

Um perfil para modelação de Arquitecturas dos Sistemas de Informação

André Vasconcelos
CEO - Centro de Engenharia
Organizacional, INESC
Rua Alves Redol 9
1000-029 Lisboa, Portugal
Tel.: +351 213 100 338
andre.vasconcelos@ceo.inesc.pt

Pedro Sousa
CEO - Centro de Engenharia
Organizacional, INESC
Rua Alves Redol 9
1000-029 Lisboa, Portugal
Tel.: +351 213 100 338
pedro.sousa@ceo.inesc.pt

José Tribolet
CEO - Centro de Engenharia
Organizacional, INESC
Rua Alves Redol 9
1000-029 Lisboa, Portugal
Tel.: +351 213 100 338
jose.tribolet@ceo.inesc.pt

RESUMO

Os sistemas de informação, apesar das importantes evoluções tecnológicas, verifica-se que para muitas organizações não respondem eficazmente às rápidas alterações impostas aos processos de negócio, causando um não alinhamento entre o negócio e os sistemas de informação e, em última instância, reduzindo a capacidade competitiva da organização.

Neste artigo discute-se o papel preponderante que a explicitação da Arquitectura dos Sistemas de Informação (ASI) exerce no desenvolvimento de Sistemas de Informação globalmente alinhados com a estratégia e modelo de negócio. Defende-se neste artigo que, de forma a proceder à avaliação ou concepção de uma ASI é fundamental primeiramente definir de uma forma rigorosa e simultaneamente compreensível um conjunto limitado de primitivas que possibilitem a manipulação de uma ASI.

Neste sentido, propõe-se um perfil (suportado na linguagem UML) para modelação de ASI aos níveis informacional, aplicacional e tecnológico. Procede-se ainda à aplicação dos conceitos propostos através da apresentação da ASI de uma organização de venda a retalho.

Palavras-Chave: Arquitectura dos Sistemas de Informação, Primitivas de Arquitectura, Arquitectura Empresarial, Framework CEO, UML.

1. INTRODUÇÃO

A globalização dos mercados e a transformação da tradicional economia industrial numa economia baseada no conhecimento, entre outros factores, têm progressivamente transferido a competitividade das organizações da sua capacidade de produção massificada para a sua capacidade e flexibilidade de reorganização e redesenho contínuo dos processos e estratégias de negócio. As tecnologias de informação, alvo de evoluções a diferentes níveis nos últimos anos, possibilitam actualmente o acesso rápido, eficiente e a baixos custos à informação permitindo a automatização e aceleração de certas actividades e processos de negócio. Ansiando os prometidos aumentos de eficiência e rentabilidade das suas operações, as organizações procuram nas TI o caminho e as soluções para as novas exigências de negócio.

Apesar do esforço, investimento e das reconhecidas e importantes evoluções a nível das abordagens e metodologias para representação, definição e implementação de estratégias e modelos de negócio, bem como das abordagens de modelação e desenvolvimento de software, verifica-se hoje que as empresas não obtêm as esperadas mais valias do uso das TI [1].

De acordo com vários autores, de forma a obter um suporte pleno por parte da tecnologia, é fundamental a construção de uma Arquitectura dos Sistemas de Informação [2]. Este nível arquitectural, principal resultado do Planeamento de Sistemas de Informação, deve ser nas organizações o mapa que conduz o crescimento tecnológico ordenado e orientado ao suporte do negócio [2]. Segundo [3], a Arquitectura dos Sistemas de Informação é considerada um factor determinante no sucesso das organizações: “o assunto do século”.

Este artigo apresenta-se com o objectivo primordial de ser um contributo na amadurecimento desta área, nomeadamente através da apresentação e definição rigorosa das primitivas que deverão estar na base da especificação de uma Arquitectura dos Sistemas de Informação, com vista à posterior definição de métricas para comparação e aferição da qualidade de ASIs.

Na secção 2 introduzem-se as principais questões, conceitos e investigações desenvolvidas no domínio das Arquitecturas dos Sistemas de Informação (ASI) que estão na base do trabalho apresentado neste artigo. Na secção 3 definem-se as primitivas que permitem a descrição de uma ASI, definindo um perfil UML [4] para representação de ASI. Na secção 1 apresenta-se um exemplo de aplicação das primitivas propostas, através da descrição de uma ASI de uma organização. As conclusões e trabalho futuro são apresentados na secção 5.

2. ARQUITECTURA DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

A Arquitectura dos Sistemas de Informação (ASI), que tem por objecto primordial os Sistemas de Informação de uma organização, enquadra-se num universo mais lato e abrangente das Arquitecturas e modelos relevantes para uma organização que convém aqui explicitar, nomeadamente: a Arquitectura Empresarial, a Arquitectura dos Sistemas de Informação e a Arquitectura de Software.

A Arquitectura de Software (ASW) tem por objecto de análise o modo como os programas ou componentes aplicativos são internamente construídos [5]. Nesta área verifica-se existir um campo de investigação com vários anos de maturação. Considerando, por exemplo, o paradigma OO, a este nível é importante considerar as classes e objectos necessários à implementação do software.

