



Departamento
de Engenharia
Informática

Relatório de
TRABALHO FINAL DE CURSO
do Curso de
LICENCIATURA EM ENGENHARIA
INFORMÁTICA E DE COMPUTADORES (LEIC)

Ano Lectivo 2004/2005

N.º da Proposta: 142

Título: Modelação do Suporte a Actividades por Actores em Engenharia Organizacional

Professor Orientador:

Professor Doutor José Tribolet

_____ (assinatura) _____

Co-Orientador:

Mestre Artur Caetano

_____ (assinatura) _____

Aluno:

49678, João Marques Pombinho

_____ (assinatura) _____

Índice

1	Introdução	1
2	Objectivos	4
3	Conceitos Base	6
3.1	<i>Framework CEO</i>	9
3.2	<i>IDEFO</i>	10
3.3	<i>BPMN</i>	12
3.4	<i>Conclusão</i>	13
4	Problemas Identificados	14
5	Aproximação	15
6	Modelação de Recursos Humanos	16
6.1	<i>Modelo proposto</i>	17
6.2	<i>Definição de Competências</i>	18
6.2.1	O conceito de Competência	19
6.2.2	Estrutura de Competências	21
6.3	<i>Agregação de Competências</i>	31
6.4	<i>Inferência sobre Competências</i>	36
6.5	<i>Análise e trabalho futuro</i>	40
7	Unificação	42
7.1	<i>Arquitecturas Orientadas a Serviços</i>	43
7.1.1	BPEL	45
7.2	<i>Alinhamento</i>	49
7.2.1	Alinhamento Entidades de Informação – Serviços	51
7.2.2	Alinhamento Processos de Negócio – Serviços	53
7.2.3	Alinhamento Serviços – Aplicações	55
7.2.4	Identificação dos serviços	55
7.3	<i>Modelo proposto</i>	56

8	Conclusões	61
8.1	<i>Resposta aos Objectivos propostos</i>	61
8.2	<i>Trabalho Futuro</i>	62
8.3	<i>Aprendizagem proporcionada</i>	63
9	Referências	64

Lista de Figuras

<i>Figura 3-1 - Conceito de BPSS</i>	9
<i>Figura 3-2 - Conceitos genéricos da Framework CEO</i>	10
<i>Figura 3-3 - Conceitos IDEF0 [IDEF0]</i>	11
<i>Figura 3-4 - Segmento de processo com swimlanes [Whit04]</i>	12
<i>Figura 6-1 - Modelo Conceptual de Competências</i>	17
<i>Figura 6-2 - Conceito de Competência</i>	21
<i>Figura 6-3 - SWEBOK - Software Construction</i>	22
<i>Figura 6-4 - Hierarquia de competências proposta em [SV03]</i>	23
<i>Figura 6-5 – Sub-hierarquia de conhecimento [LP99]</i>	24
<i>Figura 6-6 – Extracto de Ontologia de Sector</i>	25
<i>Figura 6-7 – Árvore multi-dimensional (vistas perspectiva e lateral)</i>	29
<i>Figura 6-8 – Hierarquia genérica de conceitos</i>	30
<i>Figura 6-9 – Agregação de Competências</i>	31
<i>Figura 6-10 – Exemplo: Competências – Vista simples</i>	32
<i>Figura 6-11 – Exemplo: Competências – Vista complexa</i>	32
<i>Figura 6-12 – Agregação recursiva de Competências Agregadas</i>	34
<i>Figura 6-13 – Métodos de valorização dos Nós: Valores objectivos</i>	37
<i>Figura 6-14 – Métodos de valorização dos Nós: Valores deduzidos</i>	38
<i>Figura 6-15 – Exemplo de regras de derivação</i>	38
<i>Figura 7-1 – Exposição de Serviços por Actores</i>	43
<i>Figura 7-2 – Arquitectura de Sistemas de Informação [WV04]</i>	44
<i>Figura 7-3 – Elementos que compõem as várias camadas de SOA</i>	46
<i>Figura 7-4 – Alinhamento de referência</i>	49
<i>Figura 7-5 – Alinhamento proposto</i>	50
<i>Figura 7-6 – Micro-serviços de Dados</i>	51
<i>Figura 7-7 – Micro-serviços CRUD</i>	52
<i>Figura 7-8 – Exemplo de reutilização</i>	53
<i>Figura 7-9 – Modelo Integrado de Micro-serviços</i>	54
<i>Figura 7-10 - Modelo de Unificação</i>	57
<i>Figura 7-11 - Alinhamento no modelo Unificado</i>	59
<i>Figura 8-1 – Planeamento actual</i>	62

