



Departamento de Ciências e Tecnologias de Informação

Proposal for a Conceptual Model for SaaS ERP using an Open
Source System

Raul Ashokchandra Natu

Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the
degree of Master of Computer Science and Business Management

Orientador:

Doutor Carlos Manuel Jorge da Costa

Prof. Auxiliar do Departamento de Ciência e Tecnologias de Informação do ISCTE-IUL

October, 2016

Acknowledgments

I would like to express my sincere gratitude to my Professor Carlos Costa and Professor Manuela Aparício for the continuous support of my MSc study and related research, for their patience, motivation, and immense knowledge. Professor Carlos Costa guidance helped me in all the time of research and writing of this thesis. I could not have imagined having a better advisor and mentor for my MSc study.

Last but not the least, I would like to thank my family and friends for supporting me while I was dedicated writing this thesis.

Abstract

Enterprise Resources Planning (ERP) systems are considered an important part in business organizations but with increasing global competition companies tend to seek more agile solutions that enable cost reduction at the same time. The paradigm change of Software as a Service (SaaS) came to revolutionize the delivery of applications at reduced costs, reliability and scalability. The ERP Open Source working in SaaS model will allow companies to extract all the benefits associated with the technologies used. This thesis presents a model and framework for ERP Open Source SaaS. The model and the framework are based on the literature review, and both were evaluated by empirical work. To validate the model and framework it was implemented an Open Source ERP which is already at market adapted to Portuguese reality. As a second validation of the artifact, the ERP was used for learning purposes by university students. Here are also reported the results of their use experience. This research shows that exist localized Open Source Software ERP alternatives that can be employed in a cloud context by companies.

Keywords: Concept Model, Enterprise Resource Planning, ERP, FrontAccounting, Open Source, SaaS, Software Localization

Resumo

Os sistemas Enterprise Resources Planning (ERP) são considerados uma parte importante nas organizações empresariais mas com o aumento da concorrência global as empresas tendem em procurar soluções mais ágeis que permitam ao mesmo tempo a redução de custos. O paradigma do Software como Serviço (SaaS) veio para revolucionar a entrega de aplicações a custos reduzidos, confiabilidade e escalabilidade. O ERP Open Source trabalhando no modelo SaaS irá permitir às empresas para extrair todos os benefícios associados com as tecnologias utilizadas. Esta tese apresenta um modelo e uma framework para ERP Open Source SaaS. O modelo e a framework foram baseados na revisão de literatura e ambos foram avaliados pelo trabalho empírico. Para validar o modelo e a framework foi implementado num ERP de código aberto que já existe no mercado tendo sido adaptado à realidade Português. Como uma segunda validação do artefato, o ERP foi utilizado para fins de aprendizagem por estudantes universitários. Aqui também são relatados os resultados de sua experiência de uso. Esta pesquisa mostra que existem alternativas localizadas do ERP Software de Código Aberto para que possam ser usados num contexto de Cloud pelas empresas.

Palavras-chave: Enterprise Resource Planning, ERP, FrontAccounting, Localização do Software, Modelo Conceptual, Open Source, SaaS

Index

1. Introduction.....	13
1.1. Definition of the problem and objectives	13
1.2. Methodology	14
1.3. Thesis Structure.....	14
2. Literature Revision.....	15
2.1. Cloud Computing Concept Evolution	15
2.2. Cloud Computing	15
2.2.1. Service Models.....	16
2.2.2. Classification.....	17
2.2.3. SaaS Maturity Model	17
2.2.4. Theoretical Framework of Localization Software	18
2.3. Enterprise Resource Planning	20
2.3.1. Open Source Systems	20
2.3.2. Open Source ERP Systems	22
2.3.3. ERPs' Studies.....	23
2.4. Literature Revision Synthesis.....	25
3. Proposal.....	25
3.1. Model Proposal	25
3.2. ERP Service Architecture Proposal.....	28
3.3. Proposed Model vs. ERP Service Architecture Proposal.....	30
4. Implementation	32
4.1. Presentation	32
4.1.1. Branding.....	32
4.2. Modules	33

4.2.1.	ERP Components	33
4.2.2.	Installation of Human Capital Management Module.....	37
4.3.	Security.....	37
4.3.1.	Authentication.....	37
4.4.	Application.....	37
4.4.1.	Translation	37
4.4.2.	Certification of invoicing software in Portugal	38
4.4.3.	Chart of Accounts of Portugal – SNC.....	38
4.5.	Operation.....	40
4.5.1.	Configuration and Customization	40
4.5.2.	Backup and Recovery	40
4.5.3.	Reporting.....	40
4.5.4.	Version Management	41
5.	Preliminary Evaluation	42
5.1.	Case 1	42
5.2.	Case 2	42
5.3.	Case 3	43
5.4.	Survey.....	43
6.	Conclusions and Future Work	45
6.1.	Conclusions.....	45
6.2.	Contributions.....	45
6.3.	Future Work.....	45
	References.....	46
	Appendixes	48

Appendix A: Chart of accounts of Portugal – SNC (according to Decreto-Lei n.º 158/2009).....	48
Appendix B: Portuguese Certification Legal Document	64

Figure Index

Figure 1- Cloud Computing Evolution	15
Figure 2- Model proposed by Kang, et al., (2010).....	18
Figure 3 - Components of Theoretical Framework of Localization Software proposed by Batista, 2013	19
Figure 4 - General ERP SaaS Maturity Model applied for Portugal	26
Figure 5 - ERP Service Architecture	29
Figure 6 - Proposed Model and corresponding ERP Service Architecture	31
Figure 7 - ERP Service Architecture	32
Figure 8 - Printscreen of Poedit Software.....	38
Figure 9 - Roles Administration	40
Figure 10 - Answer from question “User Satisfaction Please indicate your satisfaction with the ERP of your organization.”	44

Tables Index

Table 1- Proposed objectives	14
Table 2 - Advantages and disadvantages of FOSS	22
Table 3 - Main differences between ERPs and owner ERP OS's	23
Table 4 - Summary of several ERP studies	24
Table 5 - Summary of Sales and Purchases	34
Table 6 - Summary of Item and Inventory and Manufacturing	35
Table 7 - Summary of Banking and General Ledger and Setup	36

Acronyms

AWS	Amazon
ASP	Application Service Provider
AT	Autoridade Tributaria
BaaS	Test Environment as a service and Backend as a service
DaaS	Data as a service
BD	Database
DBMS	Database Management System
ERP	Enterprise Resources Planning
FOSS	Free and open-source software
IaaS	Infrastructure as a Service
ISO	International Organization for Standardization
OS	Operating System
OSI	Open Source Initiative
OSS	Open Source Software
PaaS	Platform as a Service
SaaS	Software as a Service
SECaaS	Security as a service
SLA	Service Level Agreement
SME	Small and Medium Enterprises
STaaS	Storage as a service

1. Introduction

Enterprise Resource Planning systems (ERP) are considered an important part in business innovation organizations and their implementation should benefit to any organization. However, considering the ERPs implementations stories that failed, the high initial costs and currents that these bring, small and medium enterprises (SMEs) generally become skeptical about the implementation.

The service model Software as a Service (SaaS) is fast becoming a cost-effective way to deliver business applications (Haselmann & Vossen) with potential benefits including cost reduction, ease of access to innovation and scalability. ERP's operating in SaaS model offer an attractive option to SMEs tackle the problem of resource constraints and the complexity of business processes embedded in traditional local solution (Seethamraju, 2015).

In recent years the open source software has been gaining alternative position to proprietary solutions. Opens source software has been adopted by companies and government institutions. The ability to view, modify and redistribute the source code, avoid proprietary formats, the absence of licensing costs and better integration with other systems are some of the advantages of OSS (Open Source Software) (Kavanagh, 2004).

1.1. Definition of the problem and objectives

In Small and Medium Enterprises (SME) context and education, environment are important to have easy access to an ERP software that is adapted to the Portuguese reality. The software adapted to linguistic, legal, economic and cultural realities, has been the subject of several studies. However, beyond the purely technical proposals, the open source software presents new challenges. Currently, there are location models, but there aren't models that can adapt the software to run ERP as SaaS. According to Peng & Gala (2014) cloud ERP is receiving an increasing attention from the industry and research on this topic is strongly recommended and the aim of this work is to propose a conceptual framework of SaaS ERP solution adapted to the Portuguese reality with a view to solving the problem of lack of existence of models that allow the ERP to adapt to working in SaaS.

The main objective will have three major parts, which are shown in Table 1- Proposed objectives.

Table 1- Proposed objectives

Objective	Method
1 - Proposal for conceptual framework of ERP solution in SAAS adapted to the Portuguese reality	Literature revision
2 - Assess the feasibility of framework	Prototype Development
3 - Validate the developed framework	Questionnaires to users

1.2. Methodology

A methodology comprises structured procedure to study and understand a certain reality. The methodology used in preparing this thesis will follow the model of the Design Science Research.

The development of the dissertation began with a review of the literature on Cloud Computing, service models, and ERPs. Based on the reading conceptual model of ERP Open Source using the SaaS model (Software as a Service) was created. The conceptual model will be evaluated through the empirical work through the implementation of an ERP Open Source adapted to Portuguese reality.

1.3. Thesis Structure

The dissertation consists of five chapters. The introduction presents the theme of the framework and objectives.

The approach methodology begins the second chapter with a literature review, with 2.1 Cloud Computing section followed by the section of 2.2 ERP and these two parts especially relevant for the scope of this dissertation.

The model proposal will be presented in Section 3 with the results, synthesis and prototype are prepared.

The fourth and fifth chapters will describe the empirical work. It describes all the work done to validate the model and analyze the results obtained.

The sixth and final chapter is presenting the conclusions of the study. Promoting a brief discussion of the results given the expected results. They will also be presented suggestions for future work related to the subject of this dissertation.

2. Literature Revision

2.1. Cloud Computing Concept Evolution

Before having Cloud Computing, there were two main predecessors. According to Ziegler (Ziegler, 1968 Page 52), “*Time-sharing is a communications-oriented method of using computers. It is a technique that permits concurrent utilization of the same installation by two or more persons working at remote devices capable of direct, online access to the data processing equipment*”.

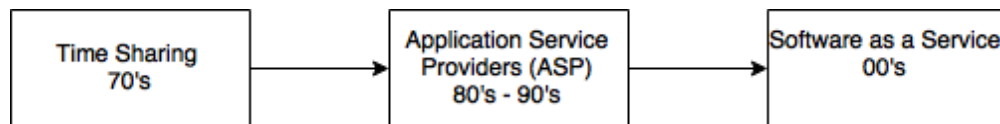


Figure 1- Cloud Computing Evolution

In the 80’s Time Sharing technology was replaced by Application Service Provider (ASP) Gartner defined as an “*enterprise that delivers application functionality and associated services across a network to multiple customers using a rental or usage-based transaction-pricing model*” (Gartner 2016).

2.2. Cloud Computing

“*Cloud computing is a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction.*” (Mell & Grance, Pag.6, 2011). However, there are many definitions. Just for example:

- International Organization for Standardization (ISO) - Paradigm for enabling network access to a scalable and elastic pool of shareable physical or virtual resources with self-service provisioning and administration on-demand (ISO/IEC 17788:2014).
- The Amazon (AWS) - refers to the on-demand delivery of IT resources and applications via the Internet with pay-as-you-go pricing (Amazon 2016).
- Gartner Group - defines as a style of computing in which scalable and elastic IT-enabled capabilities are delivered as a service using Internet technologies (Gartner 2016).

Mell & Grance (2011) identified five cloud computing essential characteristics that make the companies choose cloud computing: on-demand self-service, network access, resource pooling, rapid elasticity, measured service while for Cisco (2009) are three key attributes: On-demand, At-scale, and Multi-Tenant environment.

On-demand self-service with the provision of computing capabilities without requiring human interaction with each service provider instantaneously when needed, released when no longer essential, and billed only when used Mell & Grance (2011) & Cisco (2009).

Broad network access. Enterprises capabilities are available over the network and accessed through standard mechanisms that promote use by heterogeneous thin or thick client platforms.

Resource pooling to serve multiple consumers using a multi-tenant model, with different physical and virtual resources dynamically assigned and reassigned according to user demand.

Rapid elasticity capabilities provisioned and released, to scale rapidly outward and inward commensurate with demand provides the illusion of infinite resource availability (Mell & Grance,2011, Cisco, 2009)).

Measured service by controlling and optimize resource use by leveraging a metering capability at appropriate to the type of service.

2.2.1. Service Models

According to Reixa, Costa, & Aparicio (2012) and Sareen (2013) services can be classified in Infrastructure as a Service (IaaS); Platform as a Service (PaaS); Software as a Service (SaaS); Storage as a service (STaaS); Security as a service (SECaaS); Data as a service (DaaS); Test Environment as a service; and Backend as a service (BaaS).

Infrastructure as a Service (IaaS), is a set of low-level computing resources that are split through virtualization and can be dynamically managed according the user needs.

Platform as a Service (PaaS), provide one additional level of abstraction, the user will have one software level that will be used to run, develop and manage the service according his needs.

Software as a Service (SaaS) deliver final software applications which can be directly used as the ones that are locally installed.

Storage as a service (STaaS) is a business model consisting on a large service provider renting space in their storage infrastructure, based in a subscription amount.

Security as a service (SECaaS) is a subscription based business model in which a large service provider integrates their security services into a corporate infrastructure.

Data as a service (DaaS) is based on the concept data can be delivered on demand to the user regardless of geographic separation between provider and consumer.

Test Environment as a service (TEaaS) is a test environment delivery model in which software and its associated data are hosted centrally and are accessed by users using a thin client, normally using a web browser over the Internet.

Backend as a service (BaaS) or "**Mobile Backend as a Service**" (MBaaS), is a business model that provides the web and mobile app developers linking applications to backend storage on the cloud, while providing various features, for example, user management, notifications, and social networking services integration.

2.2.2. Classification

According to European Cloud Computing Expert group and NIST there is four development types (Mell & Grance, 2011; Schubert, Jeffery, & Neidecker-Lutz, 2010):

- Private Clouds are enterprise owned, or leased comprising multiple consumers.
- Public Clouds are provisioned for open use by the general public.
- Community Clouds are provisioned for exclusive use by consumers that have the same requirements or needs.
- Hybrid Cloud consists of a mixed employment of two or more distinct cloud infrastructure cloud infrastructures that remains unique entities.

2.2.3. SaaS Maturity Model

Kang et al., 2010 have analysed maturity models for SaaS for companies like Microsoft and Forrester's, and said that the SaaS Maturity Model is composed by service component axis SaaS model, core features of structuring software business, and maturity level axis.

SaaS is composed by four levels, where each level represents the fundamental foundation which is need to evolve to next level in model:

- **Ad Hoc Level** where dedicated database and schema in data layer and schema are not respecting content sharing and multi-tenant environment.
- **Standardization Level** provides shared service with the discrete instances of user's application and configurability.
- **Integration Level**, where database schema is shared as well as database itself in the data layer in order to accommodate the multi-tenant simultaneously.
- **Virtualization Level**, where the entire database and its schema should be constructed upon distributed computing power such as cloud computing.