A arquitectura empresarial pode ser definida como o conjunto de modelos conceptuais construídos com a finalidade de obter uma imagem coerente e compreensível da empresa [6]. Considera-se assim a arquitectura da empresa como uma realidade mais vasta do que a ASI, onde são incluídos os modelos e processos que

possibilitam a caracterização, definição e implementação do negócio, para além do modelo dos SI que o suporta. Tipicamente, a nível da arquitectura empresarial, é comum considerar os SI enquanto “simples” recursos usados no negócio (como as pessoas, o equipamento e material, etc.) [7], [8].

Finalmente, a Arquitectura dos Sistemas de Informação (ASI) tem por objecto representar a estrutura dos componentes de sistemas de informação, as suas relações, princípios e directrizes [9], com o objectivo de suportar o negócio [10].

A ASI é o conceito que mais tem evoluído ao longo dos últimos anos. Se, no início da década de 90, a arquitectura de software (ASW) de um sistema e a ASI eram considerados sinónimos, a partir da segunda metade da década 90 emerge a necessidade de manipulação de conceitos que extravasam o software ou a forma como um sistema é internamente constituído. A framework de Zachman [3], apresenta-se como um dos primeiros e mais importante marcos na evolução da ASI (posteriormente alargada para a modelação da Empresa).

Segundo [11], o nível de granularidade da ASI deve ser elevado, distinguindo-se dos métodos usuais de desenho e análise de *software* (como diagramas E-R, DFD, entre outros) pela sua abstracção dos detalhes particulares dos sistemas e técnicas usadas e pelo seu foco no suporte ao negócio da organização [12].

Sassoon, apresenta o conceito de urbanização dos sistemas de informação, sublinhando a necessidade de, à semelhança do que se passa numa cidade, proceder à concepção de um modelo que conduza a evolução e crescimento de SI duráveis e independentes das tecnologias [13].

A ASI é também, pela comunidade científica em geral, separada em diferentes aspectos, como aplicacional, informacional, tecnológico, definindo três sub-arquitecturas [2]:

- Arquitectura Informacional, ou de Dados. Este sub-nível tem por objecto a representação e identificação dos principais tipos de dados que suportam o desenvolvimento do negócio da organização
- Arquitectura Aplicacional. Este sub-nível arquitectural tem por objecto de estudo as principais aplicações necessárias à gestão dos dados e a suportar o negócio da organização.
- Arquitectura Tecnológica. A este nível são definidas as principais tecnologias que fornecem um ambiente para o funcionamento e implementação das aplicações.

Assim, a **arquitectura informacional** (ou de dados) tem por objectivo identificar e definir os principais tipos de dados que suportam o desenvolvimento dos negócio da organização [2], [14].

Inmon [15] apresenta uma caracterização dos dados (pilar da arquitectura informacional) segundo diferentes dimensões, como dados primitivos vs. derivados, privados vs. públicos, históricos vs. operacionais vs. previsionais. Segundo [15], a natureza dos dados condiciona e influencia decisivamente a concepção da ASI.

O segundo tipo de arquitectura, definido por DeBoever, é a **arquitectura aplicacional** (ou de sistemas). Através desta arquitectura são definidos as principais aplicações necessárias a gerir os dados e suportar o negócio da organização. Esta arquitectura não deve ser um desenho do *software* usado para

implementar os sistemas. O principal foco desta arquitectura é na definição funcional das aplicações que garantam o acesso aos dados em tempo, formato e custo aceitáveis [2].

A **arquitectura tecnológica** define as principais tecnologias que fornecem um ambiente para o funcionamento das aplicações (identificadas na arquitectura aplicacional). Aqui são identificados os principais conceitos de foro (exclusivamente) tecnológico – como redes, comunicação, computação distribuída, etc. [2].

Framework CEO

Apresentando como objecto de investigação a organização e, consequentemente a arquitectura empresarial, o Centro de Engenharia Organizacional (CEO), influenciado por outros autores ([7], [16], [4]), em [17], propôs uma *framework* que permite modelar a empresa sobretudo sob a perspectiva de negócio. A framework CEO contem um conjunto limitado de objectos de negócio, definidos através de um perfil UML [4], com os quais se constróem modelos empresariais. Apesar da framework apresentar extensões no sentido de representar as dependências entre o negócio e os sistemas de informação não é possível a modelação de Arquitecturas de Sistemas de Informação com a mesma.

Os objectos de negócio considerados na *framework* são: os objectivos («goal»), para a modelação de estratégia; os processos («process»), para a modelação de processos de negócio; os recursos («resource»), para a modelação dos recursos de negócio; e os blocos («Block»), para modelação de sistemas de informação.

Uma das mais valias da framework CEO 2001 (FCEO 2001) assenta no facto de estar suportada nos mecanismos de extensão de linguagem de modelação standard que representa a convergência das melhores práticas na indústria da modelação orientada a objectos: o UML (*Unified Modeling Language*) [4] – o que possibilita a definição de mecanismos de validação de integridade da representação, minorando-se a distância entre os mundos do negócio e das Tis (Figura 2.1).