Lista de Siglas

BPEL – *Business Process Execution Language*

BPMN – *Business Process Modeling Notation*

BPSS – *Business Process Support System*

CEO – Centro de Engenharia Organizacional

EI – Entidade Informacional

ERP – *Enterprise Resource Planning*

IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

SOA – *Service Oriented Architecture*

TFC – Trabalho Final de Curso

UDDI – Universal Description Discovery and Integration

UO – Unidade Organizacional

Agradecimentos

Ao Professor José Tribolet pelo conhecimento, visão e determinação inspiradores.

Ao Mestre Artur Caetano pelo apoio, capacidade de análise e estimulantes trocas de ideias sem olhar para o relógio.

À Dra. Lúcia Costa pelo tempo dispensado e apoio prestado na área de Gestão de Recursos Humanos.

Ao Centro de Engenharia Organizacional em geral, colegas e funcionários, pela constante simpatia e ajuda.

À Família e Amigos, muito em especial aos meus Pais.

Sumário

O objectivo deste trabalho é modelar a atribuição de actores a actividades no contexto organizacional, através da mediação entre as competências requeridas pelas actividades e as competências detidas pelos actores. Os actores podem ser do tipo Actor Humano ou Actor Sistema, sendo representados genericamente por um Sistema de Suporte a Processo de Negócio (*Business Process Support System* - BPSS). Este sistema de suporte pretende englobar as características comuns dos dois tipos de actores que sejam relevantes para a sua atribuição ao suporte de actividades.

O principal problema a que se procura responder é a criação de uma representação para os serviços expostos por Humanos, que se propõe que sejam derivados a partir das competências destes. Esta representação inclui não só a definição de Competência (como relação entre conhecimento e acção) como a agregação das Competências resultantes em estruturas hierárquicas que sejam reutilizáveis em vários contextos. É também proposto um modelo para os serviços expostos por actores sistema, baseado numa Arquitectura Orientada a Serviços, que culmina na definição de um modelo de Unificação, sendo de particular interesse a constituição de equipas que reúnam os dois tipos de actores. Para tal, definem-se dois níveis de Micro-serviços que proporcionam o alinhamento, por um lado, com a Arquitectura da Informação e, por outro, com a Arquitectura de Negócio.

São ainda exploradas algumas aplicações possíveis desta *framework*, na sua vertente dinâmica. Este dinamismo traduz-se no escalonamento de recursos em tempo real e inclui a definição de métricas de alinhamento entre procura e oferta de serviços.

Palavras-Chave: Actor Humano, Actor Sistema, Arquitectura Orientada a Serviços, Modelação de Competências, Modelação de Sistemas, Processo de Negócio, Sistema de Suporte a Processos de Negócio.

Abstract

The objective of this Graduation Thesis is to model the binding between business activities and the actors that support them in an organizational context, matching the competencies required by the activities to the competencies held by the actors. The actors can be either of Human or System Actor type, being generically represented by a Business Process Support System (BPSS). This support system is intended to hold the common characteristics of both actor types that are relevant to their role while supporting activities of a business process.