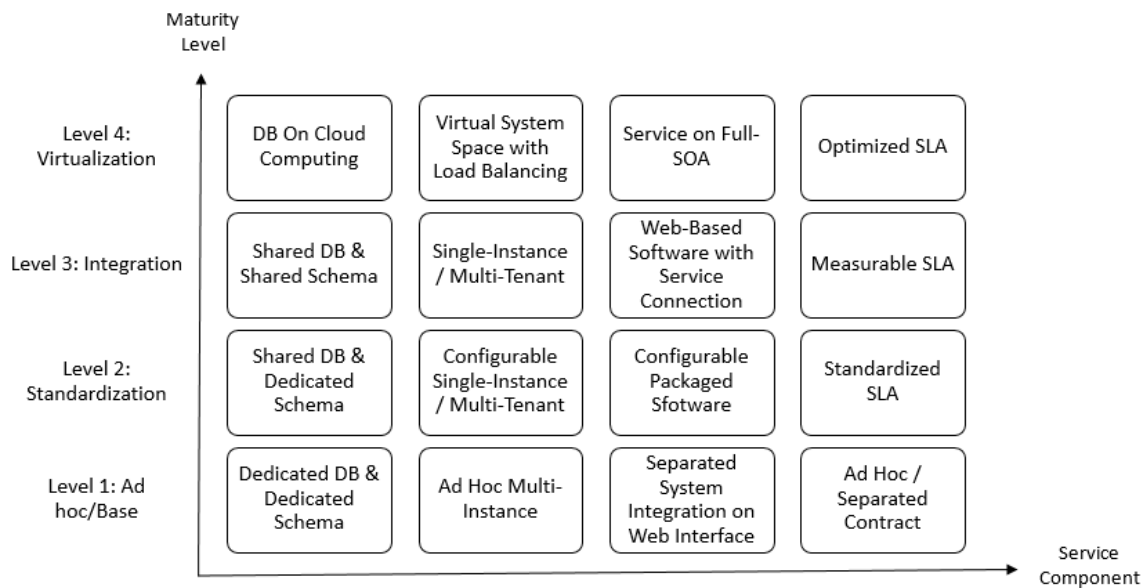


Figure 2- Model proposed by Kang, et al., (2010)

2.2.4. Theoretical Framework of Localization Software

Baptista (2013) proposed a Theoretical Framework of Localization Software where proposes four dimensions which each one corresponds a separate component of source code. A match between ERP functionality and support of organizational processes can make the implementation go to successfully. To make localization it's necessary to bring features to the specific country/location.

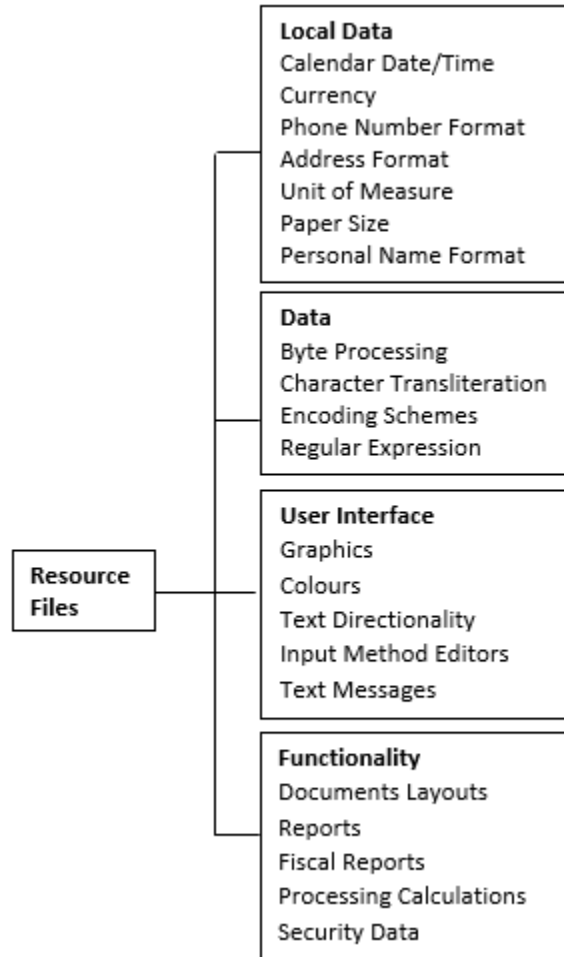


Figure 3 - Components of Theoretical Framework of Localization Software proposed by Batista, 2013

The dimension functionality is considering variables that are critical to adapt to Portuguese reality:

- Documents Layout (invoice, credit notes, receipts)
- Reports
- Fiscal reports
- Processing calculations for example calculations of tax values
- Security Data that ensures the integrity, confidentiality and availability of data according to the rules defined in Portugal, ERP systems must abide by a Certification process.

2.3. Enterprise Resource Planning

ERP systems are enterprise-wide information system, consisting on a comprehensive set of software modules. ERPs aim to support and integrate all key business processes across various functional divisions of an organization by using a single data repository allowing managers to take better decisions based in actual and precise information (Alex Peng & Gala, 2014; Al-Mashari & Zairi, 2000). An ERP system is required to have the several characteristics (Davenport, 1998). Firstly, modular design covering many diverse business functional areas, such as production, financial and cost accounting, logistics, among others. Secondly, an ERP comprises a centralized common database management system (DBMS). Thirdly, ERP modules are integrated and provide a consistent data flow increasing operational promptness in the business. Fourthly, ERPs are costly and complex systems. Fifthly, ERPs' modules are flexible and should provide the best business practices. Sixthly, ERPs require time-consuming customization and configuration setups, in order to integrate across the company's functions. Finally, the ERPs' modules give coherent information across the organization work, in real time.

ERPs are complex systems. In order to deal with need to support customizations, maintenance and help users it is essential an adequate documentation. Modelling business also acquires special importance especially when the design of business processes influences strategy (Costa 2010).

2.3.1. Open Source Systems

Nowadays open source has been winning alternative to proprietary solutions. According to Kavanagh (2004), the possibility to view, change and distribute the source, avoiding proprietary formats, absence of licensing costs and better integration with others systems are some advantages of Open Source Software (OSS) (Kavanagh, 2004).

The FOSS term combines the movement of Free Software and the movement of Open Source Software (OSS). The term free does not mean cost-free, but freedom (Batista, 2014). The four freedoms underlying the FOSS (GNU, 2016):

- Freedom 0 - The freedom to use a program for any purpose;

- Freedom 1 - The freedom to study the functioning of a program and adapt it to the user needs. Access to the source code is a requirement for this freedom to be possible;
- Freedom 2 - The freedom to redistribute copies as a way to help others;
- Freedom 3 - The freedom to improve a program and provide these improvements to the public, to the benefit of the whole community;

The Open Source Initiative (OSI) believes that the software is open source when are respected the following points (Open Source Initiative, 2016):

- Free Redistribution - The license shall not restrict the ability of an individual to redistribute the software;
- Source Code - The license must allow distribution of the compiled program or the source code. If the distribution is made on the form of compiled program, the source code must be provided with the program or be easily accessible through the Internet at no extra cost;
- Derivative works - Modifications and associated works must be distributed under the same conditions of the original program;
- Integrity of the authors of the source code - The license may require that the source code may be redistributed unchanged since that allows update files to be shared;
- No discrimination against persons or groups - The license shall not restrict the use of a program to a particular group of people;
- Non-discrimination of areas of activity - The license shall not restrict the use of a program taking into account the area of activity (commercial / non-commercial);
- Distribution License - The license shall be valid to any individual or entity that wishes to use (even if provided by a redistributor);
- The license may not be specific to a product - The license remains valid even if the program has been made available through the original software distribution. Who receive software that has been extracted from an original distribution should have their rights guaranteed by the licensee;
- The license shall not restrict other software - software that is distributed with the program may not be restricted by the program license;
- The license must be technology neutral

- The license must be aware that the code may be distributed or used in a way that will not allow the user to confirm the appropriate license agreement.

According to Silva, the FOSS systems have advantages and disadvantages that listed in Table 2 - Advantages and disadvantages of FOSS (Silva, 2010).

Table 2 - Advantages and disadvantages of FOSS

Advantages	Disadvantages
Unlimited use (no restrictions on the number of licenses)	Required know-how for its installation
No licensing costs	Training costs
No mandatory maintenance contract	There are few companies in Portugal providing consulting services
Based on open standards	
Minor hardware needs	
Support available 24 hours through community	
Increased personal and organizational knowledge	
Contribution to the feeling of sharing	
Quick resolution of errors	
Full customization	

2.3.2. Open Source ERP Systems

The benefits of applying OSS ERP are greater than in other types of applications for three reasons (Batista, 2014):

- Greater adaptability. The implementation project is needed to match business processes and local regulations. Have full access to the ERP source code can facilitate the customization;

- Decreased dependence on a single supplier. Companies that acquire an ERP owner are highly dependent on manufacturers and distributors of the product;
- Cost reduction. Proprietary ERP systems licenses are expensive. Between 1/6 to 1/3 of the implementation of project costs, are licensing costs.

According to Costa and Aparicio the main differences between the owner ERPs and ERP Open Source are listed in Table 3 - Main differences between ERPs and owner ERP OS's (Costa & Aparicio, 2006).

Table 3 - Main differences between ERPs and owner ERP OS's

	Open Source	Proprietary
License Fee	Free	Paid
Source Code	Public (free access)	Protected/Owner
Development	Community and Small Business	Specific business development with business objective
Financing	Donations, support, training and specific alterations	Selling software, implementation and training
Guarantees	No Warranty	Development continuity warranty and support provided by the developing company
Implementation	Can be installed by the customer himself avoiding costs associated with implementation	Normally done by specialized technicians with cost of the software itself. In small software solutions are sold without technical interventions
Maintenance	Anyone can have access to the code and develop the software	Usually done by the company that developed the software and its consultants

2.3.3. ERPs' Studies

ERP's have been studied by from a long time by many researchers and there are important studies.

ERP can benefit the company business but “complex interface can challenge end users whose errors can undermine the benefits of real-time automation” (Parks, 2012). With that Costa (2010a; 2010b) says usability it is considered a positive criteria but have a negative impact in a performance model, in Portugal compatibility and efficiency are considered significant (Ruivo, Oliveira & Neto, 2014). It is essential to have adequate documentation to deal with need to support customizations, maintenance and help users which can be also helpful to evaluate an ERP to its success that should be evaluated phase to phase because not all phases have the same level of exigency (Bento & Costa 2013)

Table 4 - Summary of several ERP studies

Study	Methodology	Author
ERP selection criteria	Normalization study contributing with a formal ERP selection, applying a systematic methodology in the selection process.	(Illa, Franch & Pastor, 2000)
ERP Documentation	Empirical study using UML to requirements documentation of a FOSS ERP System	(Costa, 2010a)
ERP Evaluation	Estimation of regression models used to identify ERP performance	(Costa, 2010b)
ERP Usability	Empirical study conducted in real ERP usage context measuring the attitudes of users during their tasks.	(Parks, 2012)
ERP Theoretical Success Model	Theoretical study on ERP success model proposal according to the ERP life cycle.	(Bento & Costa, 2013)
ERP model on Use and Value	Theoretical model on post-implementation model, empirical study on Portuguese SMEs	(Ruivo, Oliveira & Neto, 2014)
ERP usage with pedagogical objectives	An empirical study conducted within learning contexts of several courses in 11 universities.	(Ampeire, Seymor, 2016)
ERP Satisfaction determinants	ERP empirical study on adoption and satisfactions determinants.	(Costa et al., 2016)

According to Table 2 most of the studies focus on ERP modulation and on the empirical studies of adoption and post-adoption of these integrated systems, although further research is required in the localization aspects, especially in open source systems. ERP adoption is

dependent of the perceived ease of use, and its usefulness has a positive impact on ERP adoption (Costa et al., 2016). ERP management support and system quality has a significant impact on user's satisfaction (Costa et al., 2016).

2.4. Literature Revision Synthesis

FOSS systems are increasingly in organizations due to advantages over existing proprietary solutions. Taking the advantage to adapt, improve and redistribute the software, are fundamental freedoms in FOSS (Kavanagh, 2004).

ERP systems consist of a set of modules integrated into a single platform responsible for the data processing departments of an organization. ERP OS systems allow to take advantage organizations the benefits of FOSS systems, including the absence of licensing costs, better integration with other systems, reduced dependence on a single supplier and greater adaptability of ERP the organization (Costa & Aparicio, 2006, Batista, 2014).

Software as a Service (SaaS) model is fast becoming a cost-effective way to deliver business applications (Haselmann & Vossen) with potential benefits including reduced costs, ease of access to innovation and scalability can be to be used and purchased on demand (Savolainen, 2012).

3. Proposal

Based on the literature review here is proposed a conceptual model (in 3.1) and the correspondent architecture (in 3.2) of ERP SaaS for an Open Source System.

3.1. Model Proposal

Model created was based on the model proposed by Kang (2010) in A General Maturity Model and Reference Architecture for SaaS Service. This model has been adapted to respond the need to have a model for ERP SaaS. The main differences are:

- Data Axis - All the proposed levels of ERP shares the same items that have been proposed. In this case is important to have a common database where all company data is located. This allows to ease data maintenance and data retrieval.

- ERP Axis - This was the System level which was replaced by the SaaS ERP. The ERP is our System where all work will be done for that it's has been divided into two columns. ERP Administration and another for Customization.
 - ERP Administration takes care about how ERP in SaaS is mounted where implementing single instance with multi-tenant (a group of users who share a common access with specific privileges to the software instance) is a must do with the load balancing to offer client a fast access to ERP.
 - Customization cares about to adapt existing processes to country business models and laws.
- Service Axis - ERP's working in SaaS Model is imperative that Service work on Full SOA that's why is not included in this proposed framework.
- Business Axis - All the proposed levels of ERP shares the same items that have been proposed.

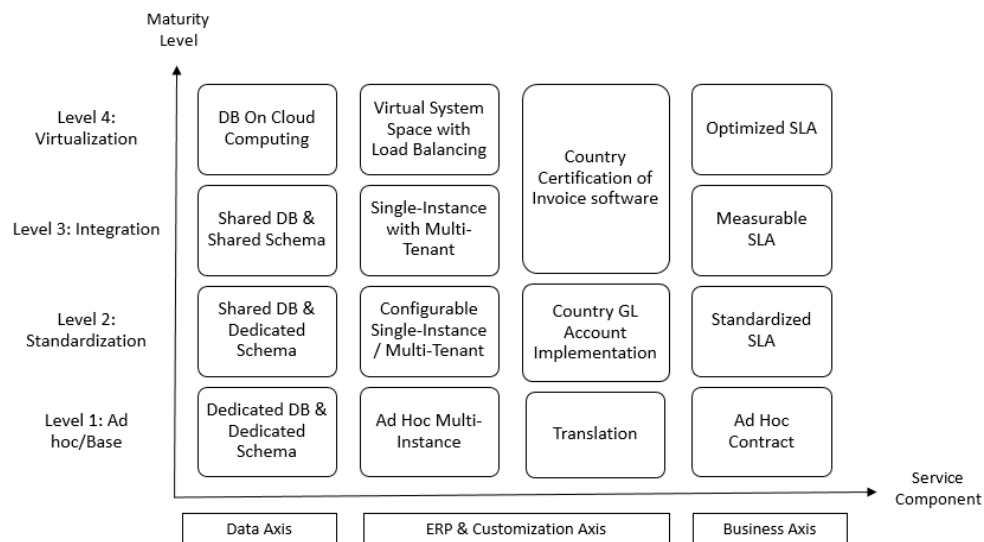


Figure 4 - General ERP SaaS Maturity Model applied for Portugal

Data Axis includes several levels, consisting of Dedicated DB & Dedicated Schema, Shared DB & Dedicated Schema, Shared DB & Shared Schema and DB on Cloud Computing.

Dedicated database and dedicated schema is a level where every company has his own database and their own dedicated schema.