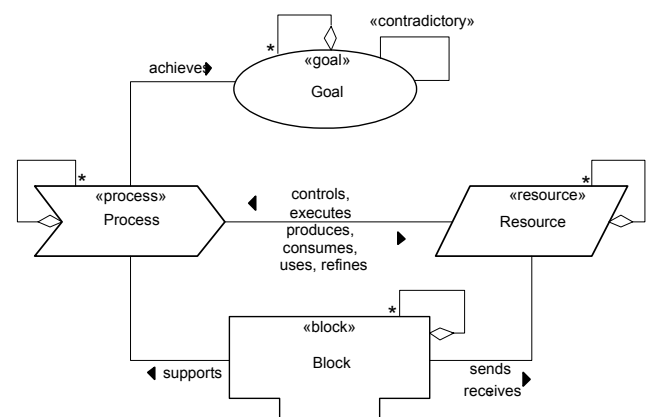


Figura 2.1 – Metamodelo do Perfil

Assim, apesar da FCEO apresentar por vantagem, entre outras, a possibilidade de modelação conjunta do negócio e dos SI através de mecanismos formais (suportados no UML), apresenta um conjunto de insuficiências, nomeadamente a nível das ASIs, como a taxonomia usada para representar os conceitos base a nível dos

SI é insuficiente, não identifica interessados (stakeholders), perspectivas ou vistas sobre a ASI, não define primitivas ou restringe atributos para a especificação da ASI a nível aplicacional ou tecnológico, não define abordagem ou metodologia que oriente o desenho, avaliação e construção de ASI alinhada com o negócio, entre outras.

Súmula

Tal como apresentado nesta secção, a explicitação de uma Arquitectura dos Sistemas de Informação (ASI) tem um papel fundamental na construção de SIs que contribuam proactivamente para o alinhamento entre as realidades do negócio e das TI, para definir a estratégia tecnológica adequada, para um controlo e gestão mais eficaz dos SI, para assegurar SI duráveis, flexíveis e adaptáveis às necessidades do negócio, para aumentar a portabilidade das aplicações e facilidade de evolução e alinhamento das TI com as (mutáveis) estratégias de negócio.

A investigação desenvolvida revelou não ser possível, nos dias de hoje, representar a arquitectura de sistemas de informação, aos diferentes níveis arquitecturais, na sua relação com o modelo de negócio, de um modo normalizado, universal, simples e simultaneamente com a riqueza e rigor necessários à subsequente inspecção e/ou simulação de diferentes cenários de negócio e tecnológicos.

Em suma, a nível das ASI verifica-se não existir, na comunidade científica, uma noção clara do que é relevante visualizar numa ASI de forma a proceder à sua definição, avaliação, inspecção ou implementação. É neste o domínio que a investigação em curso, apresentada na secção seguinte, se propõe contribuir.

3. REPRESENTAÇÃO DE ARQUITECTURAS DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

A revisão bibliográfica desenvolvida demonstrou não existir qualquer praxis instituída e/ou suportada em qualquer mecanismo ou linguagem que identifique as primitivas de construção da ASI. Os autores defendem, neste artigo, ser crucial, para a construção de uma qualquer arquitectura, ter mecanismos formais e, simultaneamente, usáveis, compreensíveis e úteis aos interessados que possibilitem a representação de uma ASI, nomeadamente aos níveis informacionais, aplicacionais e tecnológicos, bem como na sua relação com o modelo de negócio.

Nas próximas subsecções propõe-se tal conjunto de primitivas, bem como uma notação para a sua representação que, permitindo a manipulação semântica da ASI, deverá estar na base do endereçamento das problemáticas neste domínio.

Perfil UML para Modelação de Sistemas de Informação

Nesta subsecção propõem-se os conceitos que os autores, pela revisão bibliográfica desenvolvida e pela investigação já desenvolvida, julgam ser nucleares à especificação de uma ASI.

O âmbito desta taxonomia para descrever ASI abarca os níveis informacionais, aplicacionais, tecnológicos, relação entre estes e relação com o modelo de negócio. Sublinhe-se ainda que esta taxonomia está na base da definição de uma notação que possibilita a visualização gráfica destes conceitos suportada numa linguagem formal e standard (UML) [4], descrita na sub-secção seguinte.

Assim, os conceitos chave à descrição de uma Arquitectura dos Sistemas de Informação são:

Processo de negócio

Seguindo a definição de outros autores [18], um processo de negócio é o conjunto de actividades que produzem um resultado com valor para um cliente.

O processo de negócio, apesar de não fazer parte do âmbito ou objecto da ASI, apresenta-se como o conceito chave na relação desta arquitectura com o modelo de negócio. Assim, apesar de não ser relevante ou importante, a caracterização dos atributos e características de um dado processo de negócio, é fundamental o reconhecimento da sua existência e das suas relações com os componentes arquitecturais seguidamente introduzidos.

