, era necessário reestruturar a rede. Para tal, era indispensável substituir os cabos UTP por cabos STP o que dá uma maior flexibilidade e segurança à rede, substituir os antigos Switches por um novo modelo para aumentar as velocidades de transmissão e a fiabilidade do encaminhamento dos dados, e por último fazer um upgrade da linha ADSL.

Com a centralização de todos os servidores de FORS na Alemanha, é necessário instalar uma ligação satélite para a Alemanha para servir de backup na nova linha XDSL empresarial com 2Mb de download e upload.

## 4.4 Módulos da Plataforma

No início do corrente projecto, a LP era caracterizada por processos empíricos, excessivamente manuais, altamente morosos e possivelmente falíveis, aumentando a susceptibilidade à ocorrência de erros e reduzida capacidade de resposta produtiva. Com estas limitações, a capacidade para realização de cablagens e a análise da evolução inerente a este tipo de produto são reduzidas. Por outro lado, a ausência de informação partilhada entre departamentos conduzia, muitas vezes, a erros e falta de fiabilidade nas decisões tomadas.

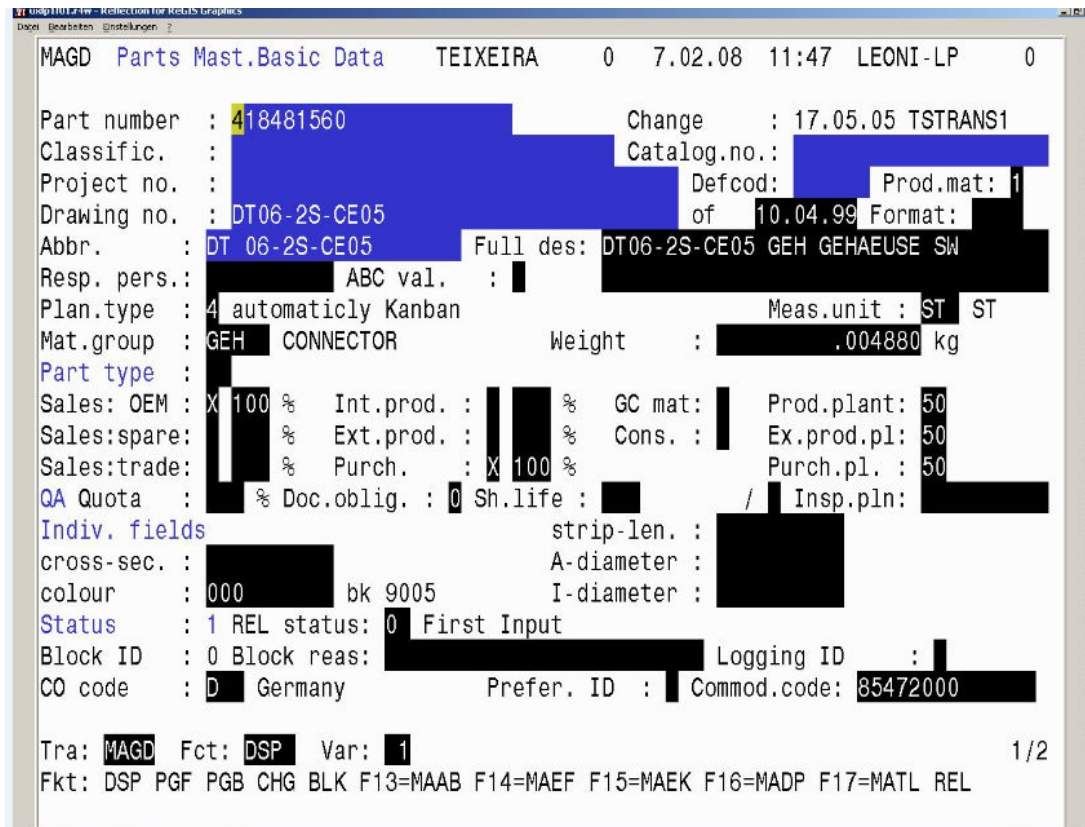
Enquanto aposta estratégica, a inovação tem uma abordagem integrada de todo o negócio das cablagens para veículos, capaz de responder às mais exigentes solicitações dos clientes e atenta à elevada competitividade e agressividade que caracterizam este sector profundamente globalizado. Neste sentido, a empresa explora o desenvolvimento de novas soluções de carácter inovador, orientadas para as mais diversas áreas, desenvolvendo e implementando melhorias substanciais nos seus processos, com o intuito de melhor satisfazer os seus clientes.

Estas melhorias manifestam-se ao nível da optimização de processos, bem como, no desenvolvimento de novos métodos e normas que garantam um diminuto nível de intervenções manuais e maximizem a produção. O desenvolvimento destes módulos permitirá criar uma plataforma de interoperabilidade que é capaz de responder da forma mais eficaz a todo o processo produtivo.

### 4.4.1 Sincronização

#### **Descrição dos objectivos do projecto**

Através do módulo sincronização é pretendido, transferir as informações do FORS, depositadas no servidor residente na Alemanha, para o servido instalado na fábrica da LP.



**Figura 20 - FORS (Gestão de artigos)**

O módulo de sincronização é um dos componentes mais importantes na plataforma de interoperabilidade.

## **FORS**

O FORS (figura 20) é um ERP de sistema UNIX, que permite a gestão de material (PDP - Plano Director de Produção, MRP- Manufacturing Resources Planning, Stocks, etc..) , compra e venda artigos, finanças, entre outros. Não contém o módulo de recursos humanos.

Este sistema foi desenvolvido pelo Departamento Desenvolvimento e Aplicações Informáticas em Nuremberg, o qual é propriedade da LEONI AG. Ao longo dos anos o FORS tem sofrido poucas alterações, e as suas limitações obriga-nos a desenvolver aplicações capazes de responder às lacunas deste.

Neste sentido, foi realizado um levantamento das tabelas necessárias para dar suporte aos módulos da nova arquitectura. Desta análise foram enumeradas as seguintes tabelas a sincronizar:

- **PASU**: tabela de utilizadores;

- **MAGD:** tabela de artigos;
- **FPFK:** tabela das ordens de produção;
- **MAKO:** tabela onde se guarda a matéria-prima associada a um fio;
- **APKZ:** tabela onde guarda os fios de uma cablagem;
- **APAG:** tabela onde se guarda as operações de pré-confecção dos fios;
- **APKO:** tabela de componentes da pré-confecção;
- **FOTP:** tabela de notas e observações de uma cablagem;
- **KUAP:** tabela das caixas de empacotamento das cablagens.

## Desenvolvimento e Implementação

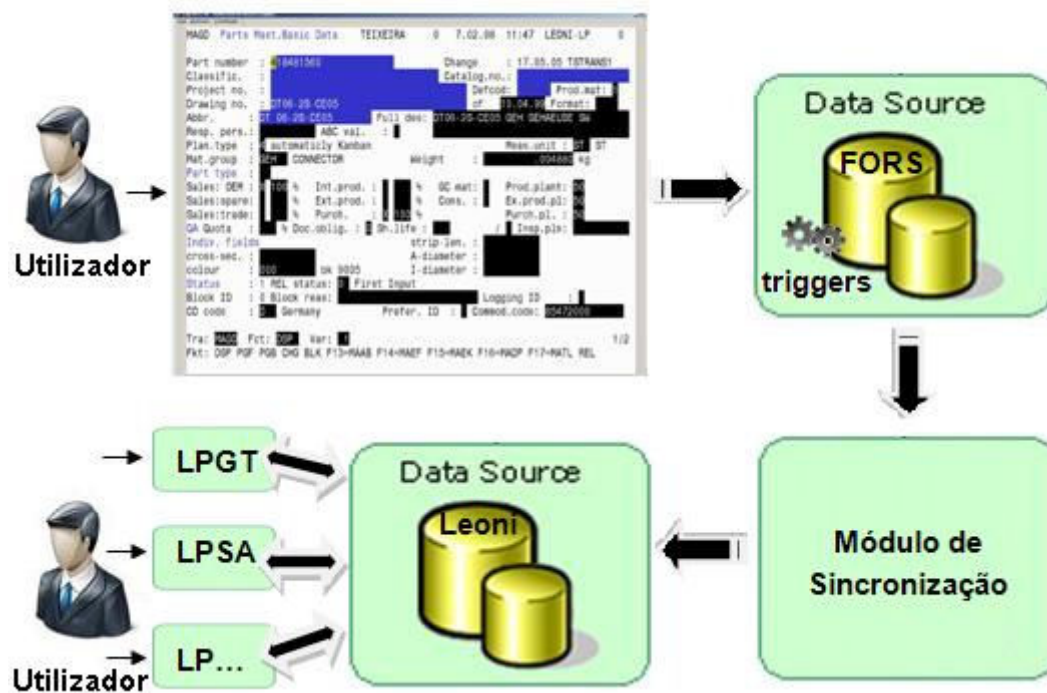
Sempre que é realizada uma operação (INSERT, UPDATE, DELETE) nas tabelas supra mencionadas é executado um trigger que executa procedure conforme a operação a realizar (figura 21). O resultado desta operação é guardado na cópia da tabela em causa. Este procedimento é desencadeado sempre que um utilizador efectua alguma modificação através do FORS.

```
create trigger t_magd_corte_del
  delete on magd
  referencing old as o
  for each row
  (execute procedure p_magd_corte_del(
    o.firmnr,
    o.teilnr) );
create procedure p_magd_corte_del(
  ofirmnr decimal(2,0),
  oteilnr char(22)
)
delete from magd_corte_insupd
where firmnr=ofirmnr
```

```
and teilnr=oteilnr;
if (select count(*) from magd_corte_delete
    where firmnr=ofirmnr
    and teilnr=oteilnr) = 0
then
insert into magd_corte_delete values
(
    ofirmnr,
    oteilnr,
    't'
);
end if
end procedure;
```

**Figura 21 - Trigger e Procedure para apagar registo da tabela magd**

O módulo de sincronização, alojado num servidor da LP, percorre todas as cópias das tabelas referidas anteriormente, uma a uma, verificando se existem registo a actualizar, eliminar, ou inserir, realizando a operação correspondente na Base de Dados Leoni. A ligação à Base de Dados do FORS (INFORMIX) na Alemanha é realizado sobre ODBC - Open Database Connectivity (cnFORS.ConnectionString = "DRIVER={INFORMIX 3.80 32 BIT}; HOST=10.1.15.75; SERVER=fors\_lp1\_soc; Service=22150; Protocol=onsoctcp; DATABASE=dbfors; UID=" & strMyUser & ";" & "PWD=" & strMyPass & "; DB\_LOCALE=en\_US.819; CLIENT\_LOCALE=en\_US.819"), assim como, a ligação à Base de dados Leoni (MySQL), (cnLEONI.ConnectionString = "DRIVER={MySQL ODBC 3.51 Driver}; SERVER=svlp1005;UID=" & strMyUser & "; PWD=" & strMyPass & "; DATABASE=dbleoni; OPTION= 1 + 2 + 8 + 32 + 2048 + 16384"). Na figura 22, pode-se observar o mecanismo de sincronização destas duas bases de dados.



**Figura 22 - Sincronização da Base de Dados FORS com a Base de Dados Leoni**

Um dos factores que levou a criação deste módulo foi o facto do servidor do FORS se encontrar na Alemanha, e para aceder a este é necessário uma ligação de internet, assim, a LP pode continuar a trabalhar mesmo não existindo tal ligação. Outra das vantagens é a possibilidade de interligar a informação sincronizada com outra recolhida por outros módulos. Contudo, o módulo de sincronização leva alguns segundos a realizar a sincronização, porém, estes tempos têm sido monitorizados e verificado que o impacto deste atraso é irrelevante na utilização geral da plataforma.

#### 4.4.2 LPGT

##### Descrição dos objectivos do módulo

O módulo visa o desenvolvimento de uma ferramenta que permita a interacção/ligação entre os diversos departamentos da empresa, com o intuito de agilizar os processos técnicos e produtivos, estabelecendo-se uma melhoria substancial.

Assim, com o desenvolvimento deste módulo embebido na plataforma permite colmatar as suas carências, a LP pretende retirar diversos benefícios e alcançar *performances* técnicas distintas, quer ao nível do produto, quer no domínio do processo:



- Automatizar e agilizar processos de pós-desenvolvimento;
- Eliminar erros e desvios potenciados por processos demasiadamente manuais;
- Introduzir novos conceitos de análise de cablagens (*Harness Compare*);
- Interligação com diversos equipamentos, entre os quais, Máquina de *splices* e Máquina de perfuração de tábuas de montagem (*CNC*);
- Disponibilizar informação e dados para tratamento pelo *módulo* LPCS;
- Gerar programas de teste eléctrico (WEE);
- Identificar componentes;
- Aumentar a velocidade de resposta para a produção;
- Analisar as evoluções de cablagens;
- Reduzir erros nas impressões de fios;
- Partilhar informação entre os departamentos de engenharia, serviços técnicos e produção;
- Automatizar e melhorar o processo de *shunks*;
- Aumentar consideravelmente a fiabilidade da análise de informação;
- Reduzir a sucata resultante de tarefas manuais;
- *Interface* directo com o sistema de concepção de cablagens (*Capital Harness Systems - CapH*);
- *Interface (Bridge)* entre o *software Pro-Engineer* (MCAD em 3D) e o *Capital Harness Systems – CapH* (ECAD em 2D).

## **Desenvolvimento e Implementação**

O LPGT Leoni Portugal Gabite Técnico, foi um dos primeiros módulos a ser criado na LP, em conjunto com o Carma (Manutenção de Equipamentos e Ferramentas) e o LPCS Leoni Portugal Cutting System (Gestão do Corte de Fios), no entanto, a re-estruturação de toda a informação obrigou que este fosse remodelado e inserido numa plataforma, onde a informação é partilhada por todos através dos diferentes níveis de acesso.

Com esta visão, efectuou-se um levantamento das actividades inerentes aos processos de engenharia, serviço técnico e produção, com o intuito de identificar oportunidades de melhoria de acordo com as limitações encontradas, como são exemplo as referenciadas na tabela seguinte:

**Tabela 4 - Limitações existentes inerente ao LPGT**

Actividade/tarefa	Limitação/problema
Exportação FORS para <i>excel</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificil análise de dados através do FORS ou papel.</li> </ul>
Pesquisa combinações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar se o terminal ou vedante é usado na pré-confecção ou no corte;</li> <li>• Verificar se um determinado componente já era utilizado, em que condições e como o identificar dentro de uma estrutura.</li> </ul>
Tempos no LPGT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistência de uma base de dados a partilhar por todos os departamentos para os tempos de montagem.</li> </ul>
Impressão fio + terra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impressões nos fios erradas ou em falta;</li> <li>• Falta de símbolos (terra, cardinal);</li> <li>• O FORS tem limite de 6 caracteres, todavia existem impressões de maiores dimensões;</li> <li>• Processo de inserção de impressões é moroso e com possibilidade de erro.</li> </ul>
Tolerância de corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O <i>Topwin</i> importa do FORS as dimensões dos fios ; contudo não identifica as tolerâncias de cada cliente;</li> <li>• Dificuldade em obter e inserir no <i>Topwin</i> tolerâncias por cliente e, às vezes, por cablagem.</li> </ul>
Medidas de Impressão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldade em identificar a que distância do início e fim deve ficar a impressão do fio e qual o intervalo entre impressões a considerar;</li> <li>• Dificuldade em obter e inserir no <i>Topwin</i> dados sobre distâncias de impressão.</li> </ul>
Entrançados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar para cada entrançado o passo, a tolerância e a distância das extremidades;</li> <li>• Obter e inserir na máquina de entrançar fios a informação necessária.</li> </ul>
Impressão e teste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Além do código da cablagem, não existia informação oficial</li> </ul>

eléctrico	sobre os dados a imprimir na etiqueta de controlo final.
CapH para teste eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O processo de inserir dados nas mesas de teste eléctrico é moroso e falível.</li> </ul>
CapH para <i>laymann</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A versão que o CapH exporta não é reconhecida pelo <i>laymann</i>. Eram necessárias diversas alterações manuais, podendo resultar em erros ou omissões.</li> </ul>
CapH para cotações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução de componentes no <i>software</i> de cotações era um processo manual, moroso e falível.</li> </ul>
<i>Shunts</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processo de inserção de informação nas máquinas de uniões ultra sónicas manual, moroso e falível;</li> <li>• As máquinas não estavam em rede obrigando a replicação do processo de inserção manual de dados em todas as máquinas;</li> <li>• Ausência de controlo de versões, fazendo com que nem sempre as máquinas estivessem preparadas para o trabalho a executar.</li> </ul>
Ferramentas de cravação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A análise de combinações (conjunto de terminal, material de fio e secção) na cablagem e as ferramentas de cravação existentes. É um processo que requer uma alocação de recursos e é altamente morosa.</li> </ul>

Complementarmente, detectaram-se ineficiências no que respeita às seguintes actividades:

- Identificação de alterações aquando da evolução das cablagens;
- Associação e reconhecimento entre componentes integrantes e cada cablagem;
- Duplicação de registos dos mesmos componentes;
- Morosidade e complexidade de análise de novas ferramentas ou parâmetros de cravação;
- Morosidade e susceptibilidade de erro no corte e perfuração do processo de fabrico das tábuas de montagem.