Shared database and dedicated schema is an evolution where database are shared to every company who share same schemas. For example companies that work in same industry in the same country.

Shared database and shared schema is a level where all company shares same the database where is only one schema valid among all company. This requires that the schema must be worked to be abstract enough to be embracing all type of company and industries.

Database on cloud computing is in the last level. Database is localized in Cloud. This requires that all servers that have the databases must be synchronized to provide the most recent data.

ERP Axis includes several levels, consisting of Ad Hoc Multi-Instance, Configurable Single-Instance / Multi-Tenant, Single-Instance with Multi-Tenant and Virtual System Space with Load Balancing.

In Ad Hoc Multi-Instance level, each company has his own instance, having each tenant a dedicated share of the instance - including its data, configuration, user management, individual tenant functionality and non-functional properties (Krebs et al. 2012).

Configurable Single-Instance / Multi-Tenant is an evolution that applies all mentioned in the last level but with the particularity that each company has this own configurable data without sharing with others companies in the same instance.

Single-Instance with Multi-Tenant is a level where companies have same instance where each one has their own data.

Virtual System Space with Load Balancing is the last level is the evolution where servers can balance network load between various servers to not penalize performance and user usability.

Customization Axis includes Translation, Country GL Account Implementation, and Country Certification of invoicing software.

Translation is the initial base to be customizing ERP to Country specifications. All phases must the translated to Country main language.

Country GL Account Implementation to be working to particular country ERP must have GL Accounting implement. This is important to extract reports like balance, company status to investors.

Country Certification of invoicing software is a specific case to Portugal, where ERP must be compliant with Invoice Software Certification rules. There are main objectives: share data between company and AT, certificate invoices, secure data and log in.

Business Axis includes several levels, consisting of Ad Hoc Contract, Standardized SLA (Service level Agreement), Measurable SLA and Optimized SLA.

In the Ad Hoc Contract level, contract with the company are performed as necessary according to needs at that moment.

In Standardized SLA level all contracts are generated based on standard SLA defined by the company who provides the service.

In Measurable SLA level all SLA are measurable to guarantee the customer best experience.

In last level (Optimized SLA), all SLA are optimized to obtain best performance and customer experience. All SLA are monitored to act fast as possible to maintain client SLA contract when some problem arises.

3.2. ERP Service Architecture Proposal

From the proposed General ERP SaaS Maturity Model applied for Portugal Model, it is resulted in an ERP Service Architecture reference where guarantees the core features of ERP SaaS and the main components to be adapted to Portuguese reality mainly Certification of Financial Software, translation, and GL Account Plan.

ERP Service architecture is composed of seven main blocks. The first one is the Portal, this is where SLA contract is generated, by another word, this is where the contracting company will select what are main parameters that will give more importance. The second one is the infrastructure; this is where all database, network, computing, and instance will be controlled. This is where the ERP must grant that database will be supporting all operations, networking between client and server and computing for all customers operations. Security module should grant that all data is encrypted between server and client communications, all user must be authenticated and assigned authorization roles. Modules must be part of any ERP; there are some important modules that should be provided to clients, financial and logistic modules are important but depending on the company operations Human

Resource Planning, Sales, Purchasing or CRM can be completed to existing ERP modules. ERP Application will be responsible for guaranteeing that Country Certification of Invoice Software are apply according to country laws, translation of all phrases are translated to country main language and others if necessary. Operation module will be administered by consultants and administrators to perform security backups, users profiles and customization necessary to company business. Finally, presentation will be the face of the ERP, where end users will be performing operations, creating documents to support business using user controls and menus provided according to user profile created and associated to the user.

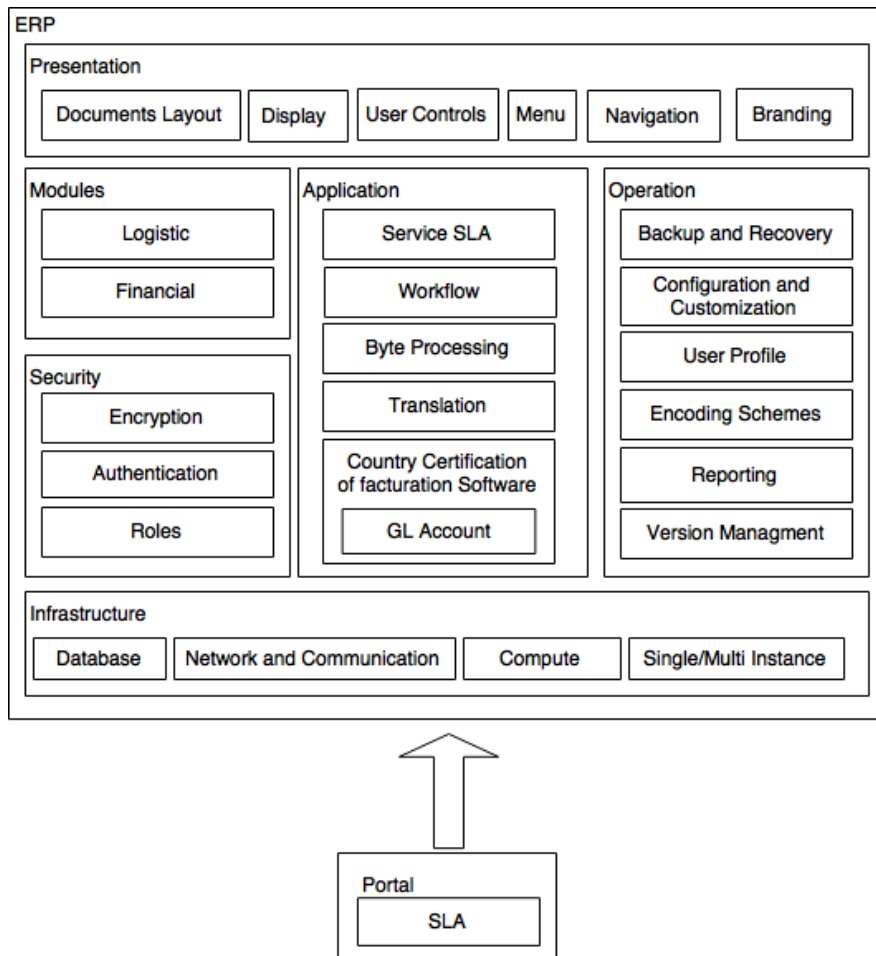


Figure 5 - ERP Service Architecture

3.3. Proposed Model vs. ERP Service Architecture Proposal

In this thesis are proposed a model and consequently based on model proposed architecture for ERP SaaS. Model represent the main axis that is necessary to be ERP working in SaaS model adapted to Portuguese Context while ERP Service Architecture Proposal explains in detail what must be done in various segments of the implementation, like security, operation, infrastructure.

The blue colour represents the Data Axis wherein architecture represent all work to be done in infrastructure level and encoding level. This is where ERP are prepared to be operating in SaaS context with distributing database in Cloud Computing, Network to prepare to receive an enormous amount of data and consequently treat data enough computing to process all without any problem in the servers.

The orange colour represent the ERP. ERP must be working in a single instance with the multi-tenant at the perfect level. This mean that work must be done in infrastructure to ensure that is possible and at the database level too.

The green colour represents all alterations that must be done like country certification of invoice software at the application level. Certification is the main component, but there is more to do like implementing Country GL Account and the translation of the whole system.

The red colour represents the contract that needs to be done with the company who will use the ERP in SaaS context. In the architecture where are the SLA in the portal where contract is done and then at the application level where they are measured to ensure the best to the company who contract the service.

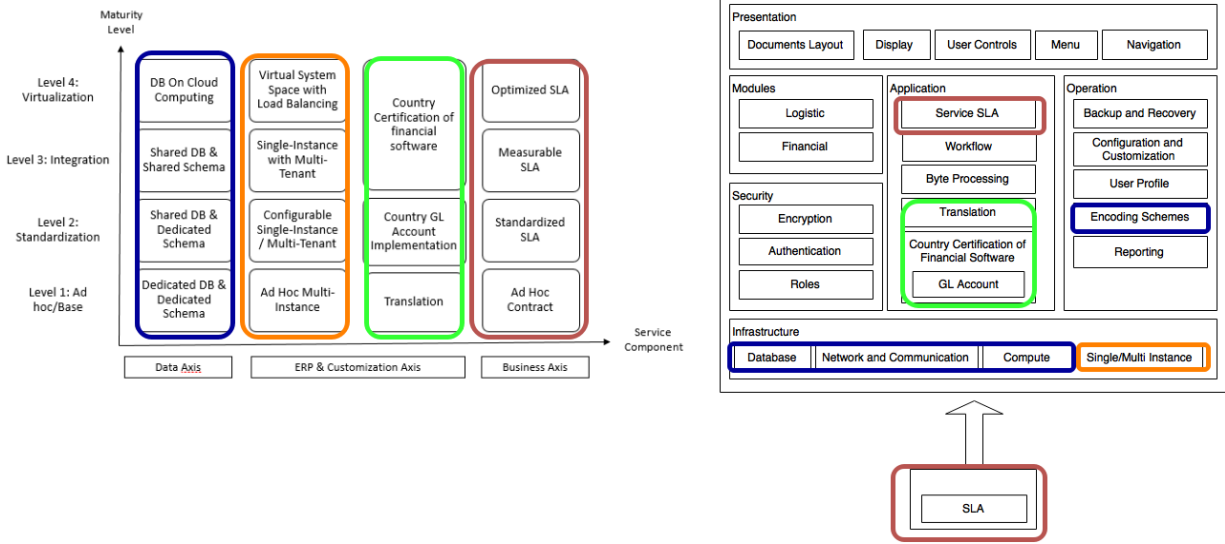


Figure 6 - Proposed Model and corresponding ERP Service Architecture

4. Implementation

From the base template model from ERP Service Architecture, there was made changes and adapted some parts from the initial Front Accounting ERP. The whole system has been translated from English to Portuguese, ERP Branding to IUL ERP and new implementation of new logos, Adaptation of some documents layouts, implementation of Portuguese Chart of Account, and implementation of basic HCM module (Human Capital Management). Main differences are in orange box meaning which parts have already been adapted/worked to work to the Portuguese reality.

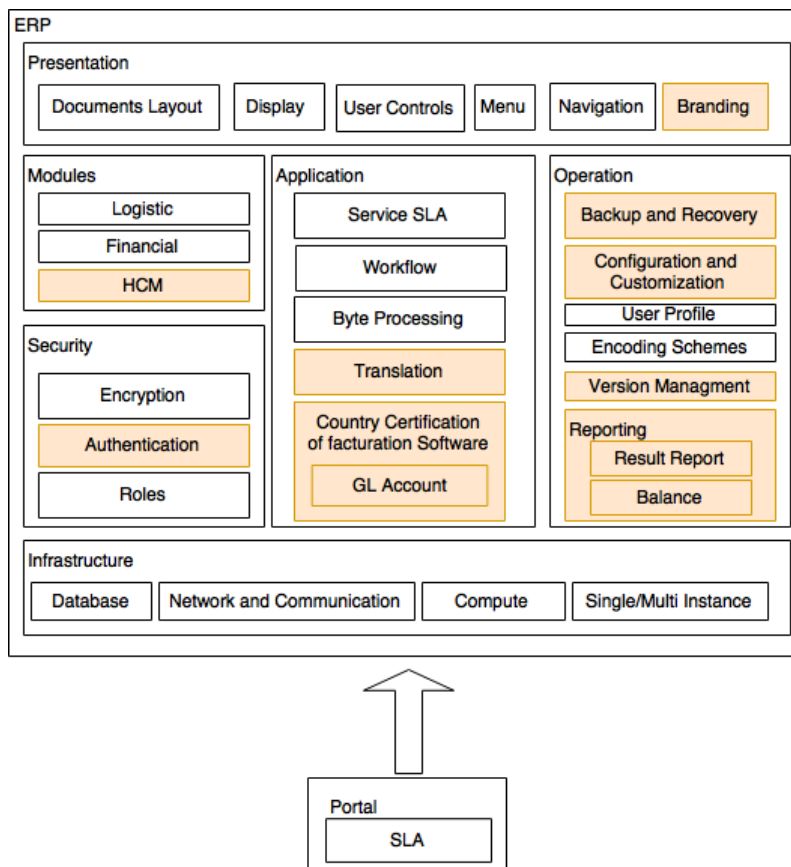


Figure 7 - ERP Service Architecture

4.1. Presentation

4.1.1. Branding

In order to create a new branding from the Front Accounting with the implementation of new alterations there was a need to create a new logo with the name “IUL ERP” association

to the university name. To replace the existing logos there was a need to replace the existing one in the following paths:

- ...\\themes\\default\\images\\logo_frontaccounting.jpg
- ...\\themes\\default\\images\\logo_frontaccounting.png
- ...\\themes\\default\\images\\Favicon.ico

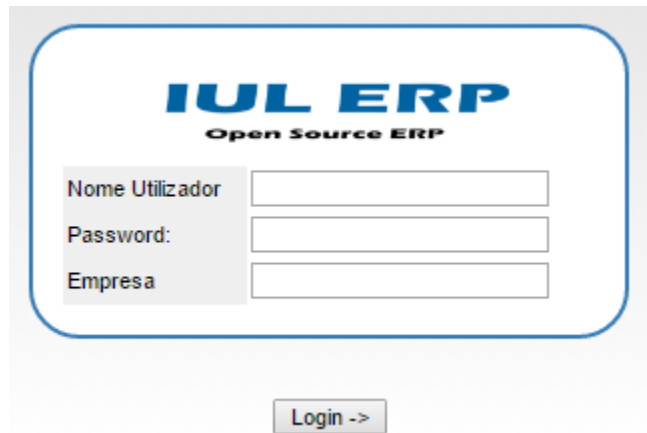


Figure 8 - IUL ERP Login Page

And change the file config.php to refer to the university website and to name the new name visible to the whole system.

```
$app_title = "IUL ERP";  
$power_by = "IUL ERP";  
$power_url = "http://www.iscte-iul.pt/home.aspx";  
$show_users_online = 1;  
$hide_inaccessible_menu_items = 1;
```

4.2. Modules

4.2.1. ERP Components

Front Accounting is divided into six main components, they are: Sales, Purchases, Items and inventory, manufacturing, Banking and General Ledger and Setup. In each of principal components are available subcomponents to the user: transactions, inquiries and reports and Maintenance. Main components represent the key areas of the company where can be divided into departments like.

Table 5 shows details of the Sales and Purchase components. Those components are related to the logistics area. Sales component is used by company vendors. In the subcomponents are transactions where user uses to perform daily operations like sales order entry or invoice entry. In the Inquiries and Reports the manager can extract reports to analyse operators works and company performance issues while in Maintenance is where is maintained all master data and the customization made.

Table 5 - Summary of Sales and Purchases

	Sales	Purchases
Transactions	Sales Quotation Entry Sales Order Entry Direct Delivery Direct Invoice Delivery Against Sales Orders Invoice Against Sales Delivery Invoice Prepaid Orders Template Delivery Template Invoice Create and Print Recurrent Invoices Customer Payments Customer Credit Notes Allocate Customer Payments or Credit Notes	Purchase Order Entry Outstanding Purchase Orders Maintenance Direct GRN Direct Supplier Invoice Payments to Suppliers Supplier Invoices Supplier Credit Notes Allocate Supplier Payments or Credit Notes
Inquiries and Reports	Sales Quotation Inquiry Sales Order Inquiry Customer Transaction Inquiry Customer Allocation Inquiry Customer and Sales Reports	Purchase Orders Inquiry Supplier Transaction Inquiry Supplier Allocation Inquiry Supplier and Purchasing Reports

Maintenance	Add and Manage Customers Customer Branches Sales Groups Recurrent Invoices Sales Types Salesperson Sales Areas Credit Status Setup	Suppliers
-------------	--	-----------

Table 6 shows the item and inventory and manufacturing components. Those components are related to operation management. Operation Management is used by operators who controls stock or works in warehouse. In the subcomponents are transactions where the user uses to perform daily operations like transfers or inventory adjustments. In the Inquiries and Reports the manager can extract reports to analyse operators works and company performance issues while in Maintenance is where is maintained all master data and the customization made.