Entidade Informacional

Entende-se por entidade informacional como qualquer pessoa, lugar, coisa física ou conceito que tenha significado no contexto do negócio e sobre a qual seja possível e relevante (para a organização) guardar informação.

Bloco Aplicacional/SI

O nível aplicacional da ASI tem como objecto a identificação dos principais componentes funcionais da arquitectura. A nível aplicacional são definidas as principais aplicações necessárias a gerir os dados e suportar o negócio da organização, bem como as relações e dependências entre elas [2].

Saliente-se, desde já, a total independência deste nível de características técnicas ou tecnológicas dos SIs [2].

Assim, a nível aplicacional, distingue-se o conceito de bloco aplicacional como a primitiva base desta sub-arquitectura. Entendendo-se bloco aplicacional como o conjunto de mecanismos e operações agregados de uma dada forma que manipulam os dados da organização [2].

Bloco Tecnológico

Como introduzido na secção anterior, a arquitectura tecnológica define as principais tecnologias que implementam as aplicações e fornecem um ambiente para o funcionamento às mesmas.

A este nível verifica-se existir uma vasta variedade de conceitos, não só pelas inúmeras evoluções a que a tecnologia é sujeita, como também por ser sobretudo a partir deste nível que se derivam planos arquitecturais específicos e especializados (nomeadamente sob o ponto de vista tecnológico) para diferentes objectivos e interessados – e.g., segurança, equipamento, desenvolvimento de software, aquisição de aplicação, etc..

De forma a abstrair-nos, numa primeira fase, da diversidade de conceitos e objectivos propõe-se a definição da primitiva “bloco tecnológico”. Define-se, assim, bloco tecnológico como a infra-estrutura, plataforma aplicacional ou componente tecnológico/software que, em conjunto, possibilitam a realização/implementação de bloco(s) aplicacional(ais).

Saliente-se, desde já, os três conceitos subjacentes à definição anterior que, na opinião dos autores, são estruturantes numa Arquitectura Tecnológica dos SIs:

- Bloco Tecnológico de Infra-estrutura. Este bloco tem por objectivo representar os conceitos infra-estruturais/físicos subjacentes a uma arquitectura, nomeadamente os nós

computacionais (como servidores, computadores pessoais ou dispositivos móveis) e os nós sem capacidade computacional (como impressoras, nós de rede, etc.) que são usados pelas plataformas aplicacionais (em seguida introduzidas)

- Bloco Tecnológico de Plataforma Aplicacional. A plataforma aplicacional representa o conjunto de primitivas de uma arquitectura tecnológica cujo o objectivo primordial é disponibilizar um ambiente com os serviços necessários à implementação e funcionamento do bloco tecnológico aplicacional.
- Bloco Tecnológico Aplicacional. O Bloco tecnológico aplicacional apresenta-se como a implementação (tecnológica) de um dado bloco aplicacional. Esta primitiva tecnológica é aquela que apresenta uma proximidade mais elevada com a arquitectura aplicacional, dado que explicita a forma como um dado bloco aplicacional é implementado, nomeadamente quais os seus componentes (designadamente aos níveis da apresentação, lógica, dados e coordenação), qual a sua “filosofia tecnológica” (por exemplo, se segue o paradigma dos componentes, se é constituído por módulos, se se trata de um sistema monolítico,...), entre outras características.

Na Figura 3.1 apresenta-se blocos tecnológicos propostos.

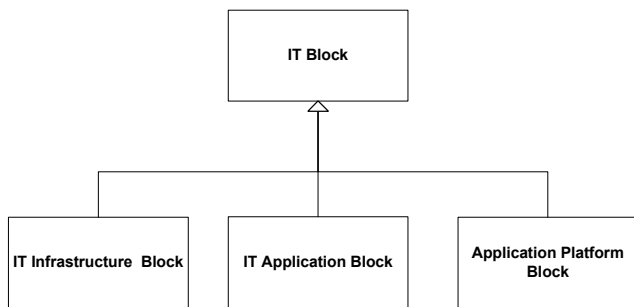


Figura 3.1. Descrição hierárquica do bloco tecnológico

Na Figura 3.2 descrevem as relações entre os três blocos tecnológicos introduzidos.

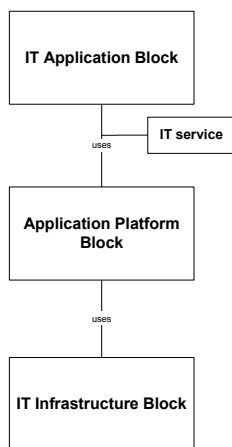


Figura 3.2. Relação entre Blocos Tecnológicos

Como a Figura 3.2 sumaria, o bloco tecnológico aplicacional (que implementa um, ou vários, blocos aplicacionais), encontra-se suportado numa plataforma aplicacional que lhe disponibiliza um

conjunto de serviços. Por seu lado a plataforma aplicacional existe numa dada infra-estrutura tecnológica.