The main problem is to define a representation for the services exposed by Humans, ideally derived from their competencies. This representation includes not only the definition of Competency (as a relation between Knowledge and Action) but also the aggregation of the resulting competencies in hierarchical structures that enable reutilization in different contexts. A model for the Services exposed by System Actors is also proposed, based on a Service Oriented Architecture, coming together in the definition of a Unification model, being of particular interest the creation of teams composed by actors of different types. To reach that objective, two levels of Micro-Services are defined, making possible the alignment with Information and Business Architectures.

Some dynamic applications of the proposed framework are also explored. This dynamics include real time resource scheduling and the definition of alignment metrics between services offer and demand.

Keywords: Business Process, Business Process Support System, Competence Modeling, Human Actor, System Actor, Service Oriented Architecture, System Modeling.

1 Introdução

Depois de nas últimas décadas a tecnologia ter liderado as mudanças dos Sistemas de Informação (SI) nas organizações, atingiu-se um ponto em que, apesar de surgirem constantemente tecnologias inovadoras, estas não se traduzem em verdadeiras melhorias para o negócio. Dentro de uma organização, os SI são vistos como um mal necessário ao seu funcionamento, uma constante fonte de problemas, associados a promessas por cumprir em termos de benefícios para a organização.

Recentemente, tem sido desenvolvido trabalho no sentido de aproximar duas áreas, Gestão e Engenharia, com o fim de melhor compreender e resolver os problemas que afectam as organizações. O objectivo é aplicar metodologias de Engenharia às organizações, identificando os seus principais processos e métodos de trabalho e, posteriormente, propor soluções adequadas, baseadas em Sistemas de Informação.

Nesta abordagem, a área de gestão de Recursos Humanos (RH) tem sido apenas parcialmente explorada: normalmente para questões administrativas e raramente orientada à ligação dos recursos aos processos de negócio. Além disso, cada organização tem um ponto de vista particular sobre as capacidades de um indivíduo. Não existe uma forma comum de expressar as competências de um trabalhador ou as necessidades de uma actividade específica. Por conseguinte, não é suportado de forma ágil o intercâmbio de colaboradores entre organizações, nem sequer dentro de unidades de uma única organização. Isto acontece por que existe uma orientação funcional na gestão de recursos humanos das organizações e, assim sendo, um recurso fica ligado à descrição de competências dessa função, que perde o sentido numa eventual mudança de posição.

As várias formas existentes de modelar sistemas de informação não contemplam possibilidades de interoperação com humanos. No entanto, os Sistemas completamente automatizados e os RH têm ambos um papel de suporte relativamente às actividades que a organização realiza. Isto implica que tenham algo em comum e surge assim a necessidade de definir um nível intermédio de suporte, criando uma abstracção em relação ao tipo de actor que o realiza.

Numa Arquitectura de Sistemas de Informação, deve também haver uma camada de abstracção que esconde as especificidades dos recursos escolhidos para desempenhar as

actividades dos processos de negócio. Consegue-se desta forma separar o negócio da estrutura que o suporta. Esta separação é tanto mais importante quanto maior for o dinamismo da organização e do mercado em que esta se insere. Verifica-se que a tendência actual é a da redução do intervalo de tempo entre ciclos de mudança e que forças como a digitalização e globalização impõem às organizações a capacidade de reacção como grande trunfo. O mercado tende a oferecer serviços mais competitivos que os executados internamente nas organizações e, dessa forma, o recurso ao *outsourcing* será cada vez mais uma tendência, acompanhado por um *downsizing* das estruturas organizacionais.

Para que estes objectivos sejam alcançáveis, torna-se necessário obter uma representação da organização que seja partilhada por todos os intervenientes. De um modo geral, isto implica a existência de mecanismos dinâmicos de captação e explicitação de desalinhamentos entre o actor, a organização e a representação de ambos num modelo organizacional.

Espera-se que este trabalho contribua para perceber melhor os problemas no caminho para a obtenção de uma visão tão comum quanto possível sobre os recursos da organização e, sobretudo, para estudar as questões que se levantam ao tentar assegurar o alinhamento entre os processos de negócio e os serviços que os suportam.