Table 6 - Summary of Item and Inventory and Manufacturing

	Item and inventory	Manufacturing
Transactions	Inventory Location Transfers Inventory Adjustments	Work Order Entry Outstanding Work Orders
Inquiries and Reports	Inventory Item Movements Inventory Item Status Inventory Reports	Costed Bill Of Material Inquiry Inventory Item Where Used Inquiry Work Order Inquiry Manufacturing Reports
Maintenance	Items Foreign Item Codes Sales Kits Item Categories Inventory Locations Units of Measure Reorder Levels Sales Pricing Purchasing Pricing Standard Costs	Bills Of Material Work Centres

Table 7 shows the Banking and General Ledger and Setup components. Those components are related to the company definition and also to financial area. Financial area is used by company employees that work with accountants. In the subcomponents are transactions where user uses to perform daily operations like payments or deposits. In the Inquiries and Reports the manager can extract reports to analyse operators works and company performance issues while in Maintenance is where is maintained all master data and the customization made.

Table 7 - Summary of Banking and General Ledger and Setup

	Banking and General Ledger	Setup
Transactions	Payments Deposits Bank Account Transfers Journal Entry Budget Entry Reconcile Bank Account Revenue / Costs Accruals	Company Setup User Accounts Setup Access Setup Display Setup Transaction References Taxes Tax Groups Item Tax Types System and General GL Setup Fiscal Years Print Profiles
Inquiries and Reports	Inquiries and Reports Journal Inquiry GL Inquiry Bank Account Inquiry Tax Inquiry Trial Balance Balance Sheet Drilldown Profit and Loss Drilldown Banking Reports General Ledger Reports	Payment Terms Shipping Company Points of Sale Printers Contact Categories
Maintenance	Bank Accounts Quick Entries Account Tags Currencies Exchange Rates GL Accounts GL Account Groups GL Account Classes Closing GL Transactions	Void a Transaction View or Print Transactions Attach Documents System Diagnostics Backup and Restore Create/Update Companies Install/Update Languages Install/Activate Extensions Install/Activate Themes Install/Activate Chart of Accounts

	Revaluation of Currency Accounts	Software Upgrade
--	----------------------------------	------------------

4.2.2. Installation of Human Capital Management Module

To active the HRM module do:

.../includes/access_levels.inc

```
define('SS_HRM',          71<<8);
Ss_HRM => _("Human Resource Management")

// HUMAN RESOURCE MANAGMENT
'SA_HRMSETUP' => array(SS_HRM|1, _("HRM Setup")),
'SA_EMPLOYEE' => array(SS_HRM|2, _("Employee")),
```

File .../frontaccounting.php

```
include_once($path_to_root
'/HumanResourceManagement/HumanResourceManagement.php');
```

4.3. Security

4.3.1. Authentication

To ensure that company names that are working in this ERP are not displayed there was a need to hide that data, in this case, every user must fill username, password and company name.

```
$text_company_selection = true;
```

4.4. Application

4.4.1. Translation

In order to translate the whole ERP the software, Poedit was used to translate English words to Portuguese with variables used in the English language.

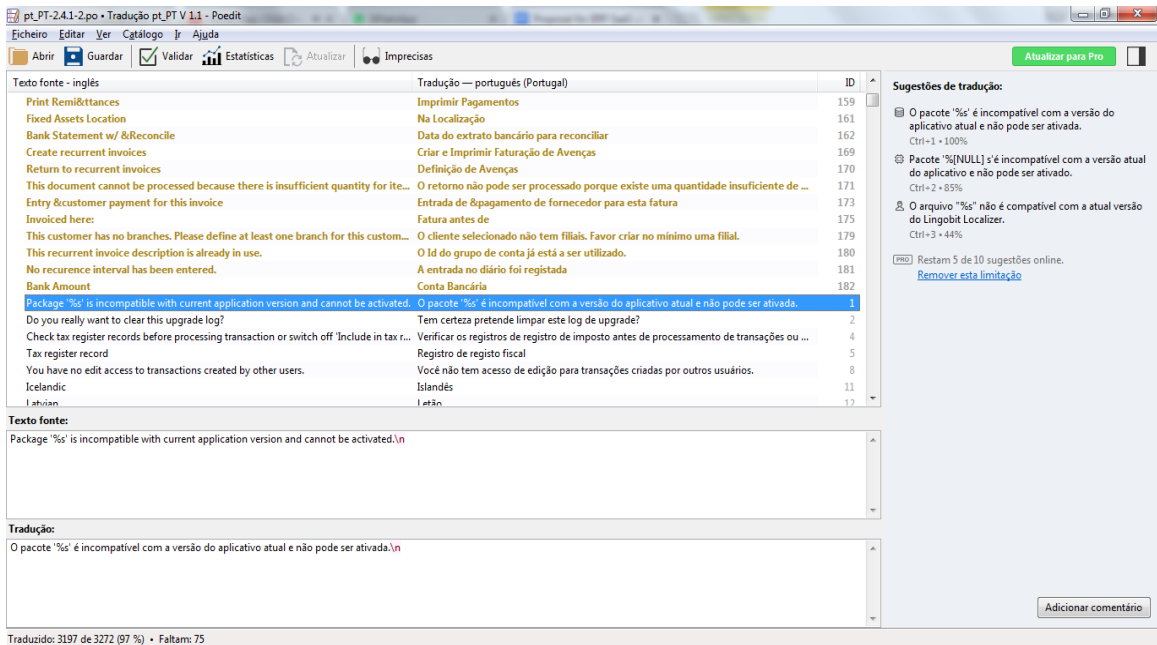


Figure 8 - Printscreen of Poedit Software

To allow Portuguese language change file installed_languages.inc

```
'encoding' => 'UTF-8',
```

4.4.2. Certification of invoicing software in Portugal

To certificate software with handles with financial data, there are some software requirements that need to be archived in Portugal imposed by AT (Autoridade Tributaria). The Portuguese Certification Legal Document is available in Appendix B. *“The global tax landscape is riddled with gaps, inconsistencies, and impending change. And for technology companies, this means that cloud tax issues and impacts are plentiful, complex and significant.”* (Ernst and Young 2015 page 4)

4.4.3. Chart of Accounts of Portugal – SNC

4.4.3.1. Filling with data

To populate the Chart of Account without using the system, there was make necessary to create SQL statements in order to create with a fast solution with the complete Chart

without human interaction error. There are a small piece of code used to dump the Chart Table:

```
--
-- Dumping data for table `0_chart_master`
--
INSERT INTO `0_chart_master` VALUES('1060', '', 'Checking
Account', '1', 0);
INSERT INTO `0_chart_master` VALUES('1065', '', 'Petty Cash',
'1', 0);
INSERT INTO `0_chart_master` VALUES('1200', '', 'Accounts
Receivables', '1', 0);
INSERT INTO `0_chart_master` VALUES('1205', '', 'Allowance for
doubtful accounts', '1', 0);
INSERT INTO `0_chart_master` VALUES('1510', '', 'Inventory', '2',
0);

--
-- Dumping data for table `0_chart_types`
--
INSERT INTO `0_chart_types` VALUES('1', 'Current Assets', '1',
'', 0);
INSERT INTO `0_chart_types` VALUES('2', 'Inventory Assets', '1',
'', 0);
INSERT INTO `0_chart_types` VALUES('3', 'Capital Assets', '1',
'', 0);
```

4.4.3.2. Chart Account Display

Portuguese Chart of Account is divided by numbers where the first number means which class and the next numbers show in which subclasses belongs. To make Chart of Account more perceptible, the chart of account was sorted by ID where we needed to change file `gl_db_account_types.inc` function `get_account_types`

```
$sql .= " ORDER BY id, class_id, parent";
```

4.5. Operation

4.5.1. Configuration and Customization

4.5.1.1. Date Formats

There was a need to make a configuration allow to use only date formats that are allowed in Software Certification.

```
$dateformats = array (  
    "DDMMYYYY",  
    "YYYYMMAA"  
);
```

4.5.2. Backup and Recovery

To have better control in backup and recovery only user with System Administrator Roles can have access to company data, this can be made in customizing using this path: Setup-> Access Setup.

The screenshot displays the 'Roles Administration' interface. At the top, there is a 'Role:' dropdown menu set to 'System Administrator' and a 'Show inactive:' checkbox. Below this, there are three input fields: 'Role name:' with 'System Administrator', 'Role description:' with 'System Administrator', and 'Current status:' with a dropdown menu set to 'Active'. A table below these fields lists permissions for the 'System administration' role, with a checkmark in the right column for each item.

Role name:	System Administrator
Role description:	System Administrator
Current status:	Active
System administration:	<input checked="" type="checkbox"/>
Install/update companies	<input checked="" type="checkbox"/>
Install/update languages	<input checked="" type="checkbox"/>
Install/upgrade modules	<input checked="" type="checkbox"/>
Software upgrades	<input checked="" type="checkbox"/>

Figure 9 - Roles Administration

4.5.3. Reporting

To enable reporting, extract dejavu.zip at ...\\reporting\\fonts

4.5.3.1. Result Report and Balance

Result Report and Balances still need to be validated with some expert to insure that it's valid from the company perspective. Right now with the implemented GL Account will be print down in the reports.

4.5.4. Version Management

To disable automatic version update is need to change the file version.php

```
$repo_auth = isset($SysPrefs->repo_auth) ? $SysPrefs->repo_auth
:
array(
    'login' => 'anonymous',
    'pass' => 'password',
    'host' => 'repo.frontaccounting.eu', // repo server
address
    'branch' => '2.4' // Repository branch for current
sources version
);
```

5. Preliminary Evaluation

In order to evaluate the approach, the system was presented to 3 group of users: Case 1, Case 2 and Case 3. Those cases were used to improve the system and approach. However, then, a generic evaluation of the system and approach was conducted, using a questionnaire.

5.1. Case 1

At 1st of April 2016 in ISCTE, the project was presented to a Master class from prof. Carlos Costa. The IUL ERP was introduced to the class and debated ideas about ERP and Open Source. Among the students, four students have had already contact with ERP in working context.

In what concerns feedback, some comments were related to technical issues, specially related to improvements in usability, like *“Date to Portuguese format”*, *“Translate missing translations”*, *“Remove URL in login, when pressing in logo was opening a new window”*, *“Menus links doesn’t after creating a new user”*, *“Material search popup somethings is missing”* or *“Material receive button should be more visible”*.

Other comments were more generic and are related to the nature of the SAAS, like *“Improve security about data”*.

Other feedbacks are related to the concerns of sustainability and continuity of the project: *“Question about the developed model of distribution and rewards that developer would had if they contribute to project”*.

5.2. Case 2

At 11th of April 2016 in ISCTE, the project was presented in a class of prof. Manuela Aparicio. In this class, ERP concepts were presented by Fernando Bento. There was seven students, two of them had already contact with ERP (one with Oracle and another with UNIT4 ERP). The feedback was good but they appointed the following improvements to make: *“Translation of some words that are still in English”*, *“Improvements to make in reports (balance sheet, Income Statement by nature and by function)”* and *“Implementation of unit conversion (similar to rate conversion) in logistic module”*.

5.3. Case 3

At 19th of May, the project was presented in a class of the Master (MSc) in Computer Science and Engineering. There was 8 students present, all of them worked with others ERP's in their company. According to the student's feedback, "*engine should be improved*", there is a need to "*Improve warning/error to better display*" and to "*Create a workflow system in purchase order*".

5.4. Survey

To validate the implementation, it was tested with 117 users from ISCTE-IUL where 38% was a female, and 61% was male with average age of 25 years old. From the studied universe 40% had Graduation Scholarly, 27% Master's degree and 25% from High School.

Table 8 -Key-users characterization

Scholarity	
High school	24,79%
Graduation	40,17%
Postgraduate studies	7,69%
Master's degree	27,35%

Gender	
Female	39,32%
Male	60,68%

Age	
Mode	18
Average	25
Median	23

From the question "User Satisfaction Please indicate your satisfaction with the ERP of your organization." with the response range between 1 (Strongly disagree) and 7 (Totally agree) to the answers: "it supports my work area properly", "it's efficient", "it's effective" and "satisfy me in a comprehensive manner" most of the answers are between 4 and 6 meaning that most of the answers are Neither agree or disagree to agree.

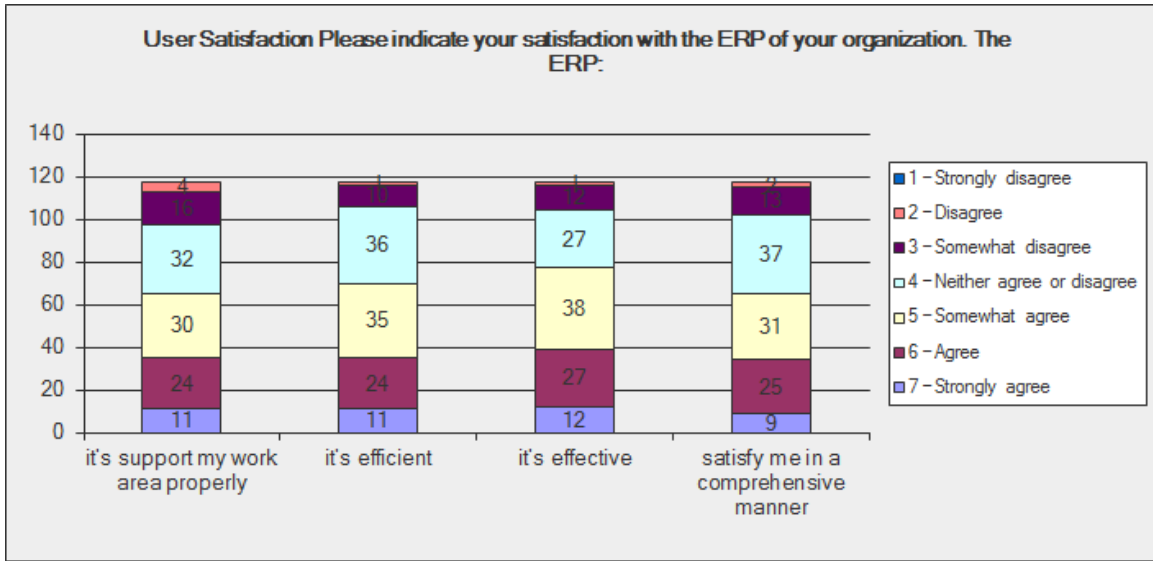


Figure 10 - Answer from question "User Satisfaction Please indicate your satisfaction with the ERP of your organization."

At the end of the questionnaire, it was asked to the respondents to give their opinion about the Software/ service. Some comments were very supportive but also giving some suggestions, for example: "Good luck :) still watching" or "Congratulations for the initiative. I had trouble with pop ups, I think you should try to make a little faster system".

Some comments were related to specific errors: "With the short time of use, it seemed intuitive and easy to use. Fast running in the cloud and fast processing (simple cases at least). Only problem I found was the need to open pop-up windows and, when it opened, gave no indication of what the problem." or "(Error in step 4, was not continued to exercise, or performed Make order)".