Do ponto de vista infra-estrutural, distinguem-se ainda os blocos infra-estruturais com capacidade computacional e sem capacidade computacional. Este nível arquitectural está fortemente sujeito às evoluções e tendências tecnológicas, propondo-se um conjunto base de componentes tecnológicos que, em função dos objectivos e interessados na ASI, poderão ser especializados.

Subjacentes a estas primitivas que deverão estar na base da descrição de uma ASI, distinguem-se outras primitivas designadas por “primitivas de suporte” ou de segunda ordem. Optou-se por proceder a esta distinção dado que os conceitos anteriormente introduzidos *per si* devem existir numa ASI, enquanto que as noções seguidamente descritas apenas existem no contexto dos primeiros.

Assim, as primitivas de suporte propostas para a descrição de uma ASI são:

Serviço

No contexto da ASI, entende-se por serviço como a agregação de um conjunto de operações disponibilizadas por um dado bloco arquitectural.

Esta primitiva, impõe-se como a generalização do conceito de *web service* [19], definido como uma colecção de combinações de um dado protocolo e formato de dados específico, para um conjunto de operações, com um dado endereço de rede.

Neste artigo defende-se um conceito mais alargado de serviço, extravasando não só a noção de “web service”, como a própria relação entre o modelo de negócio e a ASI.

A nível da ASI, os autores defendem a necessidade de caracterização de três tipos de serviços:

- Serviço de negócio (business service), entendido como o conjunto de operações (existentes num bloco aplicacional) que dão suporte a um (ou vários) processo(s) de negócio.
- Serviço de Sistema (IS service), definido como o conjunto de operações disponibilizadas por um dado bloco aplicacional a outros blocos aplicacionais.
- Serviço Tecnológico (IT service) que abarca as funcionalidades tecnológicas disponibilizadas pelas plataformas tecnológicas [20].

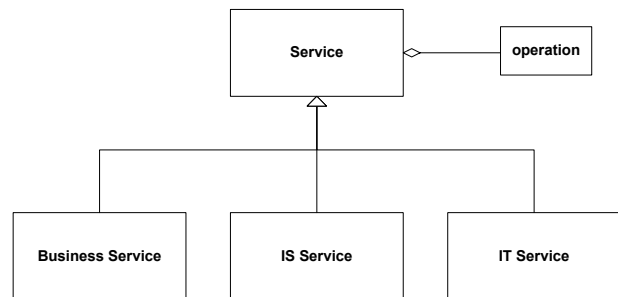


Figura 3.3. Meta-modelo referente aos Serviços

Operação

Como se evidencia na descrição de serviço, a noção de operação é algo que lhe está subjacente. Assim, entende-se operação como a descrição abstracta de uma acção suportada por um serviço [19].

Operação apresenta-se, desta forma, como a primitiva com um menor nível de granularidade numa ASI.

Meta-modelo do Perfil Proposto

A Figura 3.4 descreve o meta-modelo do perfil UML proposto para modelação de ASIs.

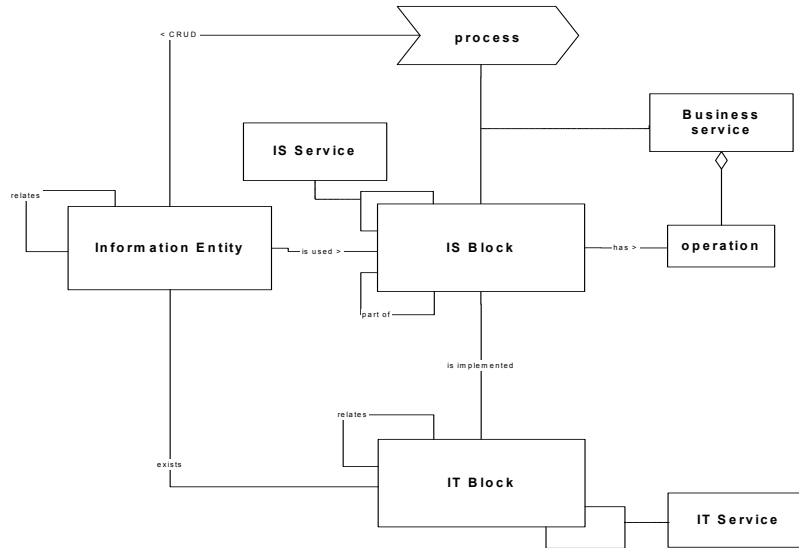


Figura 3.4. Meta-modelo do perfil proposto (nível 0)

4. EXEMPLO

De forma a melhor ilustrar o perfil UML para ASI proposto na secção anterior, em seguida, procede-se à descrição de uma ASI de uma multinacional fictícia de venda a retalho, que passaremos a denominar por Companhia X.

Do ponto de vista informacional, na Figura 4.1 apresentam-se as principais entidades informacionais e suas relações, subjacentes à ASI.