Todas estas limitações tornam extremamente difícil o desenvolvimento de um módulo que dê resposta às especificações rígidas e exigentes da indústria produtiva.

Acresce o facto da interligação de tabelas do *Capital Harness Systems* não estar devidamente documentada nos manuais, obrigando a uma forte componente de pesquisa e investigação no sentido de integrar esta funcionalidade poderosa na aplicação a desenvolver.

Neste contexto, foi fundamental desenvolver tecnicamente recursos, de modo a adquirir conhecimentos que permitissem resolver os principais desafios técnicos deste projecto no que concerne à especificidade dos requisitos pretendidos.

### **Novidades introduzidas/Novos conhecimentos**

A LP, consciente da realidade que a rodeia, procurando melhorar o serviço prestado aos seus clientes, decidiu desenvolver uma infra-estrutura de informação que suporta, de forma efectiva, os seus processos, realizando a sua interligação com os diversos departamentos.

Esta plataforma permite a administração eficiente de todos os dados relacionados com os produtos, desde os desenhos e modelos 3D, nomenclaturas, especificações de materiais, pesquisa de combinações, tempos de montagem, tolerância de corte, testes eléctricos, entre outros.

Complementarmente, dispõe de capacidade de controlo de acessos sofisticada e adaptável às necessidades, permitindo expor apenas a porção da base de dados necessária. Possibilita, adicionalmente, uma consulta fácil e permanentemente actualizada dos dados. Simultaneamente, o módulo desenvolvido proporciona um *interface* directo com o sistema de concepção.

São estas características que permitem ultrapassar a fronteira do departamento de engenharia e desenvolvimento, facultando o acesso directo à informação a outros departamentos e integrando várias novidades nas tarefas habituais da empresa, as quais podem ser observadas na tabela 5:

**Tabela 5 - Novidades a introduzir no LPGT**

Actividade/tarefa	Novidades Introduzidas
Exportação FORS para <i>Excel</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exportação da estrutura de FORS para <i>Excel</i>, permitindo agrupar, fazer cálculos, analisar consumos, entre outros.</li> </ul>
Pesquisa combinações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Histórico de terminais e vedantes por cablagem e indicação de método de montagem (corte ou pré-confecção) exportado para <i>Excel</i>.</li> </ul>
Tempos no LPGT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepção de base de dados central que faz o <i>upload</i> do tempo do módulo de cotações (LPQS).</li> </ul>
Impressão fio + terra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação de <i>software</i> que estabelece a importação automática dos símbolos a imprimir do CapH ou bloqueia a impressão;</li> <li>• Após identificar o cliente, o <i>software</i> introduz automaticamente símbolos de terra ou cardinais;</li> <li>• Processo automático e rápido sem erros de transmissão CapH LPGT e LPGT para Topwin (Figura 23).</li> </ul>
Tolerância de corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao inserir a cablagem no LPGT e após a identificação do cliente, é sugerida a tolerância a utilizar. Esta pode ser alterada numa cablagem que seja considerada especial;</li> <li>• Transmissão automática de dados para o <i>Topwin</i>.</li> </ul>
Medidas de impressão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ao Inserir a cablagem no LPGT e após identificar o cliente, o módulo sugere as distâncias entre impressões, bem como a distância de início e fim de impressão;</li> <li>• Transmissão automática de dados para o <i>Topwin</i>.</li> </ul>
Entrançados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A informação inserida no LPGT, pela engenharia, fica automaticamente disponível para a máquina de entrançar.</li> </ul>
Impressão e teste eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmissão automática de dados do CapH para o LPGT</li> </ul>
Caph para teste eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmissão automática de dados do CapH para o LPGT e posterior exportação de programa de teste eléctrico. Os processos tornam-se mais rápidos e com menos possibilidades de erros.</li> </ul>
Caph para <i>layman</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O CapH exporta para o LPGT que re-trabalha o ficheiro DSI e</li> </ul>

	converte numa versão aceite pelo <i>layman</i> .
<i>Layman</i> para Linguagem da CNC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geração de <i>output</i> para a linguagem de maquinação (CNC) a partir de exportação de informação obtida no <i>layman</i>.</li> </ul>
Caph para cotações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmissão automática de dados do ficheiro do cliente para processamento pelo LPGT e inserção no LPQS.</li> </ul>
<i>Harness Compare</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparação automática de duas cablagens com exportação para análise em <i>Excel</i>/dos resultados (Figura 24).</li> </ul>
<i>Shunk Loader</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmissão automática de dados do CapH para o LPGT e, posteriormente, para uma base de dados partilhada por todas as máquinas;</li> <li>• Alteração da duração de um processo de 10 horas para 1 minuto (Figura 25).</li> </ul>
<i>Where Used</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sub-Módulo que efectua uma pesquisa em todas as bases de dados e compara os parâmetros de cada componente.</li> </ul>
TScrimp	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sub-Módulo que, interagindo com o CARMA, identifica a necessidade de novas ferramentas e/ou adaptação de ferramentas existentes;</li> <li>• Melhoria do processo de análise de combinações.</li> </ul>
<i>3D Pro-Engineer</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento do software de interligação (<i>bridge</i>) entre o <i>software</i> de modulação <i>3D Pro-Engineer</i> utilizado pelos Clientes para o desenvolvimento dos seus produtos e o Capital Harness.</li> </ul>

Os estudos realizados internamente, que serviram de suporte desde a idealização até à implementação prática, permitiram, alargar o seu conhecimento do funcionamento dos processos de engenharia, serviços técnicos, produção e qualidade, possibilitando uma maior percepção das lacunas existentes e das possíveis melhorias a efectuar.

### **Execução do projecto**

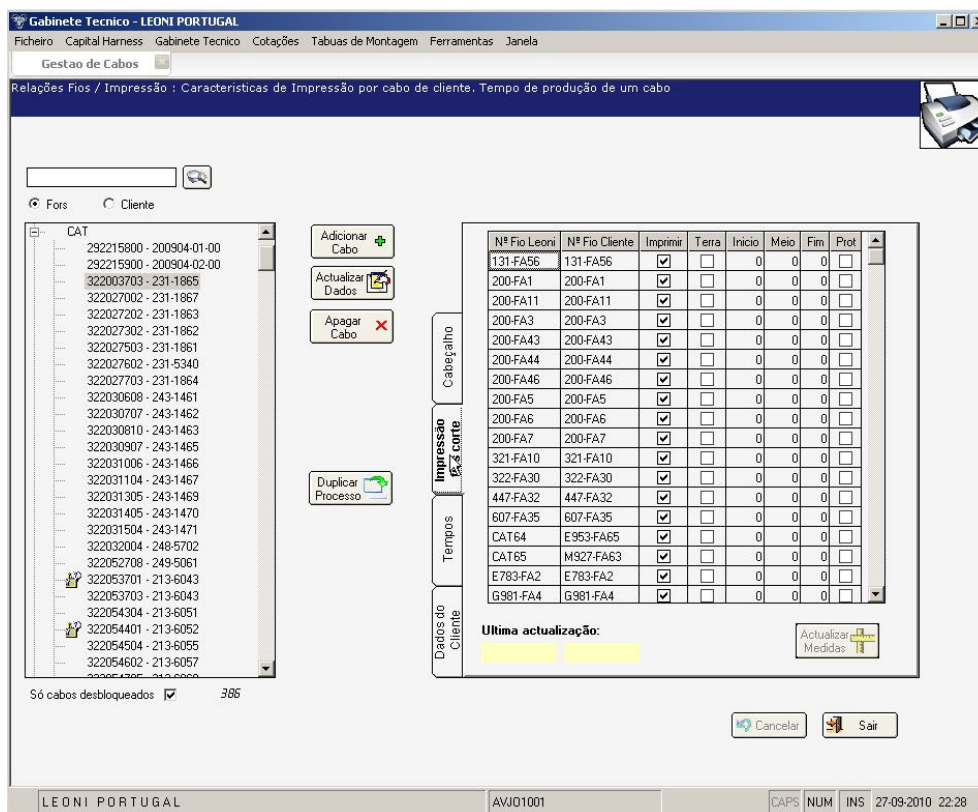
A empresa desenvolveu novos conceitos e técnicas, apostando numa reestruturação profunda na forma como processava o seu método de trabalho. O projecto iniciou em 2009, durante o qual se efectuou o levantamento de necessidades e procura de soluções,

desenvolvimento da plataforma/algoritmos e testes experimentais, efectuando-se uma primeira apreciação da solução.

Após a formação da equipa de trabalho, recolha interna das necessidades e requisitos técnicos a suprimir, bem como a análise do estado actual das tecnologias que permitissem responder de acordo com as necessidades da empresa, procede-se à definição das especificações da nova solução a ser desenvolvida.

O desenvolvimento do LPGT realizou-se de forma faseada, seguindo as Normas do MSF, de modo a depurar erros e melhorias, considerando as seguintes directrizes:

1. Gestão de cablagens: Informações específicas por cliente, desde a informação a ser impressa nos fios por limitação do sistema central até às tolerâncias de corte;



**Figura 23 - Relações Fios/impressões**

2. Envolvimento dos serviços técnicos para geração do programa de teste eléctrico a partir de exportação de informação do CapH;
3. Novas necessidades e desenvolvimento de módulo de pesquisas: pesquisa componentes (*LPWhere Used*);

4. Comparação de cablagens (*Harness Compare*);

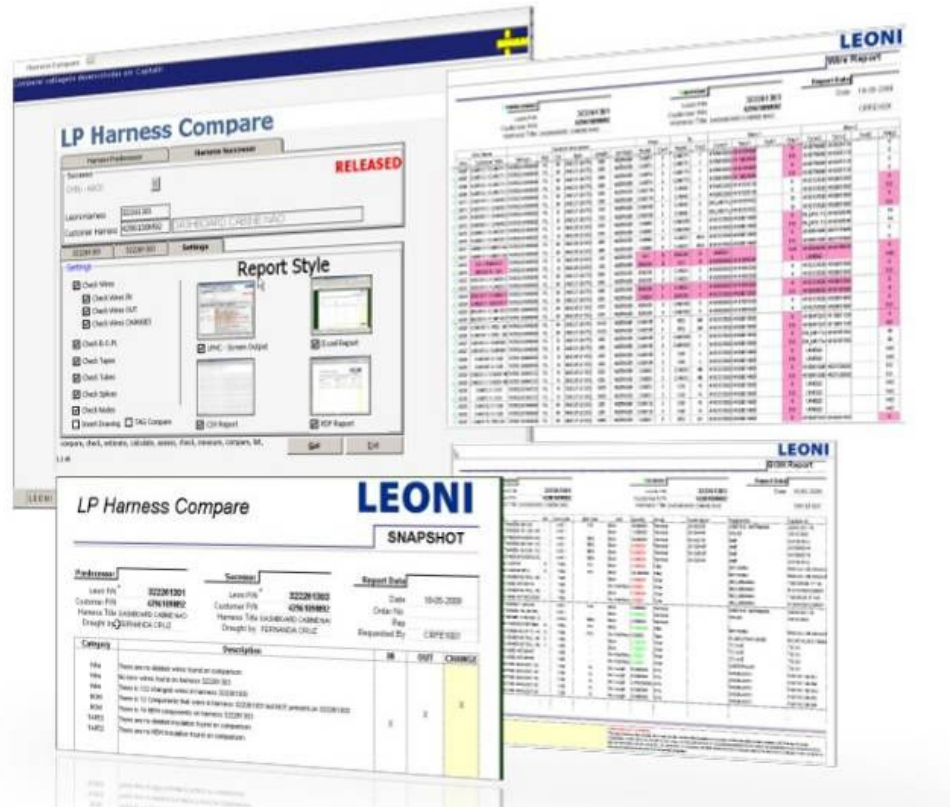


Figura 24 - Harness Compare

5. Pedido da produção para uma automatização e melhoria do processo de *shunts* (*SchunkLoader* – figura 25);

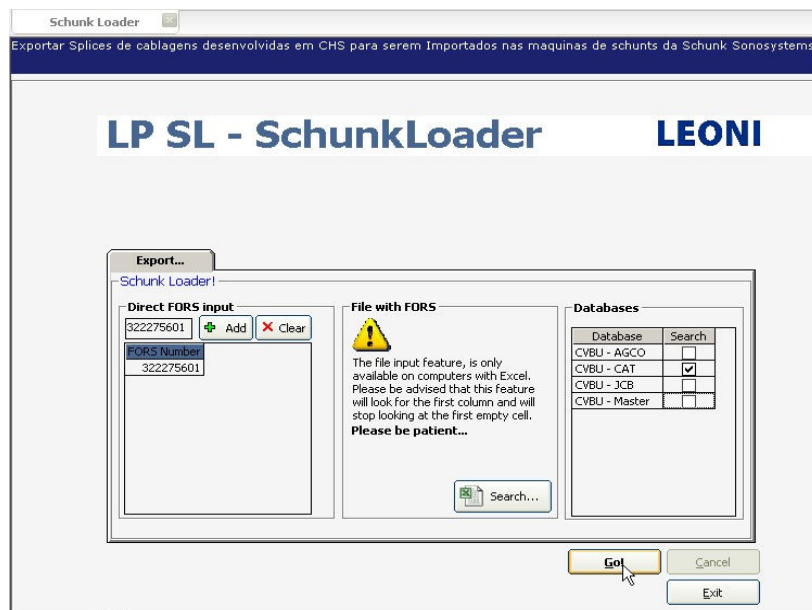


Figura 25 - ShunkLoader



6. Pedido de serviços técnicos para melhoria no processo de análise de novas ferramentas para cravações, aquando da entrada de novas cablagens por questões de falta de capacidade (*TSCrimp*).

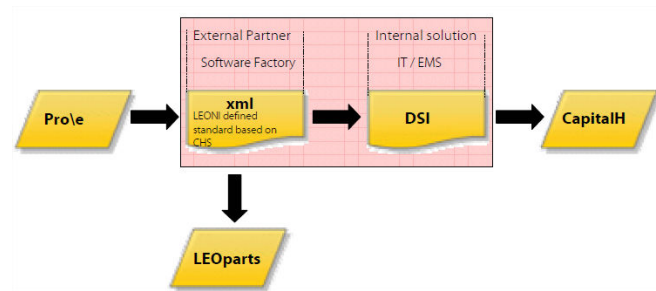
Seguidamente, procedeu-se à definição dos algoritmos, abrangendo todas as actividades que têm por objectivo a construção de funcionalidades no sistema, incluindo o interface directo com o CapH, as ligações com outros programas já existentes na empresa, a ligação dos vários departamentos (ao nível de transmissão de dados), a estruturação do processo, a verificação e a avaliação sob o ponto de vista funcional do *software*.

Durante a fase de apreciação, na qual se traçaram as linhas directrizes para as actividades que determinaram a continuidade do projecto, as conclusões indicaram que seria possível proceder a novos desenvolvimentos, com relevo na área de Engenharia e Serviços Técnicos e na integração e fluxo com processos de produção, potenciando as funcionalidades do módulo LPGT e acrescentando características específicas a este desenvolvimento em situações particulares, conduzindo, no limite, a um reforço da diferença no que diz respeito à forma de operar e apresentar o produto no mercado.

Pelo exposto no parágrafo anterior, optou-se por evoluir o conceito já desenvolvido, definindo novos objectivos precursores das optimizações possíveis de operar e detectadas após a primeira fase de avaliação. Uma vez estabelecida a sua exequibilidade, na prática observar-se-á um acréscimo na qualidade dos processos internos da empresa.

Neste sentido, foi definida a concepção e desenvolvimento dos seguintes *add-ons* para o LPGT, bem como de novas aplicações:

- Desenvolvimento do *software* de interligação (*ponte*) entre o *software* de modulação *3D Pro-Engineer* e o *CapH*, sendo composto por duas fases uma aplicação desenvolvida em C# ("C Sharp") e outra recorrendo a JAVA (figura 26);



**Figura 26 - Ponte entre o Pro-Enginner e o CapH**

- Geração de um *output* para a linguagem de maquinação (CNC) a partir de exportação de informação do *layman*, para o desenvolvimento de tábuas de montagem e contra-peças, sendo um sub-módulo integrado no *software* LayMan desenvolvido em *Visual Basic*;
- Desenvolvimento de novas funcionalidades no *Shunk Loader*, *Harness Compare*, *Where Used* e *TScrimp*, visando a sua optimização/evolução, com recurso à linguagem de programação *Visual Basic*;

Os *add-ons* (*Harness Compare* e *Where Used*), podem ser usados por outras empresas, desde que estas tenham o CapH ferramenta de desenho das cablagens.