Other suggestions were also related to the way how to promote the service: "I think we should find ways to promote more ERP Cloud." or "The ERP should have greater appeal to their use".

6. Conclusions and Future Work

6.1. Conclusions

The main purpose of this dissertation is to Propose an ERP SaaS using an Open Source System.

To create this proposal, it was performed a literature review. This literature review allows identifying possible models and architectures related to SAAS. Specifically, it was studied in detail a general maturity model and reference architecture for SaaS. Supported in the literature review, and specifically, in this generic model for any software, it was possible to create a model and architecture specific to ERP.

To assess the feasibility of the proposal, it was developed a prototype. The prototype consisted in the implementation of an ERP SAAS supported in an open source web based ERP.

To validate the framework, the system was experimented by MSc students, having working experience in ERP. Results show that some technical issues must be improved. However, the approach seems to be adequate.

6.2. Contributions

This dissertation has as the main theoretical contribution the creation of a new model and architecture of ERP. This architectu derived a list of guidelines. In what concerns practical contributions, this dissertation allowed the development of a small ERP system specially adapted to the context of SME. This software is also adequate for education context. This was possible as long as it was used as support a previous open source ERP. Moreover, it was based on this open source ERP that was developed the new one.

6.3. Future Work

The approach was implemented in a specific case, however, it should be tested in more cases, using other technologies.

In what concern practical aspects, the software was not completely implemented.

References

- Al-Mashari, Majed, and Mohamed Zairi (2000). "Supply-chain Re-engineering Using Enterprise Resource Planning (ERP) Systems: An Analysis of a SAP R/3 Implementation Case." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 30, no. 3/4 (April 2000): 296–313. doi:10.1108/09600030010326064
- Amazon (2016), "What Is Cloud Computing? - Amazon Web Services." Amazon Web Services, Inc. Accessed October 26, 2016. <https://aws.amazon.com/what-is-cloud-computing/>
- Ampeire, G., & Seymour, L. (2016). Students' Perceived ERP Competence Gains: Evidence from an African Case Study. In *Proceedings of the Annual Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists* (p. 2:1–2:8). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2987491.2987532>
- Bento, F., & Costa, C. J. (2013). ERP Measure Success Model; a New Perspective. In *Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication* (pp. 16–26). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2503859.2503863>
- Costa, C. J. (2010a). Supporting ERP Open Source Customization with UML. In *Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication* (pp. 31–34). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1936755.1936764>
- Costa, C. J. (2010b). Testing Usability of ERP Open Source Systems. In *Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication* (pp. 25–30). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1936755.1936763>
- Costa, C. J., Ferreira, E., Bento, F., & Aparicio, M. (2016). Enterprise resource planning adoption and satisfaction determinants. *Computers in Human Behavior*, 63, 659–671. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.090>
- Davenport, Thomas H. (2012) "Putting the Enterprise into the Enterprise System." *Harvard Bus. Rev.* 76, no. 4 (July 1998): 121–131.
- Ernest & Young (2015) Cloud taxation issues and impacts. (n.d.). Retrieved October 25, 2016, from [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-cloud-taxation-issues-and-impacts/\\$FILE/EY-cloud-taxation-issues-and-impacts.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-cloud-taxation-issues-and-impacts/$FILE/EY-cloud-taxation-issues-and-impacts.pdf)
- European Union (2012), "The Future of Cloud Computing opportunities for European Cloud Computing beyond 2010 - Expert Group Report." *Digital Single Market*. Accessed October 25, 2016. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/future-cloud-computing-opportunities-european-cloud-computing-beyond-2010-expert-group-report>
- Gartner (2012) "Cloud Computing." *Gartner IT Glossary*, February 8, 2012. <http://www.gartner.com/it-glossary/cloud-computing>.
- Gartner (2012) "Deine ASP - Application Service Provider." *Gartner IT Glossary*, February 9, 2012. <http://www.gartner.com/it-glossary/asp-application-service-provider/>
- GNU (2016) "Gnu.org." Accessed October 25, 2016. <http://www.gnu.org/copyleft/gpl-3.0.html>
- Haselmann, Till, and Gottfried Vossen. (2011) "Software-as-a-Service in Small and Medium Enterprises: An Empirical Attitude Assessment." In *Proceedings of the 12th International Conference on Web Information System Engineering*, 43–56. WISE'11. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2050963.2050968>
- Illa, X. B., Franch, X., & Pastor, J. A. (2000). Formalising ERP Selection Criteria. In *Proceedings of the 10th International Workshop on Software Specification and Design* (p. 115–). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. Retrieved from <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=857171.857217>
- Kang, S., Myung, J., Yeon, J., Ha, S., Cho, T., Chung, J., & Lee, S. (2010). A General Maturity Model and Reference Architecture for SaaS Service. In H. Kitagawa, Y. Ishikawa, Q. Li, & C. Watanabe (Eds.),

- Database Systems for Advanced Applications (pp. 337–346). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-12098-5_28
- Kavanagh, P. (2004). Open source software: implementation and management. Amsterdam; Boston: Elsevier Digital Press. Retrieved from <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=226731>
- Krebs, R., Momm, C., & Kounev, S. (2012). Architectural Concerns in Multi-Tenant SaaS Applications. In ResearchGate. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/264942141_Architectural_Concerns_in_Multi-Tenant_SaaS_Applications
- Kumar, R., & Charu, S. (2015). An Importance of Using Virtualization Technology in Cloud Computing. *Global Journal of Computers & Technology*, 1(2), 56–60.
- Mell, P. M., & Grance, T. (2011). SP 800-145. The NIST Definition of Cloud Computing. Gaithersburg, MD, United States: National Institute of Standards & Technology.
- OSI (2016), “The Open Source Definition | Open Source Initiative.” Accessed January 2, 2016. <https://opensource.org/osd>
- Parks, N. E. (2012). Testing & Quantifying ERP Usability. In Proceedings of the 1st Annual Conference on Research in Information Technology (pp. 31–36). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2380790.2380799>
- Pinheiro, P., Aparicio, M., & Costa, C. (2014). Adoption of Cloud Computing Systems. In Proceedings of the International Conference on Information Systems and Design of Communication (pp. 127–131). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2618168.2618188>
- Reixa, M., Costa, C., & Aparicio, M. (2012). Cloud Services Evaluation Framework. In Proceedings of the Workshop on Open Source and Design of Communication (pp. 61–69). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2316936.2316948>
- Ruivo, P., Oliveira, T., & Neto, M. (2014). Examine ERP post-implementation stages of use and value: Empirical evidence from Portuguese SMEs. *International Journal of Accounting Information Systems*, 15(2), 166-184
- Savolainen, E. (2012). Cloud Service Models. *Seminar – Cloud Computing and Web Services*. Helsinki: University Of Helsinki.
- Seethamraju, Ravi. (2015) “Adoption of Software as a Service (SaaS) Enterprise Resource Planning (ERP) Systems in Small and Medium Sized Enterprises (SMEs).” *Information Systems Frontiers* 17, no. 3 (June 2015): 475–92. doi:10.1007/s10796-014-9506-5.
- Silva, A. J. (2010). Implementação de um sistema de informação geográfica numa autarquia utilizando software livre e de código aberto.
- Ziegler, J.R., (1968) What Is Time Sharing? *Management Review*, 1968. 57(4): p. 52.

Appendixes

Appendix A: Chart of accounts of Portugal – SNC (according to Decreto-Lei n.º 158/2009)

<i>Conta</i>	<i>Descrição</i>
1	MEIOS FINANCEIROS LÍQUIDOS
11	Caixa
12	Depósitos à ordem
13	Outros depósitos bancários
14	Outros Instrumentos financeiros
141	Derivados
1411	Potencialmente favoráveis
1412	Potencialmente desfavoráveis
142	Instrumentos financeiros detidos para negociação
1421	Activos financeiros
1422	Passivos financeiros
143	Outros activos e passivos financeiros (justo valor através dos resultados)
1431	Outros activos financeiros
1432	Outros passivos financeiros
2	CONTAS A RECEBER E A PAGAR
21	Clientes
211	Clientes c/c
2111	Clientes gerais
2112	Clientes – empresa-mãe
2113	Clientes - empresas subsidiárias
2114	Clientes - empresas associadas
2115	Clientes - empreendimentos conjuntos
2116	Clientes - outras partes relacionadas
212	Clientes - títulos a receber
2121	Clientes gerais
2122	Clientes – empresa-mãe
2123	Clientes - empresas subsidiárias
2124	Clientes - empresas associadas
2125	Clientes - empreendimentos conjuntos
2126	Clientes - outras partes relacionadas
215	Clientes - não correntes
217	Clientes de cobrança duvidosa
218	Adiantamentos de clientes
219	Perdas por imparidade acumuladas
2191	Perdas por imparidade acumuladas – correntes
2192	Perdas por imparidade acumuladas – não correntes
22	Fornecedores

221	Fornecedores c/c
2211	Fornecedores gerais
2212	Fornecedores – empresa-mãe
2213	Fornecedores - empresas subsidiárias
2214	Fornecedores - empresas associadas
2215	Fornecedores - empreendimentos conjuntos
2216	Fornecedores - outras partes relacionadas
222	Fornecedores - títulos a pagar
2221	Fornecedores gerais
2222	Fornecedores – empresa-mãe
2223	Fornecedores - empresas subsidiárias
2224	Fornecedores - empresas associadas
2225	Fornecedores - empreendimentos conjuntos
2226	Fornecedores - outras partes relacionadas
225	Facturas em recepção e conferência
228	Adiantamentos a fornecedores
229	Perdas por imparidade acumuladas
23	Pessoal
231	Remunerações a pagar
2311	Aos órgãos sociais
2312	Ao pessoal
232	Adiantamentos
2321	Aos órgãos sociais
2322	Ao pessoal
237	Cauções
2371	Dos órgãos sociais
2372	Do pessoal
238	Outras operações
2381	Com os órgãos sociais
2382	Com o pessoal
239	Perdas por imparidade acumuladas
24	Estado e outros entes públicos
241	Imposto sobre o rendimento
242	Retenção de impostos sobre rendimentos
243	Imposto sobre o valor acrescentado (IVA)
2436	IVA - A pagar
2437	IVA - A recuperar
2438	IVA - Reembolsos pedidos
2439	IVA - Liquidações oficiosas
244	Outros impostos
245	Contribuições para a Segurança Social
246	Tributos das autarquias locais
248	Outras tributações

249	Estado e outros entes públicos (acordos) - não correntes
25	Financiamentos obtidos
251	Instituições de crédito e sociedades financeiras
2511	Empréstimos bancários
25111	Empréstimos bancários - correntes
25112	Empréstimos bancários - não correntes
2512	Descobertos bancários
2513	Locações financeiras
25131	Locações financeiras - correntes
25132	Locações financeiras - não correntes
252	Mercado de valores mobiliários
2521	Empréstimos por obrigações
25211	Empréstimos por obrigações - correntes
25212	Empréstimos por obrigações - não correntes
253	Participantes de capital
2531	Empresa-mãe - Suprimentos e outros mútuos
25311	Empresa-mãe - Suprimentos e outros mútuos - correntes
25312	Empresa-mãe - Suprimentos e outros mútuos - não correntes
2532	Outros participantes - Suprimentos e outros mútuos
25321	Outros participantes - Suprimentos e outros mútuos - correntes
25322	Outros participantes - Suprimentos e outros mútuos - não correntes
254	Subsidiárias, associadas e empreendimentos conjuntos
2541	Subsidiárias, associadas e empreendimentos conjuntos - correntes
2542	Subsidiárias, associadas e empreendimentos conjuntos - não correntes
258	Outros financiadores
2581	Outros financiadores - correntes
2582	Outros financiadores - não correntes
26	Accionistas/sócios
261	Accionistas c/ subscrição
262	Quotas não liberadas
263	Adiantamentos por conta de lucros
264	Resultados atribuídos
265	Lucros disponíveis
266	Empréstimos concedidos – empresa – mãe
2661	Empréstimos concedidos – empresa – mãe – correntes
2662	Empréstimos concedidos – empresa – mãe – não correntes
268	Outras operações
2681	Outras operações – correntes
2682	Outras operações – não correntes
269	Perdas por imparidade acumuladas
2691	Perdas por imparidade acumuladas – correntes
2692	Perdas por imparidade acumuladas – não correntes
27	Outras contas a receber e a pagar

271	Fornecedores de investimentos
2711	Fornecedores de investimentos - contas gerais
27111	Fornecedores de investimentos - contas gerais - correntes
27112	Fornecedores de investimentos - contas gerais - não correntes
2712	Facturas em recepção e conferência
2713	Adiantamentos a fornecedores de investimentos
272	Devedores e credores por acréscimos
2721	Devedores por acréscimos de rendimentos
27211	Juros a receber
27219	Outros acréscimos de rendimentos
2722	Credores por acréscimos de gastos
27221	Seguros a Liquidar
27222	Remunerações a liquidar
27223	Juros a liquidar
27229	Outros credores por acréscimos de gastos
273	Benefícios pós-emprego
274	Impostos diferidos
2741	Activos por impostos diferidos
2742	Passivos por impostos diferidos
275	Credores por subscrições não liberadas
276	Adiantamentos por conta de vendas
278	Outros devedores e credores
2781	Outros devedores e credores - correntes
2782	Outros devedores e credores - não correntes
279	Perdas por imparidade acumuladas
2791	Perdas por imparidade acumuladas – correntes
2792	Perdas por imparidade acumuladas – não correntes
28	Diferimentos
281	Gastos a reconhecer
282	Rendimentos a reconhecer
29	Provisões
291	Impostos
292	Garantias a clientes
293	Processos judiciais em curso
294	Acidentes de trabalho e doenças profissionais
295	Matérias ambientais
296	Contratos onerosos
297	Reestruturação
298	Outras provisões
3	INVENTÁRIOS E ACTIVOS BIOLÓGICOS
31	Compras
311	Mercadorias
312	Matérias-primas, subsidiárias e de consumo

3121	Matérias-primas
3122	Matérias subsidiárias
3123	Embalagens
3124	Materiais diversos
313	Activos biológicos
3131	Activos Biológicos – Consumo
3132	Activos Biológicos – Produção
317	Devoluções de compras
3171	Devoluções de compras de mercadorias
3172	Devoluções de compras de matérias-primas, subsidiárias e de consumo
3173	Devoluções de compras de activos biológicos
31731	Devoluções de compras de activos biológicos – Consumo
31732	Devoluções de compras de activos biológicos – Produção
318	Descontos e abatimentos em compras
3181	Descontos e abatimentos em compras de mercadorias
3182	Descontos e abatimentos em compras de matérias-primas, subsidiárias e de consumo
3183	Descontos e abatimentos em compras de activos biológicos
31831	Descontos e abatimentos em compras de activos biológicos – Consumo
31832	Descontos e abatimentos em compras de activos biológicos – Produção
32	Mercadorias
321	Mercadorias em armazém
325	Mercadorias em trânsito
326	Mercadorias em poder de terceiros
329	Perdas por imparidade acumuladas
33	Matérias-primas, subsidiárias e de consumo
331	Matérias-primas
332	Matérias subsidiárias
333	Embalagens
334	Materiais diversos
335	Matérias em trânsito
339	Perdas por imparidade acumuladas
34	Produtos acabados e intermédios
341	Produtos acabados e intermédios
346	Produtos em poder de terceiros
349	Perdas por imparidade acumuladas
35	Subprodutos, desperdícios, resíduos e refugos
351	Subprodutos
352	Desperdícios, resíduos e refugos
359	Perdas por imparidade acumuladas
36	Produtos e trabalhos em curso
37	Activos biológicos
371	Consumíveis
3711	Animais