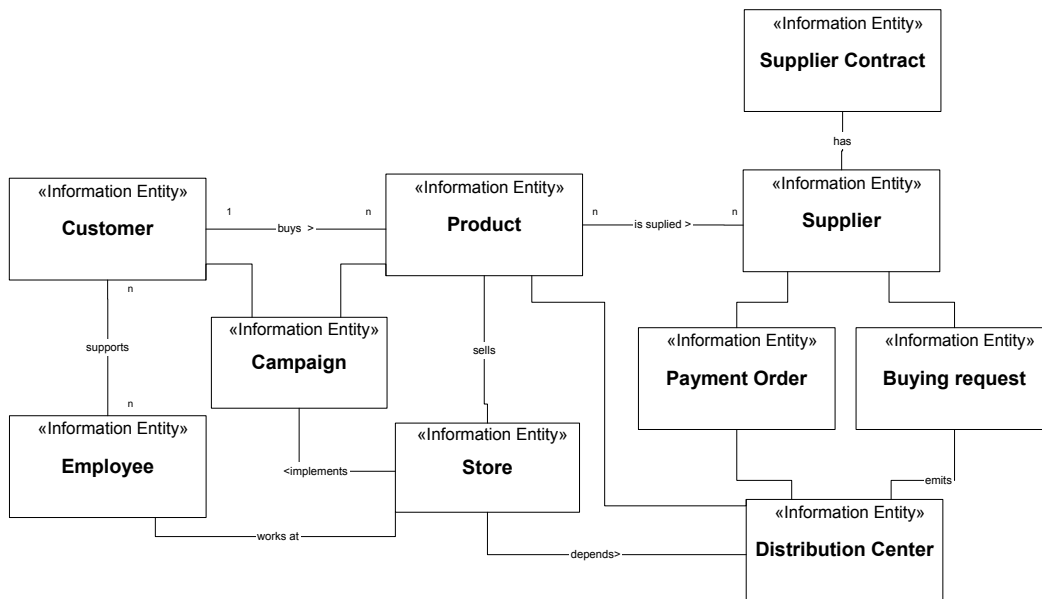


Figura 4.1. Arquitectura Informacional da Companhia X (vista parcial)

Na Figura 4.2 apresenta-se a arquitectura applicacional (não detalhada). Nesta figura ficam patentes as dependências entre os

diversos blocos applicacionais (através dos «IS Service»).

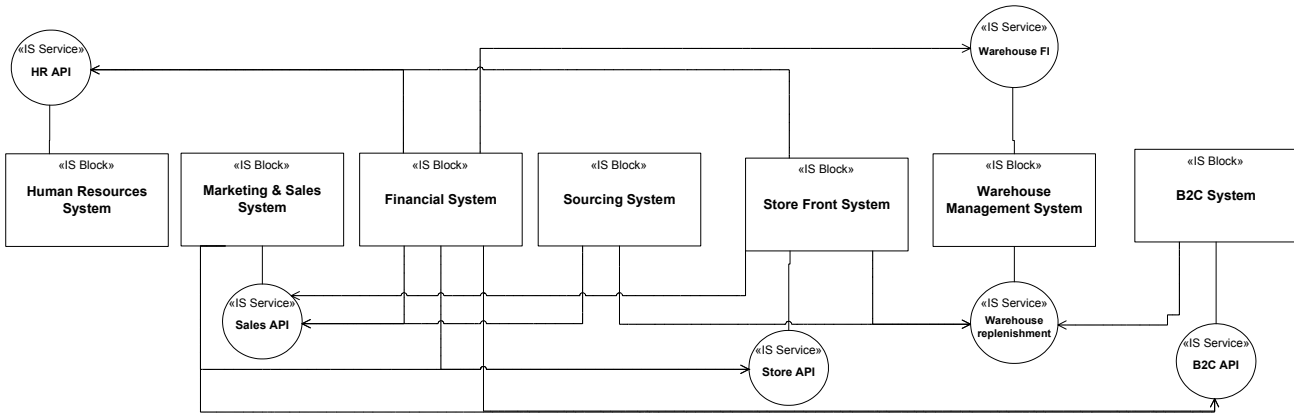


Figura 4.2. Arquitectura Applicacional (sem detalhe)

Apresenta-se na Figura 4.3 o detalhe de uma dessas dependências, explicitando-se as operações usadas pelos IS Block: Marketing&Sales e Store Front.

que este componente disponibiliza para os restantes (como se apresentou na Figura 4.3).

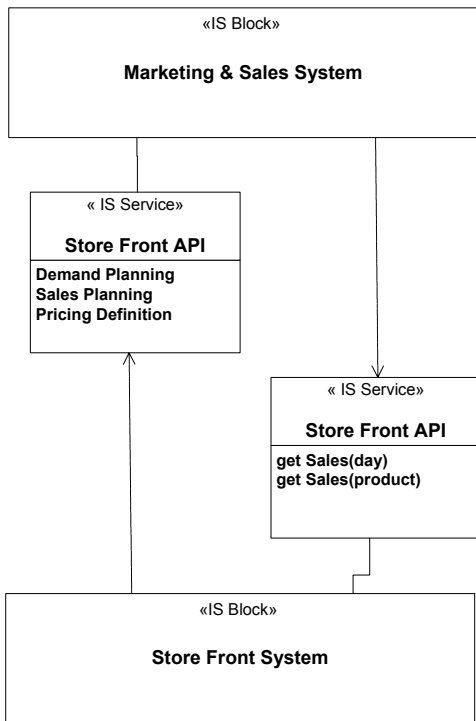


Figura 4.3. Detalhe das dependências entre os IS Block de Marketing&Sales e o de Store Front