Relativamente ao detalhe técnico de cada objectivo, desenvolveu-se uma estrutura lógica, configurando o esquema de funcionamento para cada tarefa associada e as respectivas metodologias. Esta actividade compreendeu todo um esforço de concepção e modelação das optimizações/evoluções na base de cada programa estabelecido.

O desenvolvimento do módulo culminou na construção de um sistema protótipo, posteriormente, vários testes ao nível funcional, mas também para avaliar o grau de interacção, importante quando se tenta averiguar o cenário de integração entre sistemas que se regem por pressupostos diferentes. Este processo acaba por ser iterativo na medida em que possibilita detectar possíveis falhas, anomalias ou incoerências no funcionamento/processamento da plataforma, assistindo na sua evolução e servindo como motor para descobrir novas relações e fenómenos técnicos na área de engenharia de processos. Na fase de testes, podem-se destacar os seguintes testes realizados:

- Sistema – com o intuito de executar o *software* sob o ponto de vista funcional, procurando erros de código;

- Avaliação do comportamento interno – todos os componentes do *software* (testes de condição, de fluxo de dados, de ciclos, entre outros);
- Integração – interligação, transferência de dados e compatibilidade com as restantes aplicações dos diversos departamentos;
- Funcional – introdução de dados e comparação dos resultados obtidos com os esperados;
- Ensaio – Durante a fase de ensaio foram detectados, erros de aproximação ao problema, pois a organização e forma de dados com que o *software* CapH está estruturado, cada cliente tem a sua Base de dados o que na óptica dos dados obriga a diferentes *indexes* e obrigou a uma reformulação das rotinas para fazer multi-acessos.

#### **4.4.3 LPSA**

##### **Descrição dos objectivos do módulo**

O presente módulo visa a melhoria substancial do processo de pré-confecção, de forma a permitir o controlo automático e *online* de todo o fluxo/qualidade do fio ao longo deste. Simultaneamente, pretende-se optimização e automatização total das operações manuais realizadas.

Assim, dadas as funcionalidades a desenvolver, pretende-se alcançar vantagens significativas, reflectindo-se em avanços técnicos, nomeadamente:

- Redução da área de utilização necessária;
- Fluxo de informação automatizado, eliminando o recurso a papel na área de pré-confecção;
- Integração de novos projectos sem que seja necessário aumentar a área de pré-confecção;
- Melhoria da eficiência do processo de controlo e monitorização dos cabos pré-confeccionados;
- Redução do tempo de entrega às linhas de montagem;
- Aumento considerável da flexibilidade processual;
- Controlo *online* de todas as operações realizadas;
- Maior polivalência dos colaboradores;

- Informatização e gestão do planeamento de *shunts* e cravações;
- Redução significativa nos recursos materiais e humanos utilizados;
- Elevada capacidade de organização;
- Redução/eliminação de erros;
- Consulta de registos *online*;
- Aumento da rastreabilidade do produto;
- Elevada capacidade de controlo da qualidade final do produto e da eficiência do processo de pré-confecção;
- Registo das cravações no posto de trabalho, por colaborador;
- Incremento de produtividade;
- Redução de *setups*;
- Modificação do processo de carregamento de novos shunts para automatização completa;
- Controlo e validação de ferramentas utilizadas no processo de cravação, de acordo com critérios pré-estabelecidos de engenharia e qualidade;
- Análise de capacidade de trabalho por posto;
- Distribuição de carga de trabalho por posto.

## **Desenvolvimento e Implementação**

Antes de iniciar o projecto, a área inerente aos procedimentos necessários na pré-confecção era de dimensões elevadas. Os seus registos eram feitos manualmente, o que se traduzia numa maior dificuldade em controlar a qualidade e eficiência de todas as tarefas e em tempos improdutivo que limitavam o desempenho global do processo. Acresce o facto de existir um elevado número de referências em curso em simultâneo (1100 referências activas) e uma elevada variedade de operações necessárias, aumentando consideravelmente a complexidade de análise e controlo de todo o processo.

Com esta visão, efectuou-se um levantamento das actividades inerentes ao processo de pré-confecção, com o intuito de identificar oportunidades de melhoria, de acordo com as limitações encontradas, como são exemplo:

**Cravação**

- Todos os registos são efectuados manualmente;
- Elevada probabilidade de ocorrerem erros;
- Fraca rastreabilidade;
- De difícil análise.
- Perdas de tempo na procura da ferramenta correcta para a combinação (terminal, fio).

**Picking**

- Processo manual;
- Dois tipos de separação de fios: *directs & Splices*.
- Área de grande dimensão e controlada manualmente (desorganização e falta de controlo)

**Entrancados e Shunts**

- Todos os registos eram realizados manualmente;
- De difícil análise.
- Potencial de erro muito grande.

**Moldagem e Solda**

- Elevada probabilidade de ocorrerem erros;
- Reduzida rastreabilidade;

**Operações Manuais**

- Uso de croquis destas operações podem estar desactualizados
- Reduzida rastreabilidade.

Por outro lado, todos os registos eram realizados de forma manual, implicando uma dificuldade acrescida no controlo da carga de trabalho, no uso das ferramentas correctas para o processo de cravação e, conseqüentemente, na validação destas e no tipo de material utilizado. Estas limitações surgem como consequência directa da grande variedade de combinações de ferramentas e materiais, pelo elevado número de operações manuais e pela inexistência de

alocação de trabalhos específicos a postos de trabalho (distribuição manual caracterizada por um consequente mau escalonamento da carga de trabalho). Acresce o facto do acesso à documentação das operações manuais se efectuar através do recurso e pesquisa de arquivo em papel, contendo uma elevada incidência de erros e a inexistência de controlo preciso sobre as operações.

Consciencializado da ausência de uma solução no mercado que representa-se uma melhoria/valia funcional ao processo, desenvolveu-se um módulo integrado da plataforma de interoperabilidade que respondesse da melhor forma às exigências internas e aos requisitos dos seus clientes.

### **Funcionalidades do Módulo**

Impulsionados por requisitos internos para aumentar a competitividade dentro do grupo, a LEONISCHE propôs-se a otimizar a pré-confecção, utilizando variadas tecnologias, baseadas em serviços funcionais, objectivando solucionar:

- A necessidade de aumentar a eficiência;
- O aumento do controlo de da pré-confecção/qualidade;
- Falta de meios para receber novos projectos.

Deste modo, a LP pretende dar resposta às limitações existentes, focando a investigação e desenvolvimento de novas e melhoradas soluções informáticas, através da concepção/implementação de várias funcionalidades presentes no módulo:

#### **Picking**

- Utilização de *scanner* no processo de *picking*;
- Alocação de *shunts* por célula (disponibiliza a informação da célula no monitor);
- Indicação da quantidade de referências finalizadas; nas referências que se encontram incompletas, indica o que se encontra em falta;
- Facilidade de verificação e rastreabilidade de todos os fios no processo de *picking*;
- Indicação do estado da referência na sub-asseblagem (quantos fios, por quem e quando);
- Rastreabilidade do fio - identificação do último posto de trabalho por onde passou o fio;

- Permite diversas separações: *shunts* (amarelo), entrançados (verde), injeção (azul), multicor (vermelho) e grupos (preto);
- Instruções de trabalho *online* (instruções sempre actualizadas);
- Distribuição por posto de trabalho, assinatura de processo por cablagem e notificação de inexistência de processo e/ou cablagem bloqueadas;
- Diminuição da área necessária recorrendo ao uso de células.

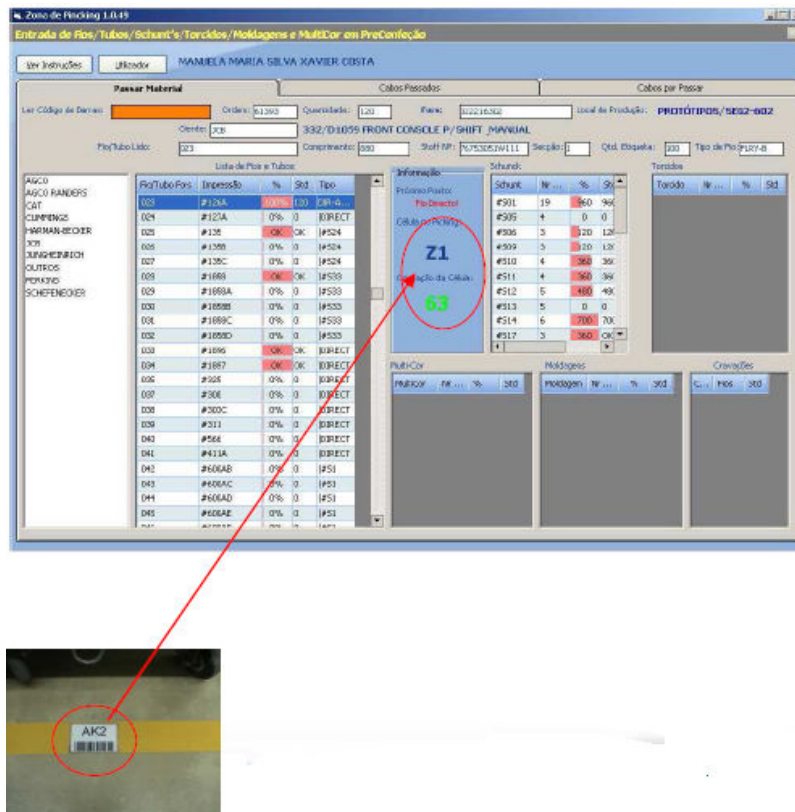


Figura 27 - Interface para separação dos fios por operação (PICKING)

### Cravação

- *Input* automático dos registos;
- Controlo e validação de ferramentas utilizadas no processo;
- Análise e informação da operação *online*;
- Controlo do tipo de material utilizado, indicando se este é o correcto.

### Entrançados e Shunts

- Toda a informação dos entrançados (*Twisted Pairs*) e *shunts* é registada para consulta;

- Controlo total dos registos;
- Rastreabilidade total disponível *online*.

### **Moldagem e Solda**

- Maior fiabilidade processual, com base na diminuição substancial dos erros e inconformidades, através da disponibilização do histórico de alterações processuais e da discriminação detalhada das acções a efectuar por operador/tarefa;
- Superior rastreabilidade (quantos, por quem e quando);

### **Operações Manuais**

- Maior rastreabilidade das operações realizadas;
- Diminuição das inconformidades e erros durante o processo;

Do mesmo modo, foram desenvolvidas funcionalidades integradas num conceito de melhoria contínua, nomeadamente ao nível de controlo da carga e capacidade de trabalho por posto de trabalho, registos de qualidade, rastreabilidade e cálculo da eficiência das operações a realizar. Assim, a informatização de toda a pré-confecção permite o controlo *online* da eficiência e o *status*/qualidade de qualquer referência e, aliada à introdução de novos algoritmos de decisão e optimização, com uma maior capacidade de resposta ao cliente.

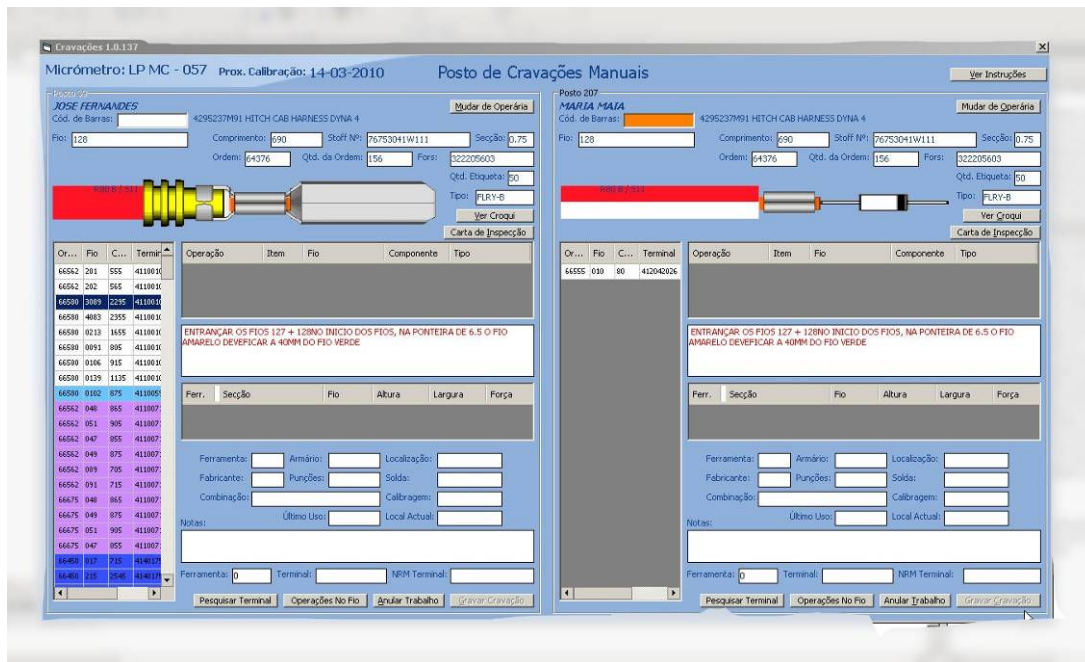
### **Execução do projecto**

O projecto teve início em 2009 com um levantamento da realidade existente na empresa, realizando diversas reuniões com os departamentos abrangidos, de forma a definir os procedimentos a seguir e requisitos a considerar, nomeadamente:

- Definir a equipa do projecto;
- Controlar o *status* da pré-confecção referente a cada cablagem;
- Definir as operações realizadas por cada posto de trabalho / *layout*;
- Levantamento de todas as operações de pré-confecção existentes;
- Definir a alocação / necessidade de ferramentas na pré-confecção;
- Levantamento dos registos de qualidade e de rastreabilidade;
- Análise de capacidade / carga da pré-confecção;
- Alerta da disponibilidade do material;



- Programa para registar e definir processos de pré-confecção:
  - ✓ Separação do Fio por operação (Fio directo, Shunts, Cravações, Moldagem, etc.)
  - ✓ *Software* para gerir e gravar *Shunts*;
  - ✓ Controlo por *scanner*, caso seja o *Shunt* correcto (todos os fios são digitalizados);
  - ✓ Definição de todas as operações e sequências a realizar no fio;
  - ✓ Criação do conjunto por referência;
  - ✓ Consulta dos registos de qualidade;
  - ✓ Total rastreabilidade das operações de pré-confecção (quem o fez, em que posto de trabalho foi feito e quando feito);
  - ✓ Alocação de terminais e operações por posto de trabalho;
  - ✓ Verificar *online* se a ferramenta está ocupada ou disponível;
  - ✓ Informação das operações posteriores disponível no final de cada uma das operações;
  - ✓ Todas as instruções de trabalho *online*;
  - ✓ Croquis de operações de pré-confecção *online*;
  - ✓ Eficiência *online*.
  
- Alteração de *layout*, de forma a aumentar a área de trabalho em alguns postos e concentrar postos da mesma categoria (Por exemplo: Na zona das Cravações um computador deverá servir para dois postos ou prensas, e o interface das cravações deve seguir esta condição (figura 28).
  
- Definição de processos (fluxo).



**Figura 28 - Interface Postos de Cravação Manuais**

Até ao momento, foram desenvolvidos com sucesso as diferentes funcionalidades, no entanto, é expectável uma continuidade ao projecto, com o objectivo de efectuar melhorias significativas ao nível do funcionamento e correcções de alguns pontos das aplicações desenvolvidas, complementar o trabalho iniciado e não concluído no ano transacto e introduzir novos módulos para outras operações do processo de pré-confecção.

Com base na experimentação dos módulos desenvolvidos anteriormente, procedeu a um novo levantamento de oportunidades de melhoria sobre as funcionalidades da aplicação. Esta actividade possibilitou a identificação da necessidade de melhorar, essencialmente, no *Picking*. Todavia, dada a intenção de controlar, monitorizar e informar sobre a totalidade das operações a realizar na empresa, abrangeu-se o levantamento a outros procedimentos, visando a integração de novas operações no processo de pré-confecção.

O módulo da sincronização, pode-se dizer que é ponto fulcral desta arquitectura, pois permite colocar na mesma base de dados informações vindas de distintas origem, e essenciais para o sucesso deste módulo. Como referido anteriormente, é através do FORS que são realizadas as encomendas de material, e toda a sua gestão. Nesse sentido, todo o material inerente a uma cablagem tem de estar todo identificado e separado por operação a realizar, para que mais tarde o módulo do LPSA possa reconhecer quais os matérias a usar em cada operação, assim como, os fios associados.