3712	Plantas
372	De produção
3721	Animais
3722	Plantas
373	Activos Biológicos – Produção – Modelo de custo
3731	Animais
3732	Plantas
3738	Depreciação - activos biológicos - ao custo
3739	Imparidades - activos biológicos - ao custo
38	Reclassificação e regularização de inventários e activos biológicos
382	Mercadorias
383	Matérias-primas, subsidiárias e de consumo
384	Produtos acabados e intermédios
385	Subprodutos, desperdícios, resíduos e refugos
386	Produtos e trabalhos em curso
387	Activos biológicos
3871	Activos biológicos - consumíveis
3872	Activos biológicos - de produção
39	Adiantamentos por conta de compras
4	INVESTIMENTOS
41	Investimentos financeiros
411	Investimentos em subsidiárias
4111	Participações de capital - método da equivalência patrimonial
4112	Participações de capital - outros métodos
4113	Empréstimos concedidos
412	Investimentos em associadas
4121	Participações de capital - método da equivalência patrimonial
4122	Participações de capital - outros métodos
4123	Empréstimos concedidos
413	Investimentos em entidades conjuntamente controladas
4131	Participações de capital - método da equivalência patrimonial
4132	Participações de capital - outros métodos
4133	Empréstimos concedidos
414	Investimentos noutras empresas
4141	Participações de capital
4142	Empréstimos concedidos
415	Outros investimentos financeiros
4151	Detidos até à maturidade
4158	Outros
419	Perdas por imparidade acumuladas
4191	Imparidade - Investimentos financeiros - método da equivalência patrimonial
4192	Imparidade - Investimentos financeiros - outros métodos
4193	Imparidade - Investimentos financeiros - outros

42	Propriedades de investimento
421	Terrenos e recursos naturais
422	Edifícios e outras construções
426	Outras propriedades de investimento
428	Depreciações acumuladas
4281	Depreciações - Terrenos e recursos naturais
4282	Depreciações - Edifícios e outras construções
4286	Depreciações - Outras propriedades de investimento
429	Perdas por imparidade acumuladas
4291	Imparidade - Terrenos e recursos naturais
4292	Imparidade - Edifícios e outras construções
4296	Imparidade - Outras propriedades de investimento
43	Activos fixos tangíveis
431	Terrenos e recursos naturais
432	Edifícios e outras construções
433	Equipamento básico
434	Equipamento de transporte
435	Equipamento administrativo
436	Equipamentos biológicos
437	Outros activos fixos tangíveis
438	Depreciações acumuladas
4381	Depreciações – Terrenos e recursos naturais
4382	Depreciações – Edifícios e outras construções
4383	Depreciações – Equipamento básico
4384	Depreciações – Equipamento de transporte
4385	Depreciações – Equipamento administrativo
4386	Depreciações – Equipamentos biológicos
4387	Depreciações – Outros activos fixos tangíveis
439	Perdas por imparidade acumuladas
4391	Imparidade – Terrenos e recursos naturais
4392	Imparidade – Edifícios e outras construções
4393	Imparidade – Equipamento básico
4394	Imparidade – Equipamento de transporte
4395	Imparidade – Equipamento administrativo
4396	Imparidade – Equipamentos biológicos
4397	Imparidade – Outros activos fixos tangíveis
44	Activos intangíveis
441	Goodwill
442	Projectos de desenvolvimento
443	Programas de computador
444	Propriedade industrial
446	Outros activos intangíveis
448	Amortizações acumuladas

4482	Amortizações – Projectos de desenvolvimento
4483	Amortizações – Programas de computador
4484	Amortizações – Propriedade industrial
4486	Amortizações – Outros activos intangíveis
449	Perdas por imparidade acumuladas
4491	Imparidade – Goodwill
4492	Imparidade – Projectos de desenvolvimento
4493	Imparidade – Programas de computador
4494	Imparidade – Propriedade industrial
4496	Imparidade – Outros activos intangíveis
45	Investimentos em curso
451	Investimentos financeiros em curso
452	Propriedades de investimento em curso
453	Activos fixos tangíveis em curso
454	Activos intangíveis em curso
455	Adiantamentos por conta de investimentos
4551	Adiantamentos por conta de investimentos financeiros
4552	Adiantamentos por conta de activos fixos tangíveis
4553	Adiantamentos por conta de activos intangíveis
4554	Adiantamentos por conta de propriedade de investimento
459	Perdas por imparidade acumuladas
4591	Investimentos financeiros em curso
4592	Propriedades de investimento em curso
4593	Activos fixos tangíveis em curso
4594	Activos intangíveis em curso
46	Activos não correntes detidos para venda
461	Activos não correntes detidos para venda
469	Perdas por imparidade acumuladas
5	CAPITAL, RESERVAS E RESULTADOS TRANSITADOS
51	Capital
52	Acções (quotas) próprias
521	Valor nominal
522	Descontos e prémios
53	Outros instrumentos de capital próprio
54	Prémios de emissão
55	Reservas
551	Reservas legais
552	Outras reservas
56	Resultados transitados
57	Ajustamentos em activos financeiros
571	Relacionados com o método da equivalência patrimonial
5711	Ajustamentos de transição
5712	Lucros não atribuídos

5713	Decorrentes de outras variações nos capitais próprios das participadas
579	Outros
58	Excedentes de revalorização de activos fixos tangíveis e intangíveis
581	Reavaliações decorrentes de diplomas legais
5811	Antes de imposto sobre o rendimento
5812	Impostos diferidos
589	Outros excedentes
5891	Antes de imposto sobre o rendimento
5892	Impostos diferidos
59	Outras variações no capital próprio
591	Diferenças de conversão de demonstrações financeiras
592	Ajustamentos por impostos diferidos
593	Subsídios
594	Doações
599	Outras
6	GASTOS
61	Custo das mercadorias vendidas e das matérias consumidas
611	Mercadorias
612	Matérias-primas, subsidiárias e de consumo
613	Activos biológicos (compras)*
62	Fornecimentos e serviços externos
621	Subcontratos
622	Serviços especializados
6221	Trabalhos especializados
6222	Publicidade e propaganda
6223	Vigilância e segurança
6224	Honorários
6225	Comissões
6226	Conservação e reparação
6228	Outros
623	Materiais
6231	Ferramentas e utensílios de desgaste rápido
6232	Livros e documentação técnica
6233	Material de escritório
6234	Artigos para oferta
6238	Outros
624	Energia e fluidos
6241	Electricidade
6242	Combustíveis
6243	Água
6248	Outros
625	Deslocações, estadas e transportes
6251	Deslocações e estadas

6252	Transportes de pessoal
6253	Transportes de mercadorias
6258	Outros
626	Serviços diversos
6261	Rendas e alugueres
6262	Comunicação
6263	Seguros
6264	Royalties
6265	Contencioso e notariado
6266	Despesas de representação
6267	Limpeza, higiene e conforto
6268	Outros serviços
63	Gastos com o pessoal
631	Remunerações dos órgãos sociais
632	Remunerações do pessoal
633	Benefícios pós-emprego
6331	Prémios para pensões
6332	Outros benefícios
634	Indemnizações
635	Encargos sobre remunerações
636	Seguros de acidentes no trabalho e doenças profissionais
637	Gastos de acção social
638	Outros gastos com o pessoal
64	Gastos de depreciação e de amortização
641	Propriedades de investimento
6411	Depreciações – Terrenos e recursos naturais
6412	Depreciações – Edifícios e outras construções
6413	Depreciações – Outras propriedades de investimento
642	Activos fixos tangíveis
6421	Depreciações – Terrenos e recursos naturais
6422	Depreciações – Edifícios e outras construções
6423	Depreciações – Equipamento básico
6424	Depreciações – Equipamento de transporte
6425	Depreciações – Equipamento administrativo
6426	Depreciações – Equipamentos biológicos
6427	Depreciações – Outros activos fixos tangíveis
643	Activos intangíveis
6432	Amortizações – Projectos de desenvolvimento
6433	Amortizações – Programas de computador
6434	Amortizações – Propriedade industrial
6436	Amortizações – Outros activos intangíveis
644	Amortizações – Activos biológicos - ao custo
65	Perdas por imparidade

651	Em dívidas a receber
6511	Clientes
6512	Outros devedores
652	Em inventários
653	Em investimentos financeiros
654	Em propriedades de investimento
655	Em activos fixos tangíveis
656	Em activos intangíveis
657	Em investimentos em curso
658	Em activos não correntes detidos para venda
659	Em activos biológicos - ao custo
66	Perdas por reduções de justo valor
661	Em instrumentos financeiros
662	Em investimentos financeiros
663	Em propriedades de investimento
664	Em activos biológicos
6641	Em activos biológicos – Consumo
6642	Em activos biológicos – Produção
67	Provisões do período
671	Impostos
672	Garantias a clientes
673	Processos judiciais em curso
674	Acidentes no trabalho e doenças profissionais
675	Matérias ambientais
676	Contratos onerosos
677	Reestruturação
678	Outras provisões
68	Outros gastos e perdas
681	Impostos
6811	Impostos directos
6812	Impostos indirectos
6813	Taxas
682	Descontos de pronto pagamento concedidos
683	Dívidas incobráveis
684	Perdas em inventários
6841	Sinistros
6842	Quebras
6848	Outras perdas
685	Gastos e perdas em subsidiárias, associadas e empreendimentos conjuntos
6851	Cobertura de prejuízos
6852	Aplicação do método da equivalência patrimonial
6853	Alienações
6858	Outros gastos e perdas

686	Gastos e perdas nos restantes investimentos financeiros
6861	Cobertura de prejuízos
6862	Alienações
6863	Diferenças de câmbio desfavoráveis
6868	Outros gastos e perdas
687	Gastos e perdas em investimentos não financeiros
6871	Alienações
68712	Alienações em propriedade de investimento
68713	Alienações em activos fixos tangíveis
68714	Alienações em activos intangíveis
68715	Alienações em investimentos em curso
68716	Alienações em activos não correntes detidos para venda
6872	Sinistros
6873	Abates
6874	Gastos em propriedades de investimento
6878	Outras gastos e perdas
688	Outros
6881	Correcções relativas a períodos anteriores
6882	Donativos
6883	Quotizações
6884	Ofertas e amostras de inventários
6885	Insuficiência da estimativa para impostos
6886	Perdas em instrumentos financeiros
6887	Diferenças de câmbio desfavoráveis
6888	Outros não especificados
69	Gastos e perdas de financiamento
691	Juros suportados
6911	Juros de financiamentos obtidos
6918	Outros juros
692	Diferenças de câmbio desfavoráveis
6921	Relativas a financiamentos obtidos
6928	Outras
698	Outros gastos e perdas de financiamento
6981	Relativos a financiamentos obtidos
6988	Outros
7	VENDAS
71	Vendas
711	Mercadorias
7111	Mercado Nacional
7112	Mercado Intracomunitário
7113	Outros mercados
712	Produtos acabados e intermédios
7121	Mercado Nacional

7122	Mercado Intracomunitário
7123	Outros mercados
713	Subprodutos, desperdícios, resíduos e refugos
7131	Mercado Nacional
7132	Mercado Intracomunitário
7133	Outros mercados
714	Activos biológicos
7141	Mercado Nacional
7142	Mercado Intracomunitário
7143	Outros mercados
717	Devoluções de vendas
7171	Mercadorias
71711	Mercado Nacional
71712	Mercado Intracomunitário
71713	Outros mercados
7172	Produtos acabados e intermédios
71721	Mercado Nacional
71722	Mercado Intracomunitário
71723	Outros mercados
7173	Subprodutos, desperdícios, resíduos e refugos
71731	Mercado Nacional
71732	Mercado Intracomunitário
71733	Outros mercados
7174	Activos biológicos
71741	Mercado Nacional
71742	Mercado Intracomunitário
71743	Outros mercados
718	Descontos e abatimentos em vendas
7181	Mercadorias
71811	Mercado Nacional
71812	Mercado Intracomunitário
71813	Outros mercados
7182	Produtos acabados e intermédios
71821	Mercado Nacional
71822	Mercado Intracomunitário
71823	Outros mercados
7183	Subprodutos, desperdícios, resíduos e refugos
71831	Mercado Nacional
71832	Mercado Intracomunitário
71833	Outros mercados
7184	Activos biológicos
71841	Mercado Nacional
71842	Mercado Intracomunitário

71843	Outros mercados
72	Prestações de serviços
721	Prestações de serviços
7211	Mercado Nacional
7212	Mercado Intracomunitário
7213	Outros mercados
725	Serviços secundários
728	Descontos e abatimentos
74	Trabalhos para a própria entidade
741	Activos fixos tangíveis
742	Activos intangíveis
743	Propriedades de investimento
744	Activos por gastos diferidos
75	Subsídios à exploração
751	Subsídios do Estado e outros entes públicos
752	Subsídios de outras entidades
76	Reversões
761	De depreciações e de amortizações
7611	Propriedades de investimento
7612	Activos fixos tangíveis
7613	Activos intangíveis
7614	Activos biológicos - ao custo
762	De perdas por imparidade
7621	Em dívidas a receber
76211	Clientes
76212	Outros devedores
7622	Ajustamentos em inventários
7623	Em investimentos financeiros
7624	Em propriedades de investimento
7625	Em activos fixos tangíveis
7626	Em activos intangíveis
7627	Em investimentos em curso
7628	Em activos não correntes detidos para venda
7629	Em activos biológicos - ao custo
763	De provisões
7631	Impostos
7632	Garantias a clientes
7633	Processos judiciais em curso
7634	Acidentes no trabalho e doenças profissionais
7635	Matérias ambientais
7636	Contratos onerosos
7637	Reestruturação
7638	Outras provisões

77	Ganhos por aumentos de justo valor
771	Em instrumentos financeiros
772	Em investimentos financeiros
773	Em propriedades de investimento
774	Em activos biológicos
7741	Em activos biológicos – Consumo
7742	Em activos biológicos – Produção
78	Outros rendimentos e ganhos
781	Rendimentos suplementares
7811	Serviços sociais
7812	Aluguer de equipamento
7813	Estudos, projectos e assistência tecnológica
7814	Royalties
7815	Desempenho de cargos sociais noutras empresas
7816	Outros rendimentos suplementares
782	Descontos de pronto pagamento obtidos
783	Recuperação de dívidas a receber
784	Ganhos em inventários
7841	Sinistros
7842	Sobras
7848	Outros ganhos
785	Rendimentos e ganhos em subsidiárias, associadas e empreendimentos conjuntos
7851	Aplicação do método da equivalência patrimonial
7852	Alienações
7858	Outros rendimentos e ganhos
786	Rendimentos e ganhos nos restantes activos financeiros
7861	Diferenças de câmbio favoráveis
7862	Alienações
7868	Outros rendimentos e ganhos
787	Rendimentos e ganhos em investimentos não financeiros
7871	Alienações
78712	Alienações em propriedade de investimento
78713	Alienações em activos fixos tangíveis
78714	Alienações em activos intangíveis
78715	Alienações em investimentos em curso
78716	Alienações em activos não correntes detidos para venda
7872	Sinistros
7873	Rendas e outros rendimentos em propriedades de investimento
7878	Outros rendimentos e ganhos
788	Outros
7881	Correcções relativas a períodos anteriores
7882	Excesso da estimativa para impostos
7883	Imputação de subsídios para investimentos

7884	Ganhos em outros instrumentos financeiros
7885	Restituição de impostos
7887	Diferenças de câmbio favoráveis
7888	Outros não especificados
79	Juros, dividendos e outros rendimentos similares
791	Juros obtidos
7911	De depósitos
7912	De outras aplicações de meios financeiros líquidos
7913	De financiamentos concedidos a associadas e empreendimentos conjuntos
7914	De financiamentos concedidos a subsidiárias
7915	De financiamentos obtidos
7918	De outros financiamentos concedidos
792	Dividendos obtidos
7921	De aplicações de meios financeiros líquidos
7922	De associadas e empreendimentos conjuntos
7923	De subsidiárias
7928	Outras
793	Diferenças de câmbio favoráveis
798	Outros rendimentos similares
8	RESULTADOS
81	Resultado líquido do período
812	Imposto sobre o rendimento do período
8121	Imposto estimado para o período
8122	Imposto diferido
89	Dividendos antecipados

Appendix B: Portuguese Certification Legal Document

MINISTÉRIO DAS FINANÇAS

Despacho nº 8632/2014, de 3 de Julho

Para cumprimento da alínea e) do artigo 3.º da Portaria n.º 363/2010, de 23 de junho, os programas de faturação e equiparados devem observar os seguintes requisitos técnicos.