Este Trabalho Final de Curso insere-se no âmbito de um Mestrado Integrado na área de Sistemas de Informação, em curso no Centro de Engenharia Organizacional do INESC Inovação, cuja missão é a integração do trabalho de investigação aplicada e desenvolvimento tecnológico no domínio da Engenharia Informática e Sistemas, focando, como seu objecto central, a problemática da Organização Empresarial, nas suas vertentes de Arquitectura dos Sistemas de Informação e Engenharia dos Processos de Negócio.

O propósito deste documento é definir o enquadramento do trabalho realizado, os objectivos identificados e os problemas daí decorrentes, revelar as abordagens escolhidas e avaliar as soluções encontradas. Depois de uma **Introdução** e da definição de um conjunto de

Conceitos base, apresentam-se os **Objectivos** que se procuram atingir, a partir dos quais deriva um conjunto de **Problemas** a resolver no âmbito deste Trabalho Final de Curso. Seguidamente, é descrita a **Abordagem** seguida para resolver os problemas propostos. A estrutura dos capítulos seguintes corresponde de certo modo ao caminho seguido na abordagem dos problemas: em primeiro lugar, a definição de um modelo de Competências de **Recursos Humanos**; depois, o modelo proposto para retratar a oferta de Serviços pelos **Sistemas** que é apresentado, numa perspectiva de conjunto, no capítulo **Unificação**. Para terminar, como **Conclusão** avalia-se a resolução de cada problema face ao projectado e identificam-se áreas de trabalho futuro.

2 Objectivos

A execução de Processos de Negócio é suportada por um ou mais Sistemas de Suporte a Processos de Negócio (*Business Process Support System – BPSS*). Esses sistemas podem ser completamente manuais, semi-automáticos ou completamente automatizados (baseados em TI), dependendo do actor que realiza as tarefas. A representação dos sistemas de suporte não é trivial, dadas as diferenças fundamentais entre Actores Humanos e Actores SI. Para além desta dificuldade, acontece frequentemente que os processos sejam suportados por uma combinação de pessoas e SI. Todavia, é importante manter a estrutura de processos alinhada com a estratégia da organização e com a infra-estrutura de suporte aos processos de negócio, pois sem este alinhamento torna-se impossível desenvolver o negócio de forma holística. Este alinhamento deve manifestar-se em dois sentidos: por um lado, ao especificar e desenvolver a infra-estrutura de suporte de acordo com os processos de negócio existentes; por outro, aproveitar a estrutura de suporte existente, eventualmente rearranjada, para que possa estar de acordo com os requisitos dos processos.

O conjunto de objectivos deste trabalho é o seguinte:

1. Definir e representar a ligação entre Actores Humanos e as Actividades que estes suportam.
2. Definir um modelo comum que combine os Serviços prestados por um Actor Sistema e um Actor Humano.
3. Definir um BPSS como fornecedor de serviços de suporte a Actividades, representando um conjunto de Actores Humanos e Sistema.
4. Definir o modelo de inferência necessário à atribuição dinâmica de BPSS a Actividades.

No contexto do Trabalho de Fim de Curso planeia-se atingir sobretudo os primeiro e segundo objectivos, estabelecendo os conceitos base e delimitando o âmbito do Mestrado que surgirá na sequência deste trabalho. Assim, numa primeira fase, pretende-se criar uma

framework que permitia a representação de vários níveis de abstracção de modo a que possam ser expressas, não só as interacções genéricas entre actores de nível de negócio e actividades, como também as especializações destes. Pretende-se que numa segunda fase seja desenvolvido um protótipo de uma ferramenta de *software* que suporte a validação da *framework* proposta. A ferramenta deve permitir o armazenamento e indexação de Actores, actividades e as colaborações correspondentes, nos termos do modelo proposto. Pretende-se que o desenvolvimento ocorra de modo iterativo e simultâneo com um caso de estudo numa organização real.