Desta forma, e com base nos dados obtidos, realizou-se uma análise exaustiva e estruturou-se e desenvolveu novos algoritmos de decisão e optimização especificamente direccionados para as acções a implementar, nomeadamente:

- Concepção e integração das funcionalidades:
  - Picking – Permite a separação dos fios directos para as linhas de montagem e para a pré-confecção (para o seguintes posto de trabalho), assignação dos fios/operação a uma célula na área de picking, Notificação de inexistência de processo e/ou cablagem bloqueadas. (Figura 27 - Interface para separação dos fios por operação)
  - Cravação – Suporta os postos de trabalho respectivos, concedendo informação detalhada sobre a operação a realizar, a ordem de trabalhos, para consulta do cálculo da eficiência do operador e posto de trabalho, de operações por realizar, ferramenta e terminais a utilizar durante a respectiva operação e referência, desvios ao processo inicial (alterações de ferramentas, terminais, etc.), rastreio de operações segundo a referência e componentes associados, entre outros (Figura 28: *Interface* Postos de Cravação Manuais, Figura 29: *Interface* de consulta de Cravações e Figura 30: *Interface* de Trabalho por fazer nas Cravações);

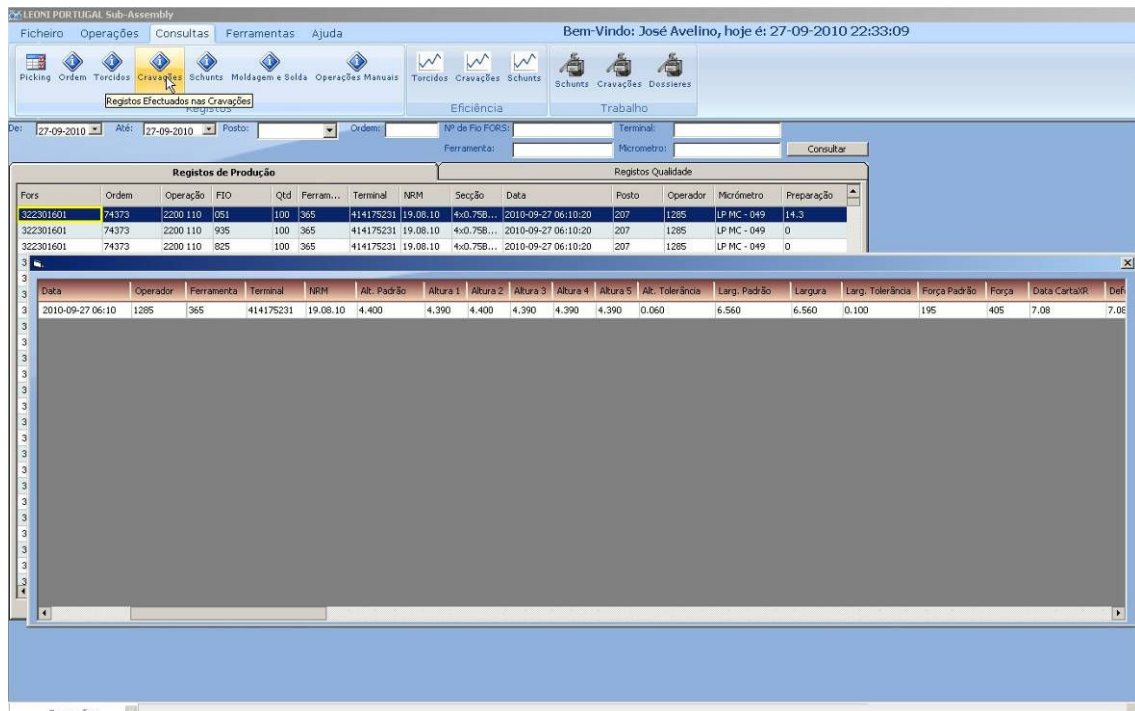


Figura 29 - Interface de consulta de Cravações

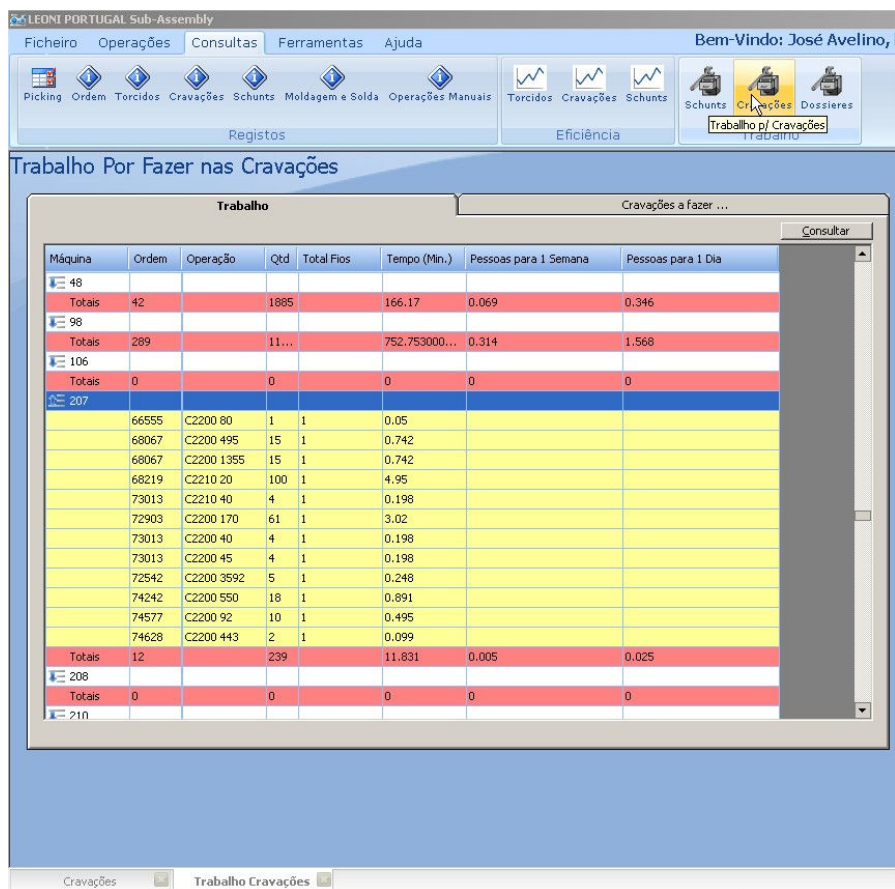
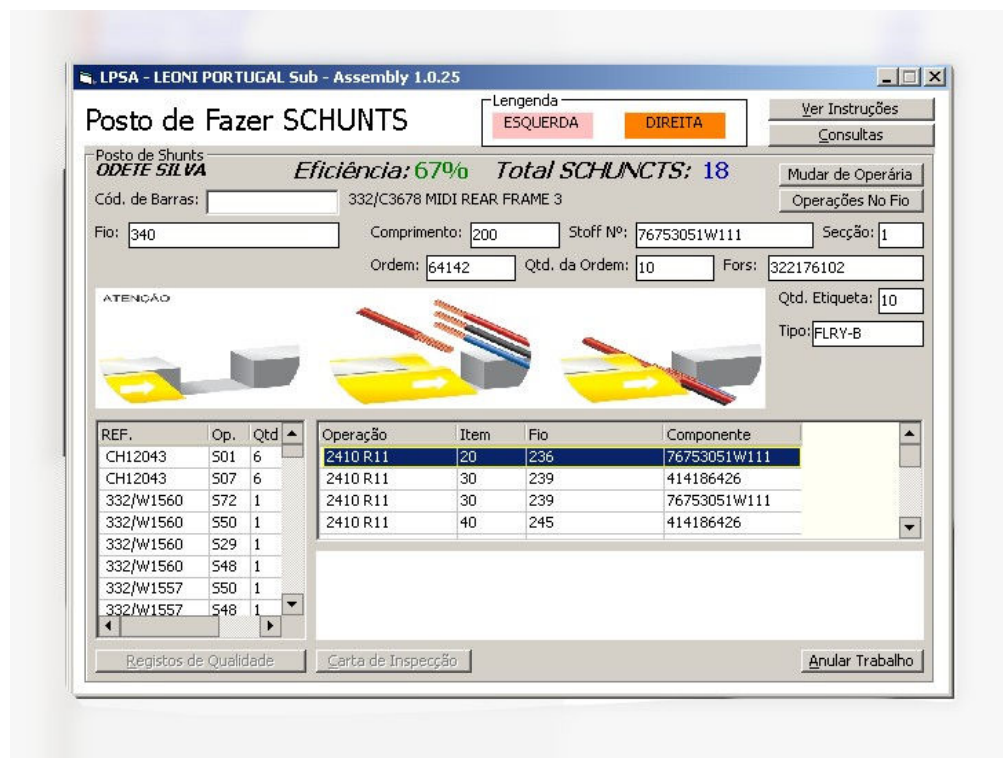


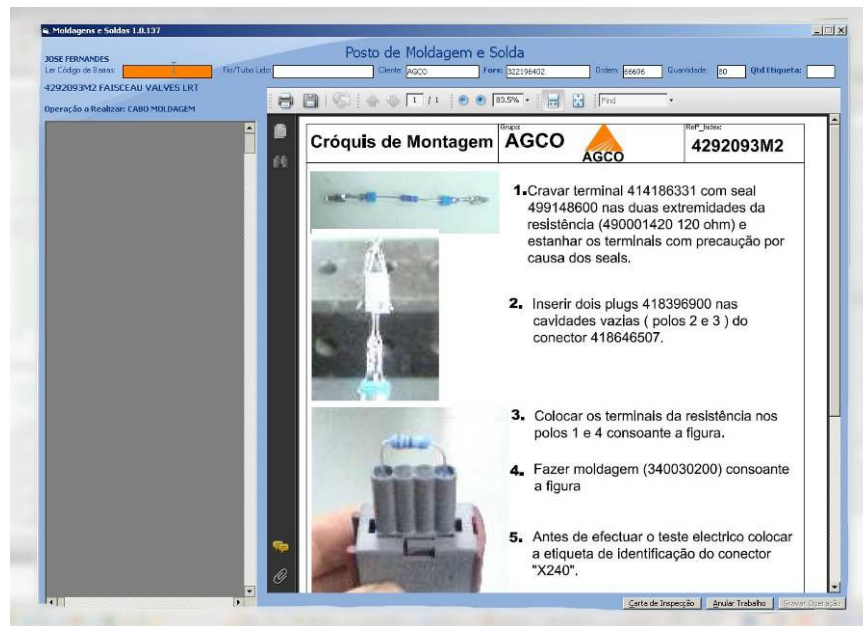
Figura 30 - Interface de Trabalho por fazer nas Cravações

- *Shunts* – Permite o registo rastreável e consulta do histórico das actividades inerentes ao processo - lista de fios, *status*, quantidade, o posto de trabalho, operário responsável pela sua execução, definição de secções de *shunts* por máquina carga de trabalho e a máquina afecta à sua realização; disponibiliza toda a informação ao operador sobre as acções a realizar, dando indicações dos passos de procedimentos a efectuar – material a utilizar, quantidade, definição de secções de *shunts*, *croquis* para *shunts* mecânicos, terminais substitutos, etc.; realiza o cálculo da eficiência, do tempo de preparação, de operações no fio e por equipamento (Figura 31: *Interface* Posto de fazer Shunts);



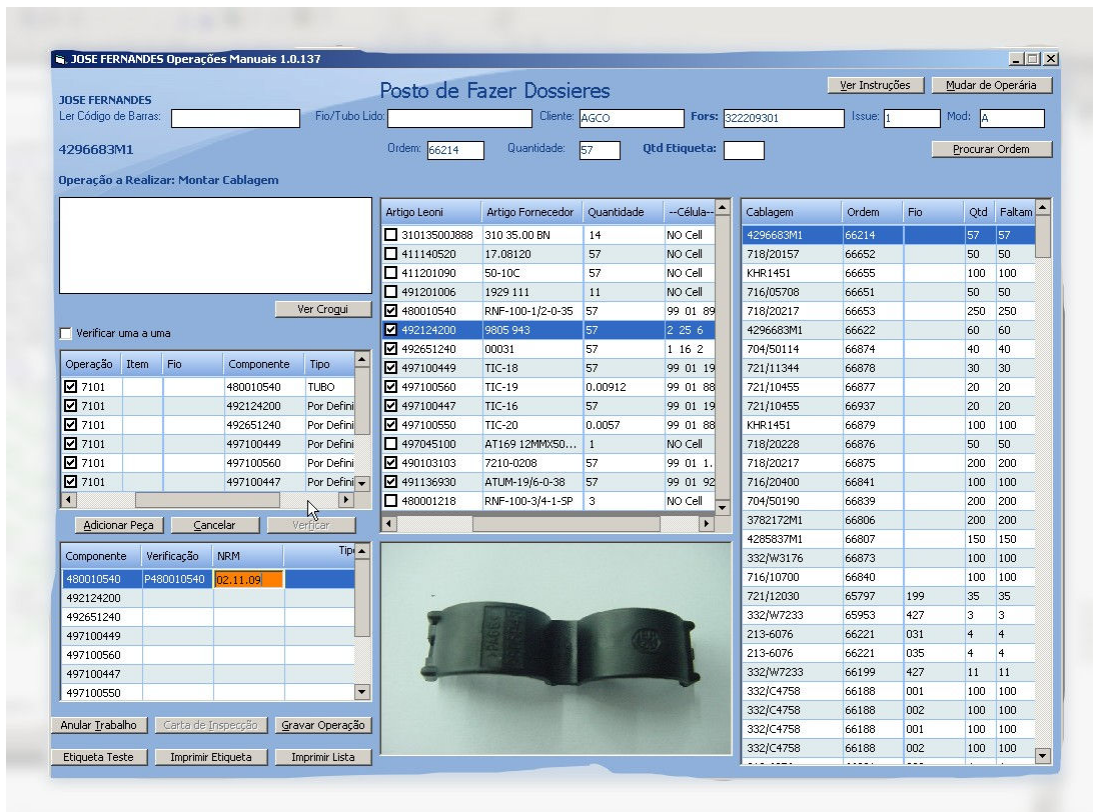
**Figura 31 - Interface Posto de fazer Shunts**

- Moldagem e solda – Possibilidade de consulta do *croqui* de montagem dos fios, com base na leitura do código da referência; identifica no sistema *FORS* todos os fios que vão para a moldagem, registos de qualidade e toda a informação inerente a esta tarefa (Figura 32: *Interface* Posto Moldagem e Solda);



**Figura 32 - Interface Posto Moldagem e Solda**

- Operações manuais – possibilitam a realização de um conjunto de tarefas associadas ao processo de montagem de cablagens (impressão etiquetas, envio e etiquetagem de cabos para testes, alterações às cablagens (por exemplo, dos componentes integrantes) tendo reflexo nos restantes módulos e postos de trabalho, e a consulta do tipo de operação realizada
- Controlo de dossiers – contém toda a vertente documental, com base em interface simplificada e acessível, permitindo a elaboração de dossier por referência, contemplando toda a informação de operações e componentes integrantes (relativamente a estes últimos, possibilita a visualização gráfica e de alterações durante o processo de montagem) (Figura 33: *Interface* de Posto de fazer Dossiers);



**Figura 33 - Interface de Posto de fazer Dossieres**

- Cálculo da Eficiência;
- Rastreabilidade do produto - permite o acompanhamento e a localização dos produtos, da produção à comercialização, através do registo, da identificação e da transmissão de informação relativa aos mesmos.

Ao longo da concepção das funcionalidades supramencionados, foram realizadas diversas melhorias contínuas pelo facto de, por vezes, a optimização ou alteração de funcionalidades/procedimentos só serem identificadas após a integração dos módulos no processo global.

O módulo LPSA engloba todos os conceitos mencionados anteriormente, sendo apenas realizado apenas um ficheiro executável. Cada posto de trabalho (Picking, Cravações, Entrançados, etc.) é identificado através de uma variável de ambiente (*Posto*), definindo assim, quais as funcionalidades executar em cada posto. Se variável de ambiente se encontrar vazia são executadas as funcionalidades disponíveis para os diversos departamentos, contudo, existem certas funcionalidades que apenas estão disponíveis para os responsáveis do sector da pré-confeção.