Criação dos documentos emitidos pelos programas de faturação

Os programas informáticos de faturação devem assinar quaisquer documentos emitidos com eficácia externa, com exceção dos recibos:

- As faturas e documentos retificativos;
- As guias de transporte, guias de remessa e quaisquer outros documentos que constituam documento de transporte;
- Quaisquer outros documentos, suscetíveis de apresentação ao cliente para conferência de entrega de mercadorias ou da prestação de serviços.

Quaisquer documentos que não sejam faturas ou documentos retificativos de fatura, devem conter de forma evidente a sua natureza e, se suscetíveis de apresentação ao cliente devem conter a expressão "Este documento não serve de fatura".

As faturas, documentos de movimentação de mercadorias, documentos de conferência de entrega de mercadorias ou de prestação de serviços suscetíveis de apresentação ao cliente, que tiveram origem noutros documentos emitidos, devem conter a identificação desses documentos.

Os documentos retificativos de fatura devem conter a identificação do(s) documento(s) retificado(s).

A utilização do programa em modo de formação, os documentos assim emitidos deverão, em série específica indicando no cabeçalho os dados identificativos da empresa de software tenho ainda de ter impressa a expressão: "Documento emitido para fins de Formação".

Todos os tipos de documentos, identificados através das respetivas designações, deverão ser emitidos cronologicamente.

Na identificação dos documentos, não devem ser utilizados caracteres que violem o esquema de validação ou possam ser interpretados como operadores de XML.

O código identificador da(s) série(s) deve ser específico de cada um dos estabelecimentos e ou programa(s), e nunca pode ser repetido no mesmo contribuinte, para o mesmo tipo de documento, de modo a identificar univocamente cada documento emitido.

Se por uma questão técnica ou operacional, a utilização de uma série for descontinuada, a aplicação deve inibir a sua utilização, não podendo, de forma alguma, apagar qualquer informação relativa à mesma.

Nenhum documento em estado de preparação ou em pré-visualização poderá ser impresso em momento anterior à sua finalização e assinatura.

A aplicação não pode permitir que num documento já assinado seja alterada qualquer informação fiscalmente relevante.

Processo de identificação (assinatura) dos documentos e subsequente gravação nas bases de dados

Processo de assinatura para identificação de documentos:

- No processo de identificação de documentos, nomeadamente, fatura ou documento retificativo, documento que acompanhe mercadorias em circulação, valorado ou não, documentos emitidos para conferência, etc., deverá sempre ser gerada uma assinatura

através do algoritmo RSA com base na informação relativa ao documento e na chave privada do produtor do programa de faturação.

- A assinatura referida no ponto anterior deverá ser gravada na base de dados do programa de faturação, com uma associação direta ao registo integral do documento original.
- Deverá ser gravada adicionalmente a versão (números inteiros sequenciais) da chave privada que foi utilizada para gerar a assinatura do respetivo documento.
- A mudança do par de chaves utilizado pelo programa certificado só pode ser realizada pela empresa produtora após comunicação à AT através de uma declaração modelo 24 e do upload da respetiva chave pública.
- Em regra, os documentos são assinados tendo em consideração o Hash do último documento emitido da mesma série/tipo. No caso da gravação de um primeiro documento de uma série/tipo de documento de faturação, o campo aplicável Chave do documento, deve ser assumido como não preenchido.
- O valor a considerar nos campos Total do documento com impostos, para a assinatura dos documentos de movimentação de mercadorias ou documentos de conferência é o que constar na base de dados. Na ausência de valor na base de dados, o referido campo deve ser preenchido com "0.00".
- Caso a emissão do documento seja realizada em moeda estrangeira, o valor a assinar deve ser o contravalor em EUR.

Momento de impressão ou envio eletrónico de um documento:

- Os documentos suscetíveis de assinatura, só poderão ser impressos depois de devidamente identificados.
- O documento impresso entregue ao cliente ou o documento eletrónico enviado deve conter impressos obrigatoriamente quatro caracteres da assinatura [campos Chave do documento correspondentes às posições 1.^a, 11.^a, 21.^a, e 31.^a e separado por um "-" (hífen) a expressão Processado por programa certificado n.º «Número do certificado atribuído pela AT»/AT.

Exemplo: "AxAx-Processado por programa certificado n.º 0000/AT"

- Qualquer documento emitido pela aplicação certificada, impresso ou enviado por via eletrónica, não suscetível de ser assinado, nomeadamente os recibos, deve conter impressos obrigatoriamente a expressão - Emitido por programa certificado n.º «Número do certificado atribuído pela AT»/AT.

Exemplo: "Emitido por programa certificado n.º 0000/AT" (sem aspas)

- Os documentos referidos deverão na sua impressão conter a data no formato "AAAA-MM-DD" ou "DD-MM-AAAA"
- Nas faturas emitidas, entregues a clientes que não facultem a sua identificação fiscal, deverá ser impressa a expressão "Consumidor final" (sem aspas).
- Os documentos impressos pelo programa de faturação não devem conter valores negativos. Os valores negativos apenas poderão ser impressos nos casos de anulação de registos que já integram o documento ou para acerto de estimativas nas prestações de serviços continuadas.
- A menção de franquias, valores de garantia ou retenções na fonte devem constar de campos próprios, desenvolvidos para o efeito na aplicação informática, cuja descrição não seja passível de modificação.
- A impressão pelo sistema integrador de documentos nele integrados, deverá fazer menção desta qualidade, através da expressão "Cópia do documento original".
- Os documentos criados pelo procedimento indicado no ponto 2.4. deverão conter, quando impressos, a expressão - "Cópia do documento original".

Exemplo: Cópia do documento original - FTM abc/00001

- Os documentos criados pelo procedimento indicado no ponto 2.5., deverão conter, quando impressos, a expressão - "Cópia do documento original" e separada por hífen os elementos referidos no ponto 2.5.5.2, com exceção do elemento relativo ao HashControl.

Exemplo: Cópia do documento original - FTD XY 2013A/00099

- Os documentos referidos no ponto 1, quando na sua impressão resultar mais do que uma página, devem exibir em todas elas a designação do tipo de documento, a respetiva numeração, os valores acumulados (transportados e a transportar), o respetivo n.º de página e o n.º total de páginas. Os apuramentos globais de base

- tributável, apuramento de impostos e total do documento, quando existirem, devem constar exclusivamente na última página.
- A aplicação deve garantir a legibilidade na impressão do conteúdo. Os elementos não devem ser colocados na 1.^a ou última linha ou junto aos limites do documento, de modo a evitar que não sejam impressos por qualquer anomalia da impressora ou na definição da área de impressão.
 - Se para a impressão dos documentos referidos no ponto 1 for utilizado papel pré-impresso, a aplicação deve assegurar a impressão de todos os elementos fiscalmente relevantes incluindo as menções obrigatórias, os elementos identificativos do sujeito passivo emitente e a natureza do documento. Não se inclui neste contexto a impressão de logótipos.
 - A impressão dos documentos em que a transmissão de bens ou prestação de serviços se encontrem isentos de imposto, deve exibir a expressão legalmente prevista que confere a isenção ou, na sua ausência, o normativo legal aplicável. Caso não conste o motivo de isenção na linha respetiva, deverá utilizar um qualquer tipo de referenciação que possibilite a associação da linha isenta ao respetivo motivo. O mesmo é válido para associar qualquer taxa de imposto ao respetivo produto/serviço.
 - A impressão de uma 2.^a via de um documento deve preservar o seu conteúdo original, ainda que deva conter qualquer expressão que indique não se tratar de um original.

Integração de documentos processados manualmente em impressos emitidos em tipografias autorizadas, nos casos de inoperacionalidade do programa:

- A integração de faturas ou outros documentos retificativos e documentos de transporte, processados manualmente deve realizar-se no programa certificado em série específica, de periodicidade anual ou superior e com numeração sequencial própria
- Para este efeito será processado um novo documento do mesmo tipo, que recolha todos os elementos do documento manual emitido, deve assinar o documento e imprimir a respetiva expressão das alíneas a) e b) do n.º 3

- Nas séries de recuperação, a data do documento corresponde à data do documento manual sendo de todo o interesse que se criem campos distintos, de preenchimento obrigatório, um para acolher a identificação da série manual e o outro para o número manual, por forma a obviar lapsos na recolha deste tipo de documentos, designadamente, da série.
- Preencher o campo Origem do document consoante o caso, com o valor "M".
- Nestes casos, no campo Chave de controlo (HashControl) das tabelas 4.1 e 4.2, consoante o caso, deve ser aposta a seguinte informação:
- Número da versão da chave privada (1,2, etc.) e separado por um "-" (hífen);

Registo sequencial dos seguintes elementos: a sigla constante do campo Tipo do documento (InvoiceType ou MovementType), correspondente ao respetivo tipo de documento, seguida da letra M; um espaço; a série do documento manual; o carater "/"; o número do documento manual.

Exemplo: 1-FTM abc/00001, sendo "abc/00001" a série/número do documento manual.

Para referenciar um documento manual recolhido na aplicação, deve ser utilizada a série e o n.º do documento manual original, e não a identificação única do documento (InvoiceNo ou DocumentNumber) atribuído pela aplicação ao documento recuperado. (Exemplo: A emissão de uma nota de crédito deve referenciar o número da fatura original, emitida de modo manual.)

Quando, houver necessidade de integrar outros tipos de documentos manuais, utilizar-se-ão os campos aplicáveis da tabela que os enquadra, procedendo de maneira idêntica à já referida nos números anteriores.

Integração de documentos através de duplicados que não integram a cópia de segurança (backup), quando houver necessidade de reposição de dados por inoperacionalidade do sistema:

- Quando ocorrer uma situação de erro ou anomalia do programa, devem ser encerradas as séries em utilização e criadas novas, para prosseguir com a emissão de documentos, após a reposição da última cópia de segurança efetuada.
- A integração de documentos emitidos que não constam da cópia de segurança reposta, deve realizar-se no programa certificado, através dos duplicados desses documentos, em série específica anual e com numeração sequencial própria, iniciada no n.º 1.
- Para este efeito, será processado um novo documento do mesmo tipo do duplicado que recolha todos os elementos desse documento emitido, com observância dos requisitos definidos nos artigos 6.º e 7.º da Portaria 363/2010.
- O campo Origem do documento (SourceBilling) das tabelas 4.1 a 4.2, consoante o caso, deve ser preenchido com o valor "M" (sem aspas).
- Nestes casos, no campo Chave de controlo (HashControl) das tabelas 4.1 e 4.2, consoante o caso, deve ser aposta a seguinte informação:
 - Número da versão da chave privada (1,2, etc.) e separado por um "-" (hífen);
 - Registo sequencial dos seguintes elementos: a sigla constante do campo Tipo do documento (InvoiceType ou MovementType conforme aplicável), que deve corresponder ao tipo de documento a recuperar através do duplicado, seguida da letra D; um espaço e a identificação única do documento (InvoiceNo ou DocumentNumber, consoante o caso). Exemplo: 1-FTD XY 2013A/00099, sendo "XY 2013A/00099" a identificação única do documento integrado.
- Nas séries de recuperação de dados, a data do documento corresponde à do duplicado do documento. É de todo o interesse que se criem campos distintos, de preenchimento obrigatório, para acolher o código interno do tipo de documento, série e n.º do duplicado por forma a evitar lapsos na recolha deste tipo de documentos, designadamente, do código interno do tipo de documento e da série. Poder-se-ão criar tantas séries, quantas as existentes nos duplicados dos documentos, ou apenas uma série única.
- Para referenciar um documento original recolhido na aplicação, deve ser utilizado o código interno do tipo de documento, a série e o n.º do documento original, e não a identificação única do documento (InvoiceNo ou DocumentNumber) atribuído pela aplicação ao documento recuperado.

- Quando, houver necessidade de integrar outros duplicados de outros tipos de documentos, utilizar-se-ão os campos aplicáveis e os procedimentos dos números anteriores.

Exportação do ficheiro SAF-T(PT):

O ficheiro XML do SAF-T(PT) deverá respeitar a Portaria n.º 321-A/2007 com a estrutura sintática de dados em vigor e no respetivo esquema de validação.

Devem constar deste ficheiro todos os elementos dos índices dos campos definidos como obrigatórios das tabelas aplicáveis ao tipo de ficheiro e, todos aqueles que embora não o sejam tenham valores na aplicação.

Deve ser respeitada a regra de assegurar valores únicos para os elementos indicados nas notas técnicas da estrutura de dados, dentro das tabelas respetivas, de modo a manter a integridade do conteúdo do ficheiro XML de SAF-T(PT).

O utilizador não poderá ter a faculdade de definir quais os tipos de documentos ou a informação a registar na base de dados que são passíveis de exportação para o ficheiro SAF-T(PT).

O ficheiro XML do SAF-T(PT) deverá conter nos campos das tabelas 4.1 a 4.3, dos documentos comerciais, relativos à Chave do documento e nos relativos à Chave de controlo de cada estrutura, respetivamente, a assinatura e a versão (números inteiros sequenciais) da chave privada utilizada, ambas gravadas previamente na base de dados.

Os valores dos campos Total do documento com impostos, devem ser exportados com o mesmo valor que foi considerado na assinatura, isto é, arredondado a duas casas decimais.

Outros requisitos a observar pela aplicação

A aplicação deve:

- Possuir adequados controlos de acessos, devendo obrigar o utilizador a alterar a palavra passe no primeiro acesso e, posteriormente, sempre que houver necessidade.
- Ter implementada uma política de cópias de segurança, de periodicidade obrigatória.
- Controlar direta ou indiretamente a base de dados que utiliza e o registo do n.º de reposições de cópias de segurança (backup) efetuadas.
- Proteger de forma eficaz a chave privada, incluindo durante o processo de assinatura dos documentos.
- A sequenciação da numeração em função da evolução da data e hora de emissão dos documentos.
- A garantia de que não existe mais de que um documento ativo.
- A utilização, para efeito de cálculos, de valor com mais do que 2 casas decimais para evitar erros de arredondamento.
- O cumprimento dos requisitos elencados no n.º 1 do artigo 9.º da portaria n.º 363/2010, de 23 de junho, quando emite qualquer documento de conferência da prestação de serviços.
- A exigibilidade ao utilizador do motivo do não apuramento do imposto, quando tal se verificar.
- O controlo de emissão de notas de crédito parciais, face às quantidades e valores das respetivas faturas a retificar.
- Que os descontos, quando existam, devem situar-se no intervalo entre 0 e 100 %.
- Que a parametrização e desenho dos formulários de impressão dos documentos seja efetuada pelo produtor de software ou, caso seja facultado ao utilizador a possibilidade de criação de novos tipos de documentos, estes sejam validados pelo produtor de software, por exemplo, através de assinatura digital.
- A manutenção da informação relativa a todos os documentos emitidos no seu repositório de dados, deve possuir mecanismos de controlo que, quando atingido o limite da capacidade da base de dados ou do suporte físico da mesma, forcem a produção externa de cópias de arquivo.