Como na Figura 4.4 se apresenta, nem todas as operações do IS Block de Marketing & Sales são apresentadas no «IS Service»

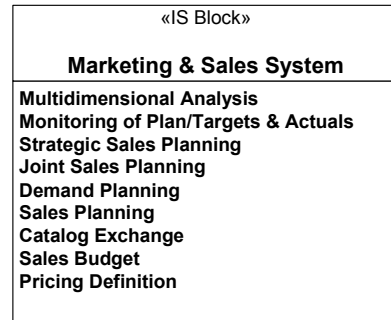


Figura 4.4. Operações existentes no IS Block de Marketing & Sales

Na Figura 4.5 apresenta-se a arquitectura tecnológica global subjacente à ASI da companhia X.

Como se verifica todos os sistemas, com excepção do de gestão de armazém, apresentam uma arquitectura a três camadas. No caso do sistema de gestão de armazém este apresenta uma arquitectura a dois níveis, em que a lógica do negócio e a interface com o utilizador se encontram embebidas num único componente.

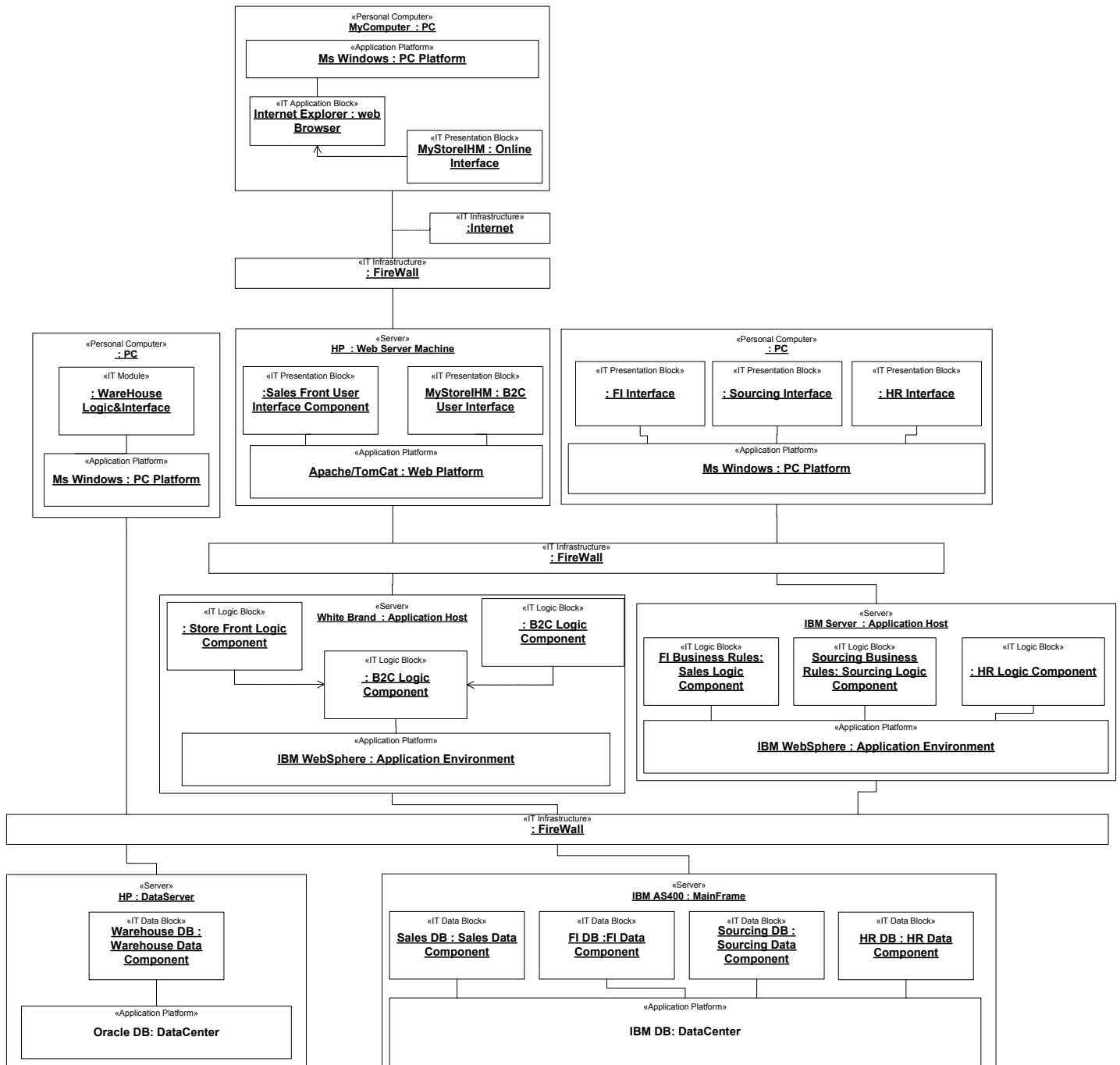


Figura 4.5. Arquitetura Tecnológica

5. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste artigo apresenta-se um perfil UML para modelação de Arquitecturas dos Sistemas de Informação. Esta investigação, que surge na sequência de outros trabalhos mais focados a nível dos modelos de negócio, propõe um conjunto base de primitivas que permitem a descrição de uma ASI, aos níveis informacionais, aplicativos e tecnológicos.