Depois de desenvolver as diversas funcionalidades em versão protótipo, de acordo com as exigências pré-determinadas e requisitos pretendidos, seguindo-se a execução de vários testes à aplicação e componentes experimentalmente desenvolvidos, com a finalidade de avaliar e detectar possíveis falhas e oportunidades de melhoria, entre os quais:

- Teste de avaliação do comportamento interno – visa analisar o comportamento de todos os componentes do módulo (testes de condição, de fluxo de dados, de ciclos, entre outros);
- Teste ao sistema – consiste na execução do programa sob o ponto de vista do utilizador e, através de *debugging*, detecção das falhas das diversas funcionalidades;
- Teste funcional – fornecimento de dados de entrada ao programa e comparação do resultado obtido com o esperado, sendo este previamente conhecido.

#### **Descrição dos resultados alcançados**

Deste modo, o presente projecto permitiu uma maior redução da utilização de papel na pré-confecção e do material em curso, a junção de todos os projectos realizados, a melhoria da traceabilidade do produto, o registo das garantias de qualidade e a eliminação de operações manuais.

Movidos pela procura contínua de soluções cada vez mais ajustadas às suas necessidades e caracterizadas por um elevado grau de excelência, e com o intuito de aplicar uma filosofia de melhoria constante dos seus processos operacionais, prevê-se a manutenção do módulo, introduzindo alguns ajustamentos e novas funcionalidades, corrigindo possíveis erros derivados, em grande parte, de eventuais desenvolvimentos pontuais. Complementarmente, prevê-se novos desenvolvimentos, que darão origem a novas versões do módulo, ao aparecimento de incertezas técnicas e à experimentação da introdução de funcionalidades. Neste âmbito, o desenvolvimento e integração de novas funcionalidades, contemplando as seguintes funcionalidades:

- Relatório de análise conforme necessidades pontuais;
- Análise global de todo o sector.



#### 4.4.4 LPMCS

##### Descrição dos objectivos do projecto

Este projecto vai permitir obter ganhos na eficiência e espaço de fabrico e reduzir o número de tábuas a utilizar.

Os resultados que se espera obter são:

- Aumento de 30% na eficiência;
- Aumento 50% de espaço fabril;
- Diminuição de 30% no número de tábuas.

Por último, uniformizar a produção de cablagens de baixo volume.

##### Desenvolvimento e Implementação

O processo de montagem de cablagens é uma operação que, normalmente, é pouco automatizada. A LEONI Portugal recorria a tábuas e postos fixos de montagem (figura 34), que permitiam apenas montar e testar uma única referência.

Com a entrada no sector dos veículos comerciais, passou a existir uma grande variedade de referências com baixo volume de produção.

Esta particularidade, para além de aumentar os tempos de *setup*, fazia com que fosse necessário ter muitas tábuas e uma grande quantidade de matérias-primas junto das linhas de montagem.

Durante a fase de teste, recorria-se constantemente ao desenho técnico da cablagem, de forma a confirmar as especificações da mesma. Complementarmente, não existia uma metodologia e mecanismos associados que permitissem conceder informação sobre o procedimento de teste por equipamento, de modo a disponibilizar uma visão clara do estado e usabilidade dos equipamentos inerentes.

Dada a grande quantidade de referências a gerir, o processo produtivo era pouco transparente, o que dificultava o controlo e rastreabilidade do produto.

A produção de pequenas séries apresentava diversos inconvenientes e originava grandes limitações ao nível de recursos.

A quantidade de referências de circuitos automóveis tem vindo a crescer substancialmente, o que originou mais informação e dados que necessitam de ser tratados de forma a assegurar coerência, monitorização e capacidade de análise de toda a organização.

Do mesmo modo, o processo de planeamento, quer na área protótipos/amostras, como na preparação da produção de cablagens era bastante ineficiente e moroso, ou seja, este, para além de se efectuar manualmente, impossibilitava a centralização da informação e a actualização dos dados de modo coerente. Assim, ocorriam problemas ao nível do fluxo de informação, uma vez que esta era facilmente alterável, vulnerável a erros humanos e não havia capacidade para guardar os históricos de alterações, reposições e reparações de material.



**Figura 34 - Posto fixo de trabalho**

Apesar do processo de montagem de cablagens ser muito idêntico entre empresas do sector, o sistema utilizado pela LEONI distinguia-se da concorrência, pela especificidade dos produtos que produzia.

Para conseguir responder com eficiência às exigências dos clientes, foi necessário alterar o processo produtivo utilizado. A produção de pequenas séries apresenta bastantes inconvenientes e traz muitas limitações ao nível de recursos. Entre essas limitações estão:

- Postos fixos de montagem pouco flexíveis;

- Baixa eficiência;
- Necessidade de grandes áreas e stocks;
- Tempos de *setup* elevados;
- Elevado número de tábuas de montagem;
- Controlo de eficiência e estatístico deficiente;

A introdução do novo processo produtivo veio permitir à LEONI aumentar a sua eficiência e conseqüentemente a sua área fabril.

Este projecto permitiu a produção de cablagens de baixo volume recorrendo ao um processo de linha de montagem (figura 35), em detrimento de um posto fixo.



**Figura 35 - Linha de montagem de dupla face**

Sendo a qualidade do produto acabado um factor cada vez mais importante para os seus clientes, houve a necessidade de informatizar todo o processo. Passou a haver um controlo “*on-time*” da eficiência (figura 36), assim como todas as fases, desde o planeamento até ao empacotamento.



**Figura 36 - LCD com informação de controlo de produção e eficiência**



**Figura 37 - Etiqueta com todas as informações de fabrico para controlo de rastreabilidade**

Após leitura do código de barras (figura 37), toda a informação acerca do produto está acessível. Este permite visualizar o desenho técnico através do LPDV, informações sobre desvios e histórico da qualidade, e lançar de forma automática o programa de teste eléctrico.

Toda a informação recolhida ao longo do processo é arquivada numa base de dados e está disponível para todos os colaboradores da empresa. Assim, estabelece-se um canal de comunicação entre os diversos departamentos, ficando, deste modo, as informações relativas às fases do processo produtivo actualizadas automaticamente, permitindo quantificar a eficiência do sector (figura 39), os tipos de defeitos mais sucedidos (figura 38), os tempos de re-trabalho e a visualização de cada área referente ao estado das cablagens.

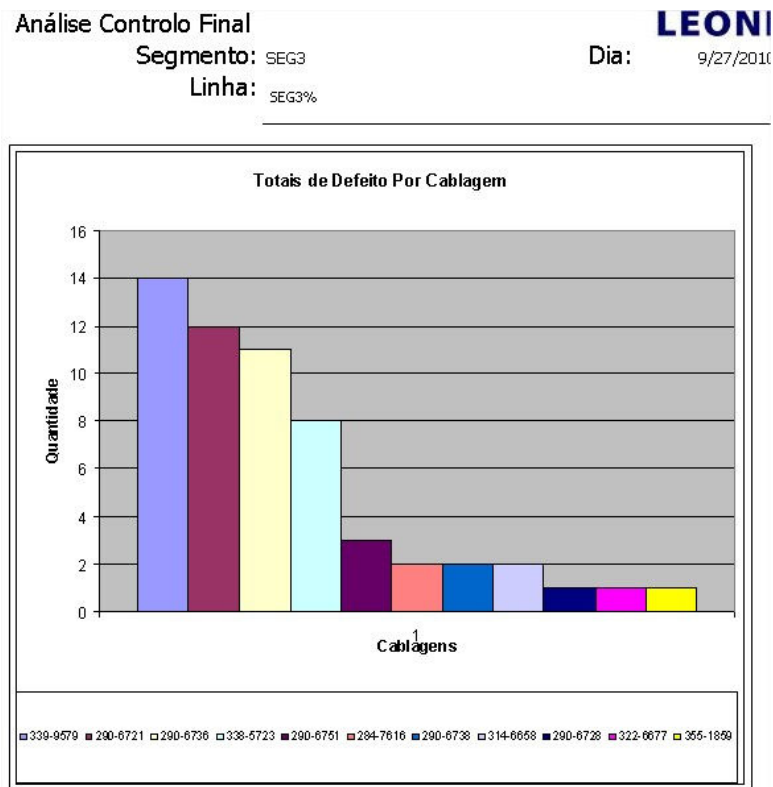


Figura 38 - Gráfico com o total de defeitos por cablagem

Relatório de Produção - Eficiência  
 LPMCS Multipart Carousel System

Local	Data	Cablagem	Produzido	Nº de Fios	Horas Efectuadas	Horas Produzidas	Eficiência
SEG3SEG3-679	1038 Sex	290-6736	16	1280	240	278	115.83
		290-6787	0	0			
		290-6799	0	0			
		290-6738	9	495			
		355-1859	19	475			
SEG3SEG3-679	1038 Sab	213-6051	38	760	160	185	115.63
		213-6055	1	29			
		284-7616	7	588			
		CH12042	0	0			
		305-0632	0	0			
		338-5723	11	1089			
		339-9579	20	680			
SEG3SEG3-679	1039 Seg	290-6736	21	1680	240	190	79.17
		290-6787	0	0			
		290-6738	11	605			
		355-1859	23	575			
		213-6051	60	1200			
		284-7616	21	1764			
		305-0632	32	1088			
		338-5723	19	1881			
		339-9579	9	306			
		290-6728	33	1023			
		290-6736	43	3440			
		290-6787	18	864			
		290-6799	30	1170			
		290-6738	4	220			
		355-1859	8	200			
				11120			
				11688			
				105.11			
				730			

Figura 39 - Listagem da eficiência alcançada

**Definição de conceito produtivo**

A utilização de postos fixos de montagem não permite rentabilizar os recursos existentes. A sua substituição por um processo de linha de montagem vai permitir melhorar o desempenho e ao mesmo tempo libertar espaço na área produtiva. Optou-se por um sistema modular, em que cada tábua mestra pode receber várias referências. As tábuas mestras permitem adaptar vários módulos conforme as referências a fabricar. As referências são identificadas com um código de barras e têm sempre estampado na face o layout de montagem da cablagem a fabricar. Todo o processo é controlado desde o planeamento até ao empacotamento através do LPMCS.

Fases do processo:

- a) Lançamento de ordem de produção*
- b) Planeamento, Tábuas de montagem e Produção*

O LPMCS através do módulo de sincronização, verifica as quantidades semanais a produzir satisfazendo as necessidades dos clientes introduzidas no FORS através de EDI (ver secção 2.5.2). A distribuição das cablagens é feita por linha de montagem tendo em conta as quantidades mínimas de produção e segundo uma análise de capacidades (ver figura 40). Posteriormente há um planeamento sequencial diário por linha de montagem.

**Análise de Capacidades**

Plano de Expedição

Capacidade vs Carga

Carga no Teste Eléctrico

Ano: 2009 Sem: 48 Proposta: 00EXPED020W48 FORS Adicionar Cablagem Eliminar Proposta Exportar Consultar

Ano/Sem...	Proposta	Linha	Referência	FORS	Pedido	3	P1	Confirmação	Tempo Conf.	Nº Pessoas	Tempo Pedido	Nº Pessoas	Tempos C/Stock	Pessoas
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4277241M93	322138704	12	0	12	0	0,000	0,000	12,997	0,325	0,000	0,000
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4277243M93	322138804	8	0	8	0	7,418	0,185	7,418	0,185	7,418	0,185
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4282403M92	322157102	60	0	0	0	0,000	0,000	14,098	0,352	14,098	0,352
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4282944M2	322213803	182	9	0	182	84,490	2,112	84,490	2,112	80,312	2,008
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4288211M2	322193402	21	0	21	0	0,000	0,000	15,152	0,379	0,000	0,000
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4288212M2	322193502	0	0	14	0	9,541	0,239	0,000	0,000	0,000	0,000
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4291436M2	322138303	150	0	100	0	66,358	1,659	99,536	2,488	99,536	2,488
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4291438M2	322138904	92	0	0	0	0,000	0,000	80,055	2,001	80,055	2,001
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4291439M2	322139205	6	0	0	6	6,929	0,173	6,929	0,173	6,929	0,173
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4295066M9	322278701	32	0	0	21	9,236	0,231	14,075	0,352	14,075	0,352
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4296108M93	322276701	160	1	0	150	436,700	10,918	465,813	11,645	462,902	11,573
200948	A-NOVO...	SEG4-599	4296110M92	322261403	8	0	0	0	19,187	0,480	19,187	0,480	19,187	0,480
<b>SEG4-599 Total</b>					<b>931</b>	<b>34</b>	<b>33</b>	<b>524</b>	<b>169,086</b>	<b>16,728</b>	<b>1061,086</b>	<b>26,526</b>	<b>994,996</b>	<b>24,874</b>
200948	A-NOVO...	SEG4-OU	3013029M91	322160101	200	0	0	0	0,000	0,000	1,583	0,040	1,583	0,040
200948	A-NOVO...	SEG4-OU	3013707M1	322210901	100	0	0	0	0,000	0,000	1,251	0,031	1,251	0,031
200948	A-NOVO...	SEG4-OU	3013708M1	322211001	32	0	0	0	0,000	0,000	0,400	0,010	0,400	0,010
200948	A-NOVO...	SEG4-OU	4295561M1	322209501	100	0	0	0	0,000	0,000	1,251	0,031	1,251	0,031
200948	A-NOVO...	SEG4-OU	4295870M1	322209601	50	0	0	0	0,000	0,000	0,625	0,016	0,625	0,016
<b>SEG4-OU Total</b>					<b>482</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5,735</b>	<b>0,144</b>	<b>5,11</b>	<b>0,128</b>
<b>TOTAL GERAL</b>					<b>7447</b>	<b>222</b>	<b>265</b>	<b>2861</b>	<b>1060,306</b>	<b>26,508</b>	<b>2962,124</b>	<b>74,053</b>	<b>2735,273</b>	<b>68,381</b>

**Figura 40 - Análise de Capacidades**

Após recepção da ordem de produção, selecciona-se a tábua indicada. As tábuas de montagem encontram-se identificadas através de códigos de barras (figura 41). Isto permite saber que cablagens estão em linha e identificar as cablagens a produzir. A informação recolhida pelo código de barras permite definir de uma forma automática a velocidade da linha e a etiqueta de identificação.

A existência de linhas de dupla face vai permitir mudar de tábua sem ter de parar a linha, mas também, produzir cablagens (saída das cablagens) através das duas extremidades da linha. No entanto, foi necessário definir prefixos nos leitores de códigos de barras de modo a identificar o lado de saída de cablagens. Esta identificação também é importante nomeadamente na atribuição de defeitos no teste eléctrico, tais como, troca de pólos, terminais danificados, etc.

Atendendo à grande variedade de referências na estante, foi necessário fazer a correspondência de estante/linha através de um sistema de cores.

Após a montagem do cabo, é impressa uma etiqueta de identificação (figura 37) que permite o seu rastreio. Esta etiqueta contém informações relativas à mesa de teste a utilizar, e assegura a contagem das cablagens bem como o controlo das ordens de produção.



**Figura 41 - Etiquetas de identificação de tábua**

Todas as informações sobre o estado das ordens e defeitos nas cablagens são facultadas aos operários, através de um ecrã LCD, em tempo real (figura 36).

*c) Controlo de qualidade e teste*

Através do sistema LPDV é possível visualizar os desenhos técnicos sem necessitar de consultar a cópia em papel. De igual forma, permite ao operador visualizar o relatório dimensional e respectivo histórico. Após a medição positiva dá luz verde ao teste eléctrico.

Ao ler a etiqueta de produção, o programa de teste é carregado automaticamente. Todas as falhas encontradas são divulgadas ao operador através do LCD colocado na linha. Se o teste for bem sucedido, é libertada uma etiqueta verde de aprovação. Se a cablagem não for testada o empacotamento é bloqueado.

Sempre que é necessário, reparar, verificar, ou efectuar algum desvio no processo produtivo, é necessário efectuar o acompanhamento de todo o processo inerente ao registo, com alertas automáticos inter-departamentais (através de e-mail), de controlo das cablagens que tiveram desvios ou sofreram reparações, combinando em alterações técnicas ao nível do produto e/ou processo (figura 42).