- Que as telas de visualização para introdução e exportação de dados, consulta e demais funcionalidades postas ao dispor dos utilizadores, sejam exibidas em língua portuguesa, sem prejuízo de poderem ser multilingues ou que seja assegurada a sua tradução.
- O averbamento da data em que os bens foram colocados à disposição do adquirente ou em que os serviços foram prestados, por forma a permitir o correto preenchimento do campo TaxPointDate.

A aplicação não pode permitir:

- Ao utilizador definir quais os tipos de documentos que são assinados e ou exportáveis para o SAF-T(PT).
- O processamento de qualquer cálculo sobre documentos recolhidos ou resultantes de integração de outros sistemas.
- A alteração do NIF, numa ficha de cliente já existente e com documentos emitidos. Apenas poderá ser averbado o NIF em falta, no caso de o campo não estar preenchido, ou estar preenchido com o NIF do cliente genérico "999999990".
- A alteração do nome numa ficha de cliente já existente e com documentos emitidos, mas cujo NIF não foi fornecido. Esta limitação cessa, quando na ficha do cliente for averbado o respetivo NIF.
- A alteração numa ficha de produto já existente e com documentos emitidos, do campo Descrição do produto ou serviço.
- A reutilização de códigos de utilizador após o respetivo utilizador ter procedido à realização de movimentos fiscalmente relevantes.
- A criação de notas de crédito relativas a documentos anteriormente anulados ou já totalmente retificados.
- A anulação de documentos sobre os quais já tenha sido emitido documento retificativo (nota de crédito ou débito) ainda que parcial, sem a prévia anulação do respetivo documento retificativo.
- A aceitação de devoluções em documentos de venda ou transmissões em documentos de retificação.

A aplicação deve alertar o utilizador:

- Se algum dos campos obrigatórios do SAF-T(PT) não for preenchido pelo utilizador, aquando do processamento de documentos.
- Quando a emissão do documento possuir data posterior à atual, ou esta é superior à data do sistema.
- Caso a data e hora de sistema seja inferior à do último documento emitido, deve ser pedida a confirmação, antes da emissão, de que a data e hora de sistema se encontra correta.

Requisitos técnicos relativos ao sistema de identificação a que se refere a alínea B) do artigo 3.º da Portaria n.º 363/2010, de 23 de junho

Deve ser utilizado o algoritmo RSA e a chave pública a fornecer juntamente com a declaração modelo 24 deve resultar da sua extração a partir da chave privada, em formato PEM - base 64 e deve ser criado o respetivo ficheiro com a extensão ".txt".

O produtor de software deverá assegurar que a chave privada utilizada para a criação da assinatura que é do seu exclusivo conhecimento, deverá estar devidamente protegida no software.

O texto a assinar relativo ao documento deverá conter os dados concatenados no formato indicado nas notas técnicas para cada campo, separados por ";" (Ponto e vírgula).

Os documentos emitidos e englobados na tabela 4.1 - Documentos comerciais a clientes referidos no campo Tipo de documento, devem utilizar a informação conforme é exemplificado na tabela seguinte:

Campo do SAF-T(PT)	Formato	Dados exemplo
a) <i>InvoiceDate</i>	AAAA-MM-DD	2013-07-01
b) <i>SystemEntryDate</i>	AAAA-MM-DDTHH:MM:SS	2013-07-01T11:27:08
c) <i>InvoiceNo</i>	Composto pelo código interno do documento, seguido de um espaço, seguido do identificador da série do documento (obrigatória), seguido de uma barra (/) e de um número sequencial do documento dentro da série. [[^]]+ [[^] ^]+/[0-9]+	FS 001/0009
d) <i>GrossTotal</i>	Campo numérico com duas casas decimais, separador decimal "." (ponto) e sem nenhum separador de milhares.	200.00
e) <i>Hash</i> Campo do documento anterior na mesma série, (vazio quando se tratar do primeiro documento da série ou do exercício)	Base-64	mYJEv4iGwLcnQbRD7dPs2uD1mX08XjXIKcGg3GEHmwMhmmGYusfflJjTdSITLX+uuJTwzqmL/U5nvt6S9s8ijN3LwkJXsiEpt099e1MET/J8y3+Y1bN+K+YPJQiVmlQS0fXETsOPo8SwUZdBALt0vTo1VhUZKejACcjEYJ9G6nl=

Exemplo da mensagem a assinar para os dados anteriores:

2013-07-01;2013-07-01T11:27:08;FS

001/0009;200.00;mYJEv4iGwLcnQbRD7dPs2uD1mX08XjXIKcGg3

GEHmwMhmmGYusfflJjTdSITLX+uuJTwzqmL/U5nvt6S9s8ijN3Lwk

JXsiEpt099e1MET/8y3+Y1bN+K+YPJQiVmlQS0fXETsOPo8SwUZd

BALt0vTo1VhUZKejACcjEYJG6nl=

Os documentos emitidos e globados na tabela 4.2 - Documentos de movimentação de mercadorias referidos no campo Tipo de documento, devem utilizar a informação, conforme é exemplificado na tabela seguinte:

Campo do SAF-T(PT)	Formato	Dados exemplo
a) <i>MovementDate</i>	AAAA-MM-DD	2013-07-02
b) <i>SystemEntryDate</i>	AAAA-MM-DDTHH:MM:SS	2013-07-02T09:37:25
c) <i>DocumentNumber</i>	Composto pelo código interno do documento, seguido de um espaço, seguido do identificador da série do documento (obrigatória), seguido de uma barra (/) e de um número sequencial do documento dentro da série. [[^]]+ [[^] / [^]]+[0-9]+	GR ABC/00021
d) <i>GrossTotal</i>	Campo numérico com duas casas decimais, separador decimal "." (ponto) e sem nenhum separador de milhares. Nos casos, como o presente, de não ser valorizado o documento, este campo deve ser preenchido com "0.00" (sem aspas).	0.00
e) <i>Hash</i> Campo do documento anterior na mesma série, (vazio quando se tratar do primeiro documento da série ou do exercício)	Base-64	mYJEv4iGwLcnQbRD7dPs2uD1mX08XjXIKcGg3G EHmwMhmmGYusfflJjTdSITLX+uu jTwzqmL/ U5nvt6S9s8ijN3LwkJX siEpt099e1MET/8y3+Y1bN+K+YPJQiVmlQS0fXETsOP o8SwUZdBALt0vTo1VhUZKejACcjEYJG6nl=

Exemplo da mensagem a assinar para os dados anteriores:

2013-07-02;2013-07-02T09:37:25;GR

ABC/00021;0.00;mYJEv4iGwLcnQbRD7dPs2uD1mX08XjXIKcGg3G

EHmwMhmmGYusfflJjTdSITLX+uu
jTwzqmL/U5nvt6S9s8ijN3LwkJX

siEpt099e1MET/8y3+Y1bN+K+YPJQiVmlQS0fXETsOPo8SwUZdBA

Lt0vTo1VhUZKejACcjEYJG6nl=

Os documentos de conferência de entrega de mercadorias ou da prestação de serviços emitidos, devem utilizar a informação conforme é exemplificado na tabela seguinte:

Exemplo da mensagem a assinar para os dados anteriores:

2013-07-03;2013-07-03T14:25:00;RC

005/001;1500.00;mYJEv4iGwLcnQbRD7dPs2uD1mX08XjXIKcGg3

EHmwMhmmGYusfflJjTdSITLX+uu
jTwzqmL/U5nvt6S9s8ijN3Lwk

JXsiEpt099e1MET/8y3+Y1bN+K+YPJQiVmlQS0fXETsPo8SwUZd

BALt0vTo1VhUZKejACcjEYJG6nl=

Criação do par de chaves privada/pública

Para exemplificar a criação do par de chaves RSA, foi utilizada a aplicação OpenSSL. Para criar a chave privada basta executar o comando OpenSSL com os seguintes argumentos:

openssl genrsa -out ChavePrivada.pem 1024

Onde "ChavePrivada.pem" é o nome do ficheiro que irá conter a chave privada e "1024" é o tamanho em bits. Como resultado foi obtida, neste caso, a informação de que se apresenta uma parte:

```
BEGIN RSA PRIVATE KEY
```

```
MIICXQIBAAKBAgQCjgbQG27+INWKdW5SXLfzFgqZu+xFWTkx  
0Woloo6z1gD5DhllRgQ5hxitOW0QV1LAGIHVMfZ8Pdk9e+N4YJ  
7cDwW4D+iflyCAEvi4xvKejEGVEInEsnA7actmg9OROrMHXKqy 7mA41P//...  
END RSA PRIVATE KEY
```

Para criar a chave pública com base na chave privada anterior: Basta executar o comando OpenSSL com os seguintes argumentos:

openssl rsa -in ChavePrivada.pem -out ChavePublica.pem -outform PEM -pubout

Onde "ChavePublica.pem" é o ficheiro que contém a chave pública.

Para fazer o upload da mesma juntamente com a Declaração Mod. 24, basta renomear a sua extensão de ".pem" para ".txt" (sem as aspas).

Como resultado foi obtida, neste caso, a informação seguinte de que se apresenta uma parte:

```
BEGIN PUBLIC KEY
```

```
MIGfMA0GCSqGSIb3DQEBAQUAA4GNADCBiQKBgQCjgbQG27+  
INWKdW5SXLfzFgqZu+xFWTkx0Woloo6z1gD5DhllRgQ5hxitOW0  
QV1LAGIHVMfZ8Pdk9e+N4YJ7cDwW4D+iflyCAEvi4xvKejEG VE  
InEsnA7actmg9ORO...  
END PUBLIC KEY
```

Para verificar a chave pública basta executar o comando OpenSSL com os seguintes argumentos:

openssl rsa -in ChavePublica.pem -noout -text -pubin

Criação do certificado

O par de chaves utilizado não requer a emissão de um certificado por parte de uma entidade credenciada. O produtor de software poderá gerar o certificado auto-assinado para efeito da certificação e dele extrair a chave pública para fornecer à AT, com a extensão txt.

Para a criação do certificado a partir da chave privada, o algoritmo RSA deverá ser utilizado com as seguintes especificações nos parâmetros:

- Formato = x.509 Charset = UTF-8 Encoding = Base-64
 - Endianess = Little Endian
 - OAEP Padding = PKCS1 v1.5 padding Tamanho da chave privada = 1024 bits
- Formato do Hash da mensagem = SHA-1

Exemplo prático de aplicação do mecanismo e assinatura a documentos englobados

Independentemente da implementação do RSA que for adotada e que melhor se adeque a cada solução deve ser garantido que as assinaturas contêm 172 bytes, sem quaisquer caracteres separadores de linhas.

Campos do SAF-T(PT)	REGISTO 1	REGISTO 2
<i>InvoiceDate</i>	18-05-2010	18-05-2010
<i>SystemEntryDate</i>	2010-05-18T11:22:19	2010-05-18T15:43:25
<i>InvoiceNo</i>	FAC 001/14	FAC 001/15
<i>GrossTotal</i>	3.12	25.62
<i>Hash</i>	Ver 1.º registo	Ver 2.º registo

Os elementos a assinar (*InvoiceDate*, *SystemEntryDate*, *InvoiceNo*, *GrossTotal* e *Hash*) devem ser concatenados apenas com o separador ";" entre cada um dos campos, não devendo conter aspas nem qualquer carácter de fim de linha, quando objeto de encriptação, com vista à obtenção da assinatura.

1.º Registo

Tratando-se do primeiro registo, o campo (Hash) é preenchido com o hash resultante da aplicação da chave privada anteriormente criada, para assinar digitalmente os campos (InvoiceDate, SystemEntryDate, InvoiceNo e GrossTotal).

O texto a assinar será:

2010-05-18;2010-05-18T11:22:19;FAC 001/14;3.12;

1.º Passo:

Guardar a mensagem a assinar

2010-05-18;2010-05-18T11:22:19;FAC 001/14;3.12;

Num ficheiro de texto (que neste exemplo designaremos Registo1.txt), certificando-se que no fim da mensagem não fica qualquer quebra de linha, apenas o ";" sem aspas.

2.º Passo:

Assinar a mensagem contida no ficheiro Registo1.txt com o seguinte comando:

openssl dgst -sha1 -sign ChavePrivada.pem -out Registo1.sha1 Registo1.txt

O ficheiro Registo1.sha1 conterá o hash em binário gerado pela aplicação OpenSSL.

3.º Passo:

Seguidamente é necessário efetuar o encoding para base 64 do ficheiro Registo1.sha1:

openssl enc -base64 -in Registo1.sha1 -out Registo1.b64 -A

O ficheiro designado por Registo1.b64 é que contém os 172 caracteres em ASCII da assinatura que deverão ser transportados para a base de dados e mais tarde exportados para o campo (Hash) do SAF-T(PT).

O parâmetro -A serve apenas para a aplicação OpenSSL gerar a assinatura numa única linha evitando as quebras de linha adicionais.

Como resultado o ficheiro Registo1.b64 conterá a seguinte assinatura:

```
oso2FoOw4V941CwKTrv6xwzUrOtxBWCwU0yLVAqKwf0CNKZHM
ETG1XZZC4spRSyby1uDXBggplogrl8gHnvevA00UEoAvGJo9Fa3DO
A0MhZNDa9/rNvu71pp+0zHmN2ra5IWpiHcgmUYxm5qamLBk49rk
gvl7h1myKCYBKqgu60=
```

A qual deverá ficar registada no campo HASH da tabela anterior e na posição correspondente ao 1.º Registo.

2.º Registo

Procedendo de forma idêntica, agora com os dados do 2.º registo e o hash do registo anterior teríamos como mensagem a assinar no ficheiro Registo2.txt:

2010-05-18;2010-05-18T15:25;FAC

001/15;25.62;oso2FoOw4V941CwKTrv6xwzUrOtxBWCwU0yLVAqKwf0CNKZHME

TG1XZZC4spRSyby 1uDXBggplogrI8gHnvevA00UE

oAVGJo9Fa3DOA0MhZNDa9/rNvu71pp+0zHmN2ra5IWpiHcgmUY

xm5qamLBk49rkgvI7h1myKCYBKqgu60=

Utilizando os procedimentos acima descritos para o 1.º registo, passos 1 a 3, criaram-se os ficheiros Registo2.sha1 e Registo2.b64. Como resultado, este último ficheiro, Registo2.b64 irá conter a assinatura digital do 2.º registo:

Y2ogVAC9rcmm9hilZCGGrxjpkZP9NHn5shhp9phBIVWIn+Ta2zKf+

O+05brA6VU0LULtMQP98P29q+vcSwVtxSzLDbmmkHMT4I6nQmh

91QaOJwPpz2uMqtR3aMkWYPK4Ntc/yfnXpY1cSeUGbQkqAsJOF

SidRE4+DibJaC7WMPw=

A qual deverá ficar registada no campo (Hash) da tabela anterior e na posição correspondente ao 2.º Registo.

Validação da assinatura digital criada

Para confirmar a validade das assinaturas basta executar o comando:

```
openssl dgst -sha1 -verify chavepublica.pem -signature registo1.sha1 registo1.txt
```