3 Conceitos Base

Neste capítulo definem-se os conceitos que servem de base ao trabalho. Os conceitos desenvolvidos para dar resposta aos problemas levantados são discutidos nos capítulos seguintes. Analisam-se ainda algumas *frameworks* existentes do ponto de vista do suporte a actividades.

Um **Processo de Negócio** é um conjunto de actividades coordenadas que produzem valor para um cliente (*stakeholder*) externo ao processo. Ou seja, tudo na organização são conjuntos de actividades coordenadas; alguns destes conjuntos são processos de negócio desde que respeitem a definição anterior.

Uma **Actividade** é uma unidade lógica que descreve o trabalho a ser desempenhado no âmbito de um processo de negócio, podendo ser reutilizada em processos diferentes. É representável através de uma função e um conjunto de entradas e saídas, e pode ser vista como um algoritmo não-autónomo, que transforma as entradas em saídas. O facto de esse algoritmo não ser autónomo implica a necessidade de um recurso (ou conjunto de recursos) com capacidades de suporte à actividade.

Um **Actor** é alguém ou algo que consegue agir. Pode representar um Recurso Humano ou um Sistema automatizado. Os actores realizam trabalho no contexto de um processo de negócio através da realização de uma ou mais actividades, podendo ser coordenados como equipas.

Alinhamento é a manutenção da correlação da estratégia do domínio de negócio, a sua estrutura e processos com os sistemas de suporte a processos de negócio correspondentes.

Uma **Competência** representa a capacidade de utilizar conhecimento de forma pronta e eficaz na realização de uma dada tarefa, estando associada a Actores Humanos.

Um **Serviço** descreve o efeito de uma transacção entre actividades e actores. Representa a capacidade de um actor realizar as acções necessárias para cumprir um contrato com uma actividade. Os serviços oferecidos por um Actor Humano são obtíveis a partir das suas competências, que por sua vez se podem obter a partir das características do Actor.

A associação entre um Recurso e uma Actividade pode ser concebida como uma negociação onde os serviços oferecidos pelo Recurso representam a oferta e os requisitos da Actividade representam a procura. Desta forma, torna-se claro que este mapeamento envolve pelo menos três passos: modelar os serviços oferecidos pelo actor (quer seja Humano ou SI), modelar as necessidades da actividade e avaliar o alinhamento entre ambos.

A gestão baseada em competências, cada vez mais popular, propõe atingir vantagens competitivas ao integrar os recursos humanos na estratégia do negócio. Isto vem alterar a posição dos colaboradores, tornando-se estes mais responsáveis pela gestão do seu conjunto de competências e a sua adaptação às mudanças de contexto [LP99]. Dentro de uma organização, os principais *stakeholders* deste processo são o departamento de Recursos Humanos (RH), os responsáveis de cada processo de negócio e os próprios colaboradores. Fazem parte deste processo as áreas de planeamento, recrutamento e selecção, formação, compensação e gestão de carreiras. O responsável pela gestão destas áreas é o Departamento de RH que, do ponto de vista do suporte a actividades, vê um colaborador como um fornecedor de competências. Estas correspondem ao lado da oferta de uma negociação que tem como procura a especificação das necessidades de suporte das actividades. Desta forma é crucial que partilhem um vocabulário comum para que seja possível ajustá-los mutuamente. A correcção de desalinhamentos passa, em primeira instância, por fazer convergir a linguagem do lado da oferta e procura e, depois, pela existência de um modelo semântico partilhado.

Além do já referido, é de interesse a vertente dinâmica da gestão de competências, na qual se torna possível avaliar em tempo de execução, para uma dada tarefa, o trabalho acordado e aquele que foi de facto realizado, oferecendo *feedback* que permita efectuar melhorias nos processos. Em particular, é do interesse de um actor humano ver-se bem representado no sistema, desde a representação das suas aptidões até análises de desempenho. Um bom alinhamento permitirá que um colaborador seja chamado para realizar tarefas adequadas ao seu nível de competências. Mais ainda, permitirá identificar lacunas a nível de competências que não permitiram um bom desempenho, levantando necessidades de formação, por exemplo.