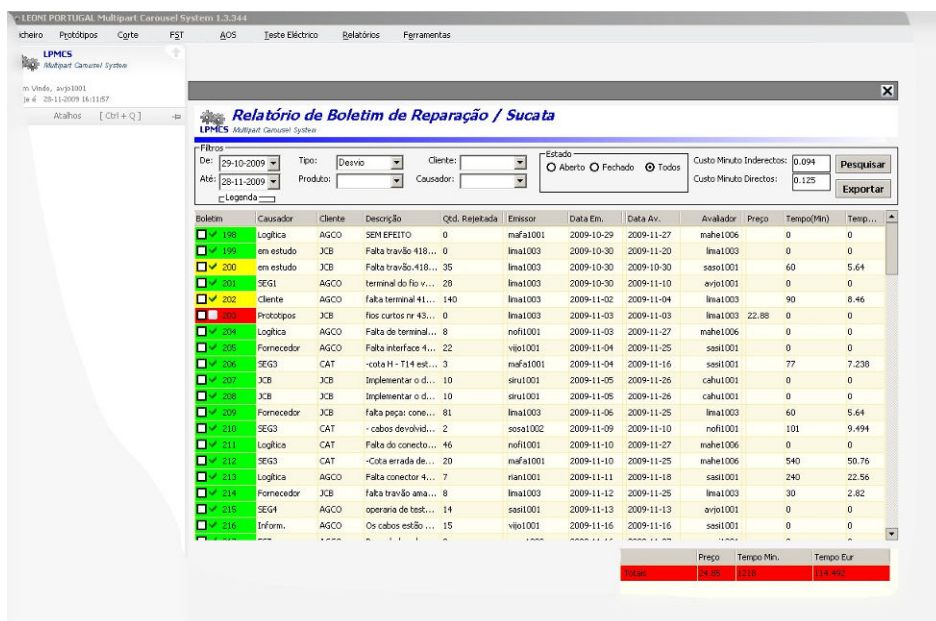
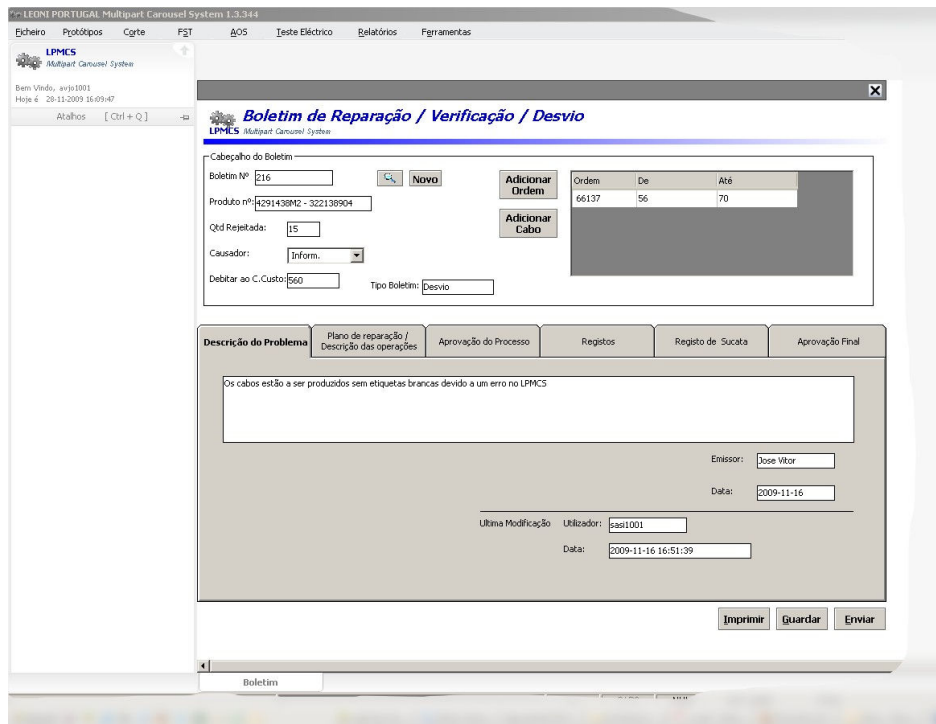
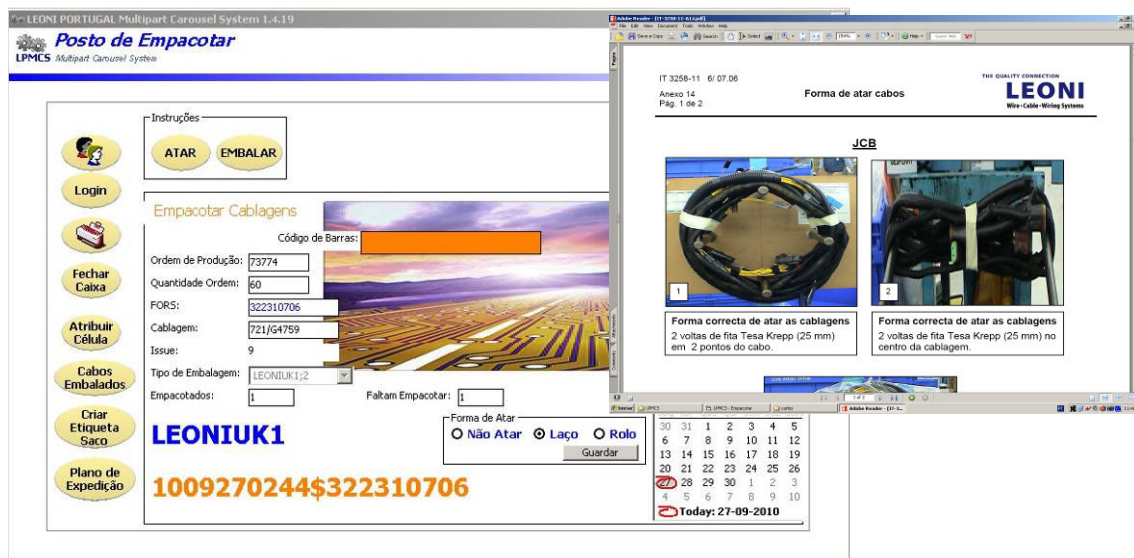


Figura 42 - Acompanhamento de desvio de processo e reparação

d) Empacotamento

Ao chegar à fase de empacotamento, dá-se a leitura do código de barras proveniente da etiqueta de produção. As instruções de empacotamento e as quantidades a empacotar por caixa podem ser consultadas (figura 43).



**Figura 43 - Interface do Empacotamento e Informação disponibilizada sobre empacotamento através do LPMCS**

Quando se identifica uma nova caixa é impressa uma etiqueta com códigos de barra. Este código de barras permite certificar que a cablagem atada e identificada pertence à caixa em questão. Nesta fase fica assegurada a contagem das cablagens e a sua rastreabilidade (figura 44).



**Figura 44 - Empacotamento – leitura de código (Confirmação da Caixa)**

### Implementação de área piloto

Definido o processo, iniciou-se a implementação do projecto LPMCS. Foi seleccionada a linha 598 como linha piloto (figura 45). A linha foi modificada de forma a garantir que as etapas definidas no ponto anterior fossem cumpridas. Foi necessário desenvolver o módulo que garanta a interligação entre todas as fases do processo (planeamento, produtivo, controlo de qualidade,

teste eléctrico, empacotamento e reparações) e que disponibilize todas as informações necessárias, tanto para o operador como para os supervisores.

A implementação da linha piloto passou pelas seguintes fases:

- a) Identificação e posicionamento das várias referências na linha de montagem;
- b) Identificação e separação de material por cores;
- c) Identificação das tábuas através de códigos de barras. Estes códigos permitiram identificar a referência da tábua e controlar o momento de entrada e saída da tábua na linha;
- d) Identificação individual das cablagens recorrendo ao uso de código de barras. Irá permitir o seguimento e rastreabilidade da cablagem;
- e) Instalação de todo *hardware* (computadores, impressoras, leitores de códigos de barras e print servers) e *software* (LPMCS), tanto na linhas de produção, como nas mesas de teste eléctrico, inspecção métrica, reparações e empacotamento.
- f) Linha de dupla-face. Permite um *setup* rápido das linhas de montagem.

No que respeita ao funcionamento das linhas de montagem de cablagens, procedeu-se à sua automatização, através do recurso e introdução de autómatos que controlam a velocidade de movimento das mesmas, bem como a tomada de tempo por posto. Neste contexto, cria-se um sincronismo entre operações, eliminando-se tarefas sem valor acrescentado, como por exemplo a de um operador específico para constantemente, assim que terminados os procedimentos de cada posto, “carregar no botão” para avançar a linha. Complementarmente, obtém-se maior produtividade, dado que a linha adianta-se em concordância com os tempos médios para execução das tarefas em causa.

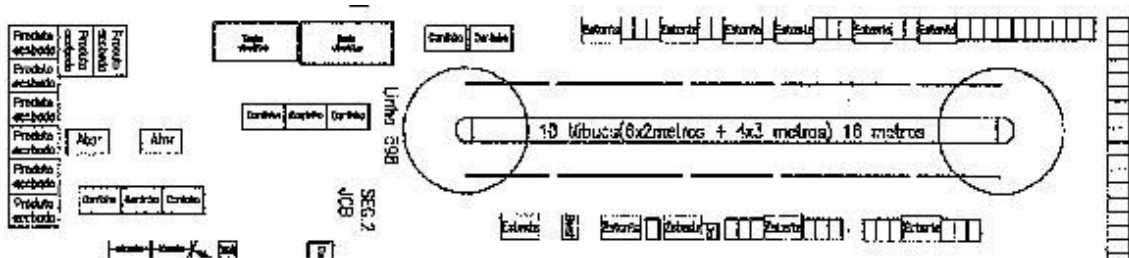


Figura 45 - Layout da área Piloto

Concluída a alteração da linha piloto deu-se início à fase de testes. Esta foi crucial para garantir o bom funcionamento do sistema pois permitiu detectar e corrigir alguns erros. Após a validação de resultados, a linha piloto foi aprovada e ficou pronta a produzir. Posteriormente, foi efectuada uma auditoria interna que permitiu identificar pontos de melhoria e pequenos problemas que não foram detectados na fase de teste.

#### 4.4.5 LPFI

##### Descrição dos objectivos do projecto

Este projecto tem como objectivo dar continuidade à rastreabilidade do produto na inspecção final, por outro lado vai permitir eliminar papel e gerir reclamações.

A gestão do skip-lot (quantas cablagens inspeccionar por lote) não era gerida de forma eficiente, uma vez que, toda a gestão era realizada manualmente, nesse sentido, este módulo ira colmatar a ineficiência existente neste sector, e assegurar que os produtos acabados estão em conformidade com os requisitos especificados antes do armazenamento e expedição.

Q. Lote	Controlo Reduzido	C-D	Controlo Normal	C-D
2 - 8	2	0-1	2	0-1
9 - 15	2	0-1	2	0-1
16 - 25	2	0-1	3	0-1
26 - 50	2	0-1	5	0-1
51 - 90	2	0-1	5	0-1
91 - 150	3	0-1	8	0-1
151 - 280	5	0-1	13	0-1
281 - 500	8	0-1	20	0-1
501 - 1200	13	0-1	32	0-1
1201 - 3200	20	0-1	50	0-1
3201 - 10000	32	0-1	80	0-1
10001 - 35000	50	0-1	125	0-1

C = Numero de peças com defeito para aceitar o lote  
D = Numero de peças com defeito para recusar o lote

#### Figura 46 - Controlo segundo a DIN ISO 2859, parte 1, nível de controlo I, AQL determinado : 0,10

O controlo final deve garantir a mínima de controlo, que é dependente da quantidade fornecida diariamente, assim como, seguir o algoritmo de inspecção (ver figura 46 e 47).

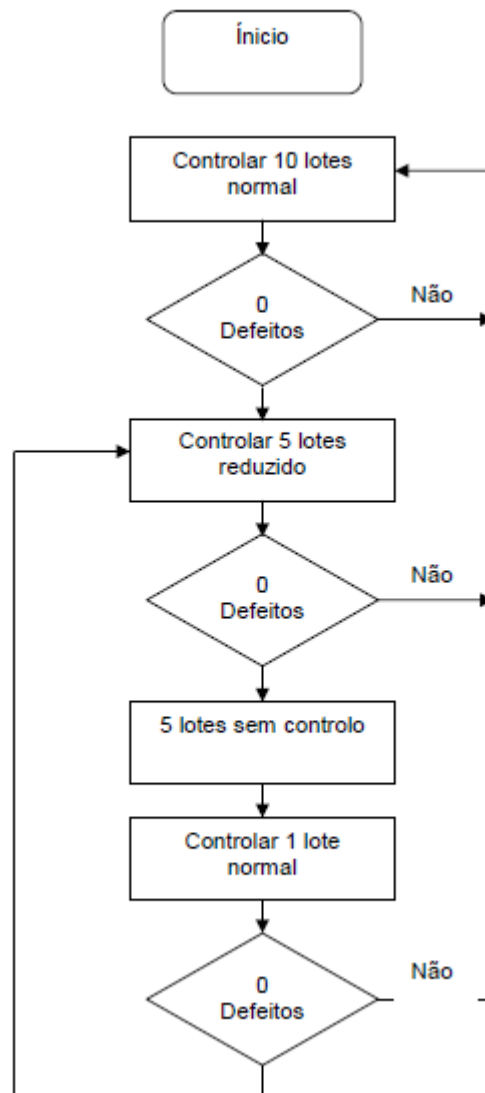
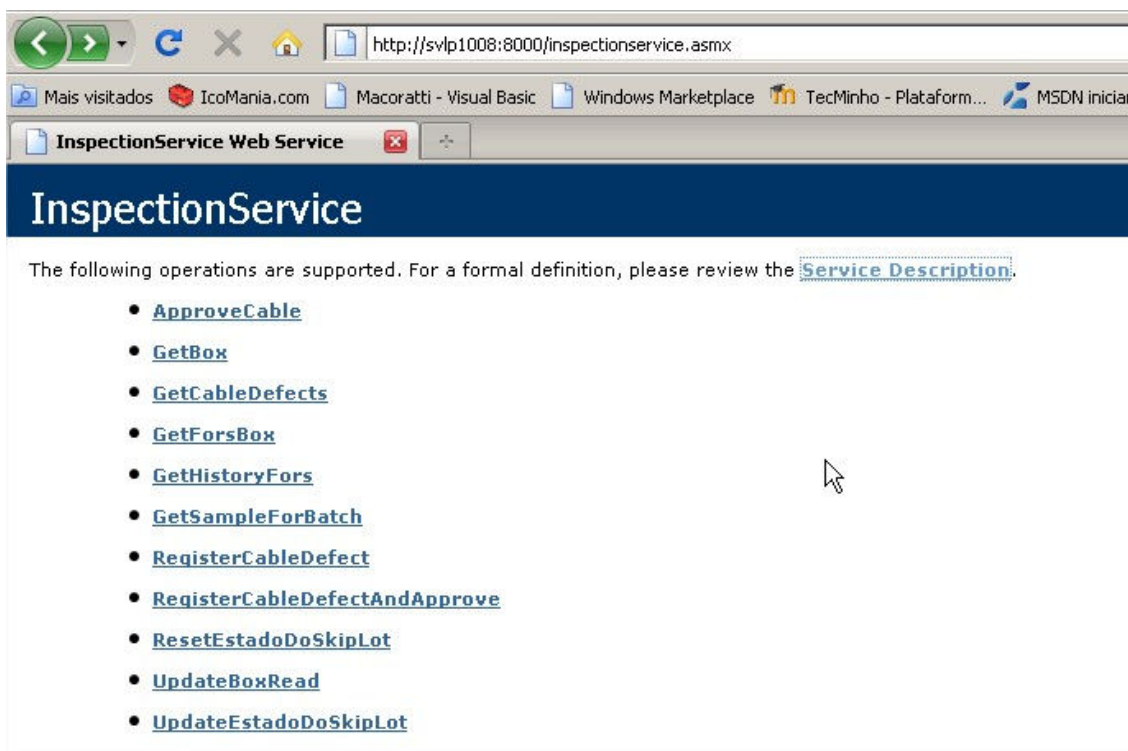


Figura 47 - Algoritmo para o Skip-Lot

## Desenvolvimento e Implementação

Quando se iniciou este projecto, pensou-se logo que seria necessário desenvolver uma aplicação móvel, pois, a forma como se realiza a inspecção final e existindo várias zona de inspecção era necessário dar mobilidade aos funcionários que executam estas tarefas.

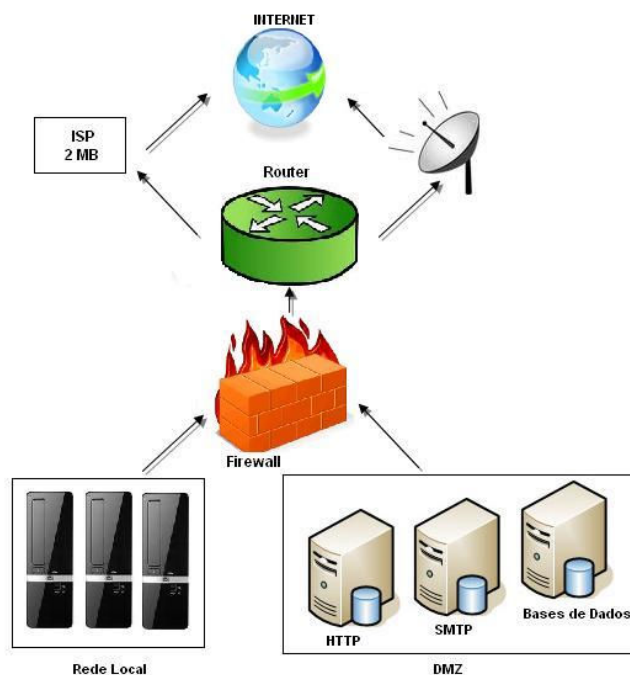
Contudo, era necessário dar continuidade ao histórico da cablagem, identificando esta fase como mais um ponto de controlo. Assim, foi inevitável estabelecer uma ligação entre o LPMCS e o LPFI, ou seja, a interoperabilidade. Esta integração é realizada à custa de um web service (figura 48), onde foram definidos os métodos necessários para que o módulo da inspecção final desempenhasse os requisitos pré-estabelecidos.