Ao longo da investigação desenvolvida verificou-se a existências de insuficiências e incompletudes nas primitivas propostas, nomeadamente a nível:

- Atributos necessários e suficientes à caracterização de cada primitiva – questão não explorada neste artigo.
- Formas gráficas de representação – que, por um lado facilitem a leitura e compreensão da ASI, mantendo os níveis de rigor e coerência inerentes à engenharia.

Propõe-se, assim, como trabalho futuro a implementação de uma ferramenta de modelação que possibilite a manipulação das primitivas introduzidas neste artigo.

Pretende-se ainda proceder à definição de mecanismos que possibilitem a avaliação de uma ASI, em função de um conjunto de critérios. Esta avaliação de ASI pretende desenvolver-se com base em normas e conceitos existentes, de uma forma dispersa na indústria do SI (e.g., critérios propostos pela framework da TOGAF para avaliação de Arquiteturas Tecnológicas de SI) e que, segundo a visão dos autores, em conjunto com as primitivas presentes neste artigo possibilitaram a avaliação sistemática de ASIs..

Finalmente, define-se também como trabalho futuro a definição, com base nas melhores práticas actuais e de trabalhos de campo de ASIs, de processos e metodologias para definição e concepção de ASIs.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Boar, Bernard, Constructing Blueprints for Enterprise IT Architecture, John Wiley & Sons, 1999.
- [2] Spewak, Steven, and Steven Hill, Enterprise Architecture Planning: Developing a Blueprint for Data, Applications and Technology, Wiley-QED, ISBN 0-471-599859, 1992.
- [3] Zachman, John, Enterprise Architecture: The Issue of the Century, Database Programming and Design, March 1997.
- [4] OMG, Unified Modeling Language Specification, v 1.5, March 2003. <http://www.rational.com/uml>
- [5] How do You Define Software Architecture?, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, December 2000. <http://www.sei.cmu.edu/architecture/definitions.html>
- [6] Tissot, Florence, and Wes Crump, An Integrated Enterprise Modeling Environment, P. Bernus, K. Mertins, G. Schmidt (Eds.), Handbook on Architectures of Information Systems, Springer, pp.59-79, ISBN 3-540-64453-9, 1998.
- [7] Eriksson, Hans-Erik, and Magnus Penker, Business Modeling with UML: Business Patterns at Work, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-29551-5, 2000.
- [8] Marshall, Chris, Enterprise Modeling with UML: Designing Successful Software through Business Analysis, Addison Wesley Longman, ISBN 0-201-43313-3, 2000.
- [9] Garlan, D. et al., Architectural Mismatch (Why It's Hard to Build Systems Out of Existing Parts), Proceedings 17th International Conference on Software Engineering, Seattle, WA, April 23-30 1995, pp.170-185.
- [10] Maes, Rik, Daan Rijsenbrij, Onno Truijens, and Hans Goedvolk, Redefining Business – IT Alignment Through a Unified Framework, White Paper, May 2000. <http://www.cs.vu.nl/~daan/>
- [11] IEEE Architecture Working Group, Recommended Practice for Architecture Description – Draft IEEE standard P1471/D4.1, IEEE, December 1998.
- [12] Zijden, Stefan, Hans Goedvolk, and Daan Rijsenbrij, Architecture: Enabling Business and IT Alignment in Information System Development, 2000. <http://www.cs.vu.nl/~daan/>
- [13] Sassoon, Urbanisation des systèmes d'information, 1998.
- [14] DeBoever, L., Enterprise Architecture Boot Camp & Best Practices: A Workshop, Meta Group, 1997.
- [15] Inmon, W. H., Data Architecture – The Information Paradigm, QED Technical Publishing Group, 1999.
- [16] T. W. Malone et al., Tools for inventing organizations: Towards a handbook of organizational processes, Management Science, March 1999.
- [17] Vasconcelos, A., A. Caetano, J. Neves, P. Sinogas, R. Mendes, e J. Tribolet, A Framework for Modeling Strategy, Business Processes and Information Systems, 5th International Enterprise Distributed Object Computing Conference EDOC, Seattle, EUA, September 2001.
- [18] Hammer, M., Champy, J., Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution, N. Brealey Publishing, London, 1993.
- [19] W3C, World Wide Web Consortium, Web Services, 2001, <http://www.w3.org/2002/ws>.
- [20] Open Group, The Open Group Architectural Framework (TOGAF) – Version 7, November 2001.