No entanto, as visões de suporte a actividades são bastante diferentes do ponto de vista do Actor Humano e do Actor Sistema. Estas estão normalmente separadas, não sendo trivial integrá-las pois não partilham uma arquitectura comum, sendo a visão de Actor Sistema marcadamente tecnológica enquanto a de Actores Humanos é actualmente associada aos Workflows. A representação dos RH é feita em termos mais subjectivos, sob a forma de responsabilização sobre a realização da actividade (eventualmente distribuição de trabalho e controlo), em vez de se focar na própria realização das actividades. Um actor humano tem normalmente diversos papéis, gerindo ele próprio o seu tempo e as mudanças de contexto necessárias, estando este comportamento implícito no desempenho das suas funções.

No entanto, apesar das diferenças, é forçoso que existam aspectos em comum pelo menos a nível funcional, pois há inúmeras situações do mundo real em que um actor realiza actividades associadas a outro tipo de actor. Isto pode acontecer, por exemplo, quando se automatiza a função realizada por um humano (ao criar um sistema) ou quando um humano realiza a função de um sistema por indisponibilidade deste. É precisamente na exploração destes pontos comuns que reside um dos objectivos do trabalho, tentando proporcionar o grau de unificação possível entre os serviços de suporte prestados pelos dois tipos de actores. Esta unificação é materializada num mecanismo, designado genericamente como **Business Process Support System** (BPSS), que representa um conjunto de recursos com capacidade de suporte a processos/actividades. Estes recursos podem ser Recursos Humanos ou Sistemas completamente automatizados, como se pode ver na Figura 3-1. No primeiro caso, há que acomodar no modelo as inúmeras facetas de um Recurso Humano, necessariamente mais subjectivas que as dum Sistema Automatizado, o que apresenta inúmeros desafios que são apresentados no Capítulo 6.

O conceito de BPSS pretende ser uma entidade agregadora destas duas, nos pontos que lhes forem comuns, com especialização sobre a forma de herança. A ideia de definir um BPSS é conseguir uma abstracção sobre todos os recursos que possam servir como sistema de suporte a processos de negócio, como representado na Figura 3-1.

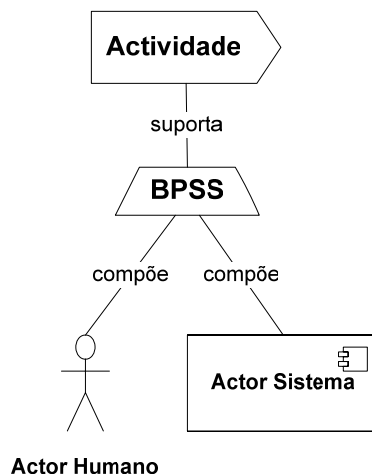


Figura 3-1 - Conceito de BPSS

Um dos objectivos principais da modelação de um BPSS é a definição de uma *pool de recursos*, que poderá ser acedida de forma dinâmica com vista a alocar os sistemas de suporte a uma dada actividade. Em particular, é interessante a definição de **equipas** de recursos. Estas podem ser constituídas por elementos do tipo **Actor Humano** ou **Actor Sistema** e a motivação para a sua existência tem a ver com as capacidades conjuntas de uma equipa não serem necessariamente a soma das capacidades dos recursos que a compõem.

Segue-se uma breve análise a ferramentas de modelação de processos existentes do ponto de vista dos conceitos utilizados e da sua capacidade de expressar suporte a actividades.

3.1 Framework CEO

Este trabalho utiliza os conceitos definidos na *Framework* do CEO. De um modo geral, a *framework* permite modelar a estrutura dos processos e a sua dinâmica, utilizando os conceitos de Actividade, Objectivo e Recurso, representando o Plano dos Processos de Negócio de uma Organização com recurso a UML [Vasc01]