**Figura 48 - Web Service da Inspecção Final**

Todo o projecto foi desenvolvido em C# (C Sharp) tanto o cliente com serviço Web. O ambiente de desenvolvimento foi a ferramenta Microsoft Visual Studio 2008, juntamente com *Windows Mobile 5 Pocket PC SDK (Software Development Kit)* que permite desenvolver aplicações para dispositivos moveis, tendo em primeira instância iniciado com a aplicação móvel seguindo as especificações funcionais no projecto, e em paralelo foi desenvolvido o serviço que permite responder à aplicação. Contudo a gestão do Skip-lot, reclamações e relatório de inspecção é tudo realizado através do LPMCS. O Web Service permite a integração entre as diferentes aplicações (LPFI e LPMCS), para tal, utiliza a linguagem universal XML para enviar e receber dados.

O serviço foi alojado num servidor pertencente a uma DMZ (**DeMilitarized Zone**), com o intuito de manter os serviços (http, SMTP - Simple Mail Transfer Protocol, SGBD, entre outros) separados do acesso externo da rede local, evitando assim o acesso a serviços invasores (ver figura 49). Para realizar o controlo de acessos entre a rede local, internet e a DMZ é necessário configurar uma Firewall.



**Figura 49 - DMZ na Leoni Portugal**

A aplicação móvel foi desenvolvida sobre o conceito de usabilidade, de modo, a que os utilizadores tirem o máximo de rendimento desta, assim como, tendo em consideração os diferentes cenários (diferentes tipos de caixas e cablagens).

A fase de teste foi fundamental para depurar certos erros que em ambiente de desenvolvimento são explícitos por quem desenvolve, mas em ambiente de teste ou real, tornam-se obscuros e um entrave para quem utiliza a aplicação, nomeadamente, a interacção com o utilizador, ou seja, quando o utilizador está a efectuar a leitura do lote e se eventualmente aparecer alguma mensagem (por exemplo na comparação da etiqueta do LPMCS com a do FORS), o utilizador não se apercebe, pois ao ler o próximo código de barras o PDA emula um *enter* na mensagem de texto. Neste sentido, foi necessário incorporar um procedimento para que o programa só avance para o próximo passo depois do consentimento do utilizador.

## Procedimentos para a inspecção final

### Etiquetas de identificação das embalagens



As embalagens são identificadas com duas etiquetas antes do armazenamento.

Estas são colocadas sobrepostas

**a)**

Referência: 4288210M3	FORS: 322193302	LEONI PORTUGAL
Quantidade: 6	Data FFO: 2010.03.26	
Tipo de Caixa: LEONIUK4	Imprimido Por: avjjo1001	
CAIXA: 1003250217432193302		

**b)**

721 / 12522	LEONI SCHE PORTUGAL
Issue: 1	
FORS: 322137801	
JCB	
QT=1	

Etiquetas LPMCS

Etiqueta FORS

#### Etiqueta LPMCS

Gestão no âmbito do LPMCS. É colocada pelo atador.

Quando na etiqueta aparece o símbolo Livre QM, tal significa que as cablagens contidas na embalagem não são sujeitas a inspecção e podem seguir directamente para a área marcada a verde

- a) Etiqueta LPMCS comum
- b) Etiqueta LPMCS para sacos Heavy Prod da JCB

Atenção, como referido na primeira imagem em cima, no processo é aplicada uma segunda etiqueta (FORS) por cima da etiqueta LPMCS. Assim por uma questão de reconhecimento do estado do produto a etiqueta FORS é carimbada com “APROVADO QM” e nesta condição pode ser



**Processo de inspeção (LPFI) com integração no LPMCS**



1 – PDA -Ferramenta utilizada no processo de inspeção



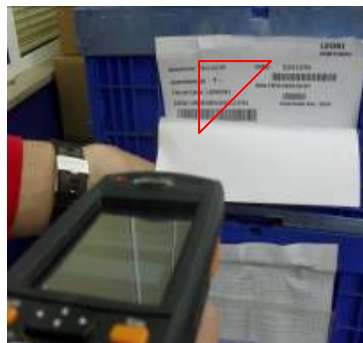
2 –Introduzir nº ID do inspector



3 – Menu para seleccionar modo inspeção



4 – Menu para confrontação etiquetas LPMC vs FORS –ver fotos 5 e 6



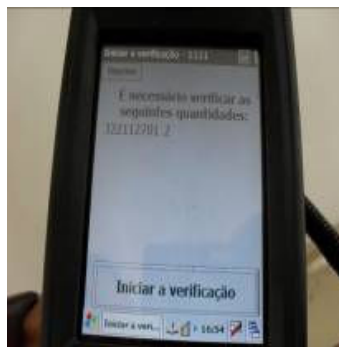
5 – Leitura da etiqueta LPMCS



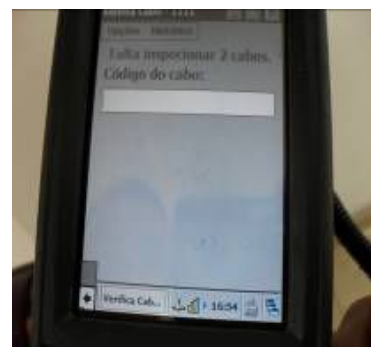
6 – De seguida leitura da etiqueta FORS. Se diferente aparece um aviso no PDA



7 – Menu indica o que deve ser inspeccionado



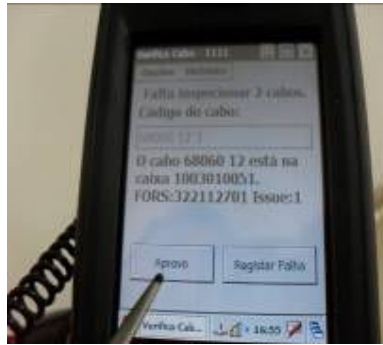
8 – Menu visualiza a referência + a quantidade a inspeccionar



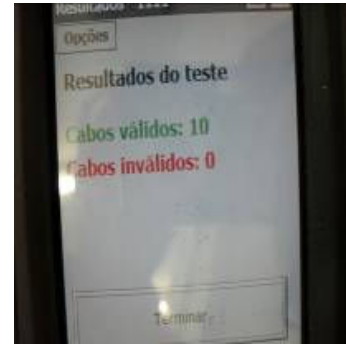
9 – Indicação da inspeção em falta para completar o lote



10 – Leitura da etiqueta da cablagem inspeccionada



11 – Validação da cablagem inspeccionada



12 – Resultados da inspeção

## Consultas

At través do LPMCS pode-se efectuar consultas das cablagens inspeccionadas, assim como, vizualizar e alterar o estado de skip-lot de cada referência (figura 50).

**Gestão de Reclamações Internas e Externas para a Inspecção Final**  
LPMCS Multipart Carousel System

Gestão de Reclamações    Gestão do Skip-Lot    Lista de Defeitos    **Relatórios**

De: 14-10-2010    Até: 14-10-2010    Cabos Inspeccionados  Apenas Esta Referência:    Caixas Inspeccionadas     Procurar Referência:    **Pesquisar**    **Próximo**

Referência	Ordem	Sequência	Defeito	Obs.	Verificado Por	Caixa	Tipo	Qtd.	Data
243-1465	74400	98			1273	1010080131	LEONIUK3	10	2010-10-14 12:28
243-1465	74400	84			1273	1010080131	LEONIUK3	10	2010-10-14 12:28
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>				<b>1</b>	<b>10</b>	
3635820	74557	79			1273	1010140179	EKARTON1	1	2010-10-14 12:18
3635820	74557	78			1273	1010140139	EKARTON1	1	2010-10-14 12:19
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>				<b>2</b>	<b>2</b>	
213-6060	74774	2			1273	1010130445	LEONIUK3	100	2010-10-14 12:22
213-6060	74774	216			1273	1010130451	LEONIUK3	100	2010-10-14 12:22
213-6060	74774	41			1273	1010130451	LEONIUK3	100	2010-10-14 12:22
213-6060	74774	54			1273	1010130451	LEONIUK3	100	2010-10-14 12:22
213-6060	74774	22			1273	1010130445	LEONIUK3	100	2010-10-14 12:22
213-6060	74774	49			1273	1010130451	LEONIUK3	100	2010-10-14 12:22
213-6060	74774	21			1273	1010130445	LEONIUK3	100	2010-10-14 12:22
213-6060	74774	48			1273	1010130451	LEONIUK3	100	2010-10-14 12:21
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>0</b>				<b>6</b>	<b>600</b>	
718/20217	74566	409			1093	1010120337	LEONIUK1	50	2010-10-14 09:10

	Ordens	Cabos	Defeitos	Caixas	Total em Caixas
<b>TOTAIS</b>	<b>89</b>	<b>231</b>	<b>0</b>	<b>137</b>	<b>2145</b>

Figura 50 - LPMCS: Consultas da Inspecção Final via LPFI

#### 4.4.6 LPSMS

##### Descrição dos objectivos do projecto

Este projecto, LPSMS Leoni Portugal Short Message Service, ainda em fase de desenvolvimento tem como objectivo analisar e alertar o estado de certos pontos de confecção das cablagens (Corte, Pré-confecção, Produção, Braiding, Teste Eléctrico, Empacotamento e Inspeção Final) e envia um SMS para o responsável da área.

Hoje em dia, o telemóvel é um dispositivo pessoal que anda sempre no “bolso”, por ser uma ferramenta que está perto dos colaboradores e este é permitido pela empresa, e porque nem sempre estamos no nosso local de trabalho, esta ferramenta enquadra-se perfeitamente no modo de atingir os objectivos deste projecto.

##### Desenvolvimento e Implementação

A LEONI AG, desenvolveu uma Framework chamada de LPSplus - LEONI productivity system (figura 51), com este sistema de produtividade pretende-se aumentar a capacidade competitiva na empresa e na sua posição de mercado, instituído para tal, uma relação cliente/fornecedor interno. O LPSplus olha para todos os processos que têm influência directa ou indirecta sobre a produtividade da empresa.

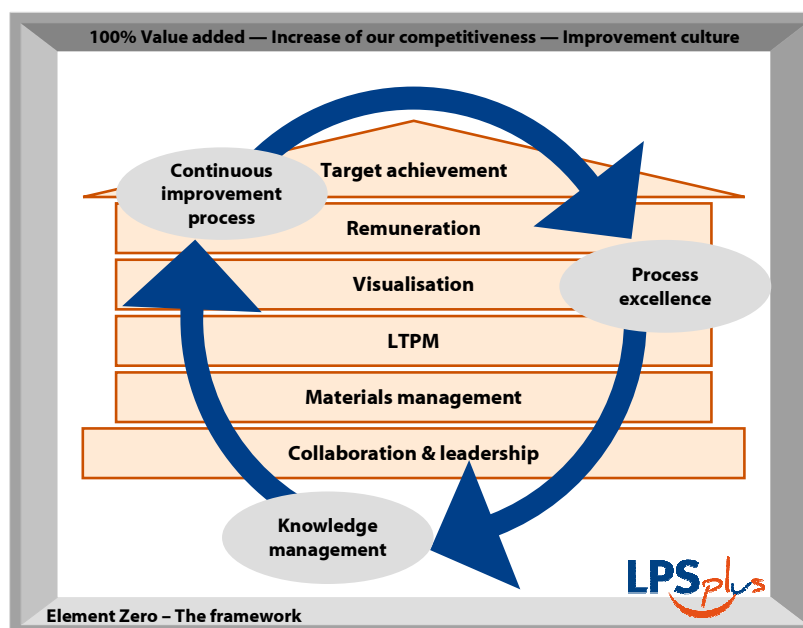


Figura 51 - Framework do LPSplus

Processo de excelência é um dos módulos integrantes desta Framework, refere-se ao procedimento de realizar uma sequência específica de trabalho (processo) nas áreas directas e em especial indirectas. O objectivo deste elemento é alcançar o melhor resultado possível evitando qualquer desperdício. O LPSMS está a ser desenvolvido com o intuito de ajudar a alcançar este objectivo, tentando ser o mais rápido possível a agir sobre os problemas, evitando assim um maior desperdício.

Processo de Excelência define standard de reacção, vejamos o exemplo das eficiências nas linhas de produção.

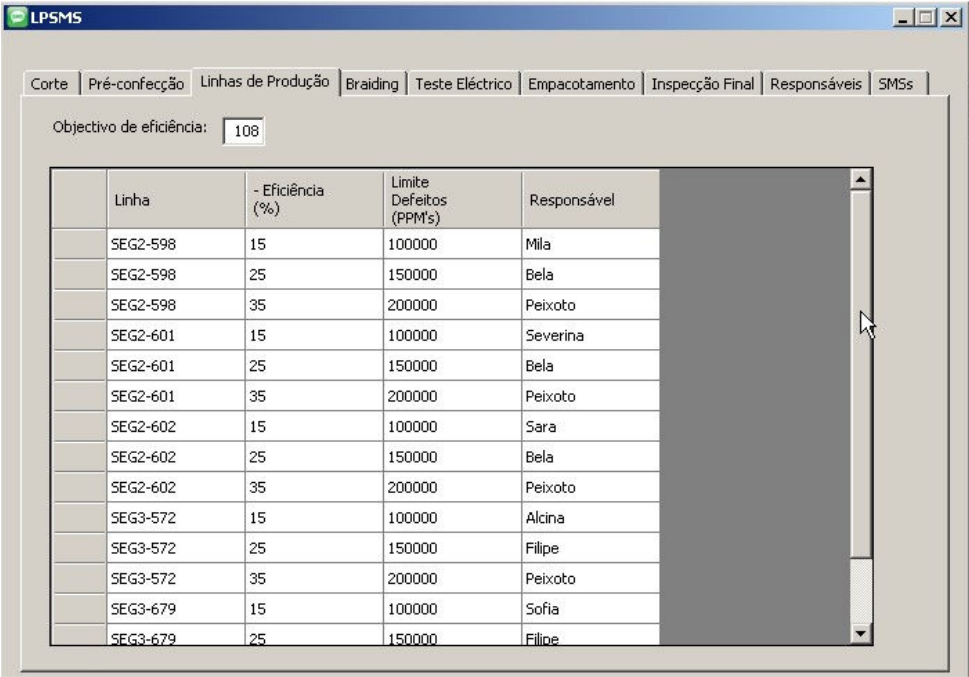
## LEONI STANDARD OF REACTION

WHO must INTERVENE?	WHO ALERTS ?	
<b>1st LEVEL</b> <b>Shift Leader</b> Name : Photo Telephone :	Team Speaker -15%	EFFICIENCY
<b>2nd LEVEL</b> <b>Segment Leader</b> Name : Photo Telephone ;	Shift Leader -25%	
<b>3rd LEVEL Plant</b> <b>Section Manager</b> Name : Photo Telephone :	Segment Leader -35%	

Todos os anos é estipulada a eficiência a atingir como objectivo, e nesse sentido, sempre que esta esteja abaixo dos valores pretendidos é necessário tomar medidas, até ao 15%

é o responsável de turno que tem de tomar as devidas acções, caso a eficiência esteja a menos de 25% é o responsável de segmento, abaixo dos 35% e o director de produção a intervir.

Para possa agir de uma forma rápida, o LPSMS envia um sms para o responsável da linha a alertar de que a eficiência esta abaixo do objectivo exigido. A eficiência de cada linha é calculada pelo LPMCS através do nº de cabos produzidos sobre o nº de horas de presença na linha. É desta forma que os dois sistemas interagem entre si, sendo que, ainda reage a acções no Teste Eléctrico, Braiding e Empacotamento. No entanto, o LPSMS está também interligado com o LPCS (Corte), LPSA (Pré-confecção) e LPFI (Inspeção Final).



The screenshot shows the LPSMS application window with a menu bar and a table of production lines. The 'Objectivo de eficiência' is set to 108. The table lists lines with their efficiency percentages and defect limits.

Linha	- Eficiência (%)	Limite Defeitos (PPMs)	Responsável
SEG2-598	15	100000	Mila
SEG2-598	25	150000	Bela
SEG2-598	35	200000	Peixoto
SEG2-601	15	100000	Severina
SEG2-601	25	150000	Bela
SEG2-601	35	200000	Peixoto
SEG2-602	15	100000	Sara
SEG2-602	25	150000	Bela
SEG2-602	35	200000	Peixoto
SEG3-572	15	100000	Alcina
SEG3-572	25	150000	Filipe
SEG3-572	35	200000	Peixoto
SEG3-679	15	100000	Sofia
SEG3-679	25	150000	Filipe

**Figura 52 - LPSMS (Sistema de Alertas por SMS)**

O LPSMS (figura 52) está sempre em execução no servidor de aplicações, e verifica se alguma condição se encontra no estado de alertar. Nesse instante verifica quem é o responsável a notificar, e a através de um Web service de SMS envia a mensagem, como mostra a sintaxe seguinte.

```
https://www.voipcheap.com/myaccount/sendsms.php?username=leoni
&password=xxx&from=+3519xxxxxxxx&to=+3519xxxxxxxx&text=A eficiência da
linha SE2-598 atingiu menos 35% que o objectivo!
```

## 5. Conclusão

### 5.1 Síntese

Neste projecto, desenvolveu-se uma abordagem aos diferentes sistemas de informação da LEONI Portugal, e como estes interagem entre si. Caracterizou-se cada um e foram identificados os padrões de interoperabilidade entre estes, seguindo-se as propostas de desenvolvimento nos diferentes módulos apresentados.

Esta dissertação teve como objectivo contribuir no conhecimento da interoperabilidade entre sistemas de informação, numa área complexa e vasta em que convergem várias matérias. Não só no aspecto tecnológico que interfere nesta área de estudo, como também na área das comunicações redes de computadores, dados, representação do conhecimento ou informação, sistemas distribuídos, sistemas inteligentes, programação, entre outros. Assim, pode-se resumir as principais reflexões abordadas na dissertação:

- Síntese sobre a definição de Interoperabilidade no âmbito dos Sistemas de Informação. Revisão dos modelos de referência que procuram explicar os diversos níveis de interoperabilidade técnica possível entre dois sistemas. Foram ainda revistos os diferentes tipos de tipologia de interpretabilidade, sintáctica, semântica, organizativa e técnica, questões importantes na tomada de decisão para o desenvolvimento de sistemas distribuídos e interligados.
- O diagnóstico à Interoperabilidade nos Sistemas de Informação da Leoni Portugal permitiu atacar os principais problemas de forma mais eficaz, e conduzir de forma mais directriz para solução final.
- O módulo de sincronização é “motor” para que a informação disponível noutra sistema seja partilhado por outros, evitando assim a redundância de dados. Não menos importante, assim como todos os módulos descritos, é a utilização de Web Services para interligar aplicações móveis à plataforma de interoperabilidade utilizado a linguagem universal XML para enviar e receber dados.
- O processo de desenvolvimento (ou filosofia da Leoni Portugal) de todas as aplicações, um processo complexo mas muito útil para quem desenvolve software. Além de definir a

metodologia de trabalho, permite ainda que todo o processo fique registado, permitindo a qualquer altura poder ser consultado e actualizado.

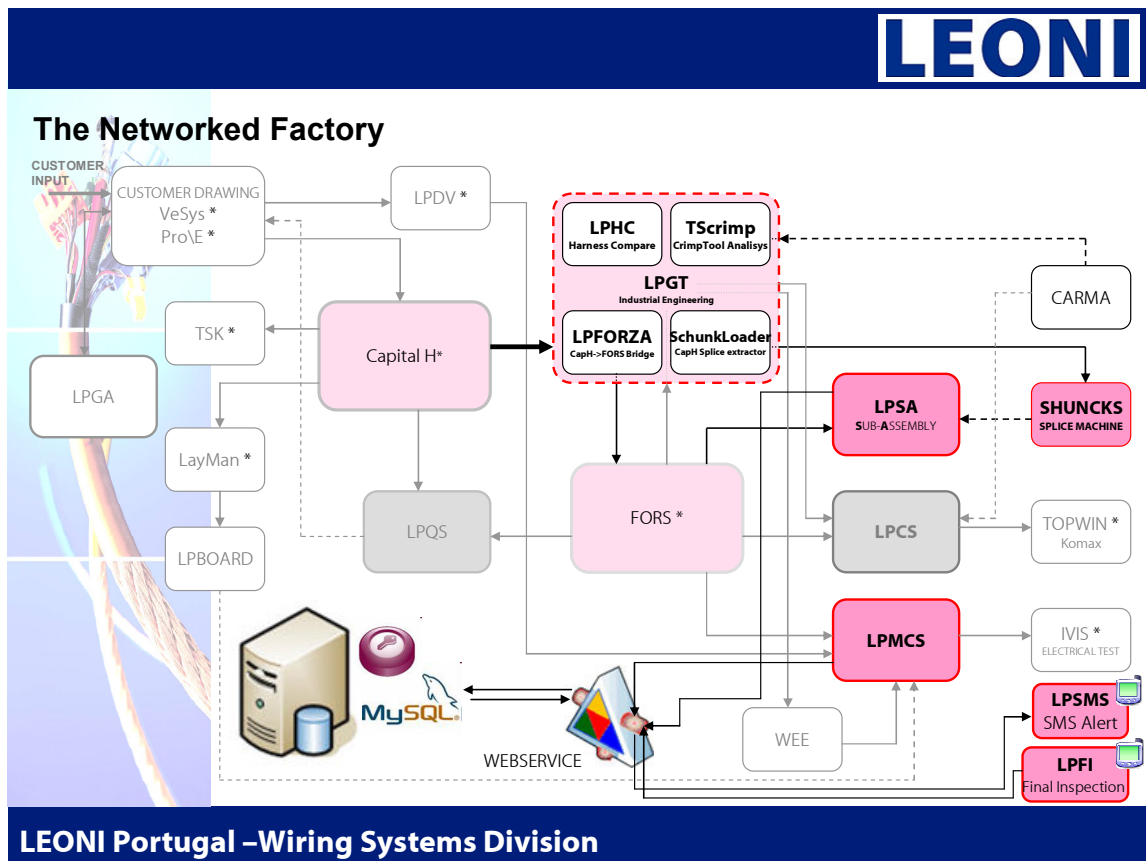


Figura 53 - Actual Sistema de Informação da LEONI Portugal

Desta forma foi possível conjugar e integrar várias aplicações e tecnologias numa rede (figura 53) que permitisse, de forma eficaz e segura, a troca de informação entre os diferentes sistemas participantes, tornando a empresa mais competitiva e capaz que responder aos problemas de uma forma mais rápida e eficiente.

## 5.2 Análise de Resultados

Como objectivo capital deste trabalho, é produzir mais cablagens, ou seja, incrementar a produtividade da empresa, com menos custos e mais qualidade.

Neste âmbito, coloca-se a seguinte questão: Como é que os Sistemas de Informação da LP ajudam produzir mais cablagens, com menos custos e mais qualidade? Por si só, os SI não produzem cablagens, mas o controlo que estes permitem para que se consiga atingir o objectivo é crucial, não só na análise de dados que estes oferecem, como também, na maneira de como estes interagem com os operários de forma a corrigir rapidamente aquilo que está a acontecer de errado.

O LCD colocado em cada linha, tem sido prova disso, ao mostrar os defeitos encontrados no teste eléctrico, a eficiência em tempo real da linha, as mensagens de qualidade, permite aos operários reagir e corrigir o que está errado.

Ao integrar a informação do FORS nos restantes sistemas (através da sincronização), possibilita trabalhar sobre uma fonte de dados e cruzar com a informação providente dos outros sistemas (LPGT, LPSA, LPMCS e LPFI) e colmatar as lacunas do FORS.

Através do LPGT pode-se realizar comparação de Cablagens, análise das combinações nas ferramentas usadas nas cravações dos terminais, importação da estrutura criada pelo CapitalH no FORS, e exportar o layout das uniões ultra-sónicas nas máquinas de shuncks, operação realizada manualmente na máquina o que implicava esta estar parada, assim como, o seu operador.

O LPSA permite assegurar o fluxo dos fios na pré-confecção, eliminar papel, controlar a eficiência e capacidade dos posto e ainda a rastreabilidade em cada ordem de produção.

Através do LPMCS pode-se analisar a capacidade de cada linha, controlar a eficiência, gerir uma grande quantidade de referências, tornado o processo produtivo mais transparente, permitindo o controlo e rastreabilidade do produto, e ainda, alertas automáticos (e-mail) inter-departamentais de controlo das cablagens que tiveram desvios ou sofreram reparações.

O LPMCS não é apenas um sistema de informação, é também um conceito, que possibilita eliminar posto fixos e colocar várias referências na linha de produção em simultâneo, aumentando a eficiência e reduzindo o espaço fabril necessário, contudo, para que isto seja possível é necessário existir um grande controlo.

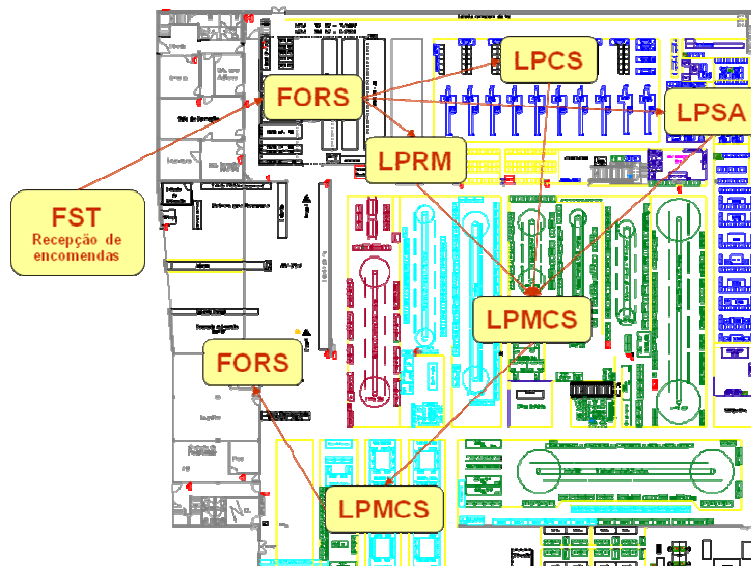
O LPFI controla o skip-lot e regula a frequência e a quantidade de amostras na produção própria e controlo final, permitindo assim, que as pessoas que desempenhavam esta função sejam mais rápidas a realizar esta tarefa e estejam mais disponíveis para dar apoio as linhas de produção, onde se concentra a maior parte dos problemas.



No que diz respeito ao LPSMS, esta ferramenta será útil para agir sobre os parâmetros pré-estabelecidos no âmbito do LPSplus. No decorrer dos primeiros teste, o tempo de reacção dos responsáveis diminui consideravelmente, podendo desta forma reagir mais atempadamente e actuar em conformidade com a situação.

### 5.3 Trabalho Futuro

A aposta numa plataforma de interoperabilidade obteve resultados muito positivos, a integração dos diferentes sistemas tornou-se uma mais-valia para a Leoni Portugal, contudo, ainda existem alguns áreas obscuras, isto é, o controlo do material em curso (WIP - Work In Process) é ineficiente. Ou seja, quando são criadas as ordens de produção no FORS é realizada uma simulação dos material/artigos no sentido de verificar se existe todo o material necessário. Após esta análise, as ordens de produção são libertadas para produção, contudo, existe um “buraco” neste processo, pois, a transformação de matéria-prima em produto acabado só é realizado depois de as cablagens estarem embaladas, o que origina faltas de matérias. Tudo isto porque o FORS, não realiza o “abate” dos artigos por fase de concepção.



**Figura 54 - Fluxo de Material**

Neste sentido, e como todo o processo produtivo já está controlado pelas diferentes aplicações (LPCS, LPSA, LPMCS), o objectivo será controlar o fluxo do material (figura 54) em curso através da incorporação de funcionalidades de controlo nestes módulos.

## Bibliografía

[Ainscow, 2000] Mel Ainscow, “The next step for special education: supporting the development of inclusive practices”, *British Journal of Special Education*, 27 (2), 76-80.

[Barrueco & Coll, 2003] José Barrueco and Imma Coll, “El Profesional de la Información”, *Open Archives Initiative. Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH): descripción, funciones y aplicaciones del protocolo*, vol. 12, no 2, p. 99-106. 2003.

[Berners-Lee, Hendler & Lassila, 2001] Tim Berners-Lee, James Hendler and Ora Lassila “The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities.”, *Scientific American*, vol. 284, n°5, p.34-43, 2001.

[Bond & Gasser, 1988] Alan Bond, Les Gasser, “Readings in Distributed Artificial Intelligence”, Morgan Kaufmann Publishers, EUA, 1988.

[Burner, 2003] Mike Burner. “The Deliberate Revolution - Creating Connectedness with XML Web Services”, *ACM Queue*, pages 29–37, 2003.

[DuBois, Hinz & Pedersen, 2005] Paul DuBois, Stefan Hinz, and Carsten Pedersen, “MySQL 5.0 Certification Study Guide”, ISBN 0-672-32812-7, 2005.

[Eugster, Felber, Guerraoui & Kermarrec, 2003] Patrick Th. Eugster, Pascal A. Felber, Rachid Guerraoui, and Anne-Marie Kermarrec. “The Many Faces of Publish/Subscribe”, *ACM Computing Surveys*, 35(2):114–131, 2003.

[Fox & Box, 2003] Dan Fox and Jon Box. “Building Solutions with the Microsoft .NET Compact Framework: Architecture and Best Practices for Mobile Development”, USA, 2003.

[Garlan & Shaw, 1994] David Garlan and Mary Shaw, “An Introduction to Software Architecture”, 1994.

[Geihs, 2001] Kurt Geihs, “Middleware Challenges Ahead”, *IEEE Computer*, 34(6):24–31, Junho 2001.

[LISI, 1998] Levels of Information Systems Interoperability (LISI) Reference Model, *C4ISR Architecture Working Group*, 30 March 1998.

[Lopes, Morais & Carvalho, 2009] Filomena Lopes, Maria Morais, Armando Carvalho, “Desenvolvimento de Sistemas de Informação”, ISBN 978-972-722-636-8, 2009.

[Lopes & Ramalho, 2005] Carlos Jorge Lopes, José Carlos Ramalho, “Web Services - Aplicações Distribuídas sobre Protocolos Internet”, ISBN 978-972-722-421-0, 2005.

[Marques, Pedroso & Figueira, 2009] Paulo Marques, Hernâni Pedroso, Ricardo Figueira, “C# 3.5”, ISBN 978-972-722-403-6, 2009.

[Martinez & Lara, 2006] José Martínez, Pablo Navarra, “Interoperabilidad de los contenidos en las plataformas de elearning: normalización, bibliotecas digitales y gestión conocimiento”, *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 3, nº2, 2006.

[Martinez & Lara, 2007] José Martínez, Pablo Navarra, “La interoperabilidad de la información”, 2007.

[Medjahed, Benatallah, Bouguettaya, Ngu & Elmagarmid, 2003] Brahim Medjahed, Boualem Benatallah, Athman Bouguettaya, Anne H. Ngu, and Ahmed K. Elmagarmid, “Business-to-business interactions: issues and enabling technologies”, *The VLDB Journal*, 12(1):59–85, 2003.

[Novais & Analide, 2006] Paulo Novais, Cesar Analide, “Agentes Inteligentes”, *Texto de apoio, Universidade do Minho*, 2006.

[Nunes & O'Neill] Mauro Nunes, Henrique O'Neill. “Fundamental de UML”, 2000.

[Ramalho, Taveira & Rocha, 2004] José Carlos Ramalho, Pedro Taveira, Ricardo Ferreira, Vasco Rocha, “Gerador de Web Services para cadeias de transformações de documentos XML”, *XATA* 2004.

[Russell & Norvig, 1995] Stuart Russell, Peter Norvig, “Artificial Intelligence – A Modern Approach”, *Prentice Hall International Inc.*, EUA, 1995.

[Tolk, 2003] Andreas Tolk. “Beyond Technical Interoperability - Introducing a Reference Model for Measures of Merit for Coalition Interoperability”, *In 8th International Command and Control Research and Technology Symposium*, 2003.

[Varajão, 2005] João Varajão, “Arquitectura da Gestão de Sistemas de Informação”, ISBN 978-972-722-507-1, 2005.

[Vinoski, 1997] Vinoski, “CORBA: Integrating Diverse Application within Distributed Heterogeneous Environments.” *IEEE Communications Magazine*, 14, 1997.

[Wooldrige, 2002] Michael Wooldrige, “An Introduction to Multiagent Systems”, 2002.

[Yao & Durant, 2004] Paul Yao and Dave Durant, “NET Compact Framework Programming with C#”, 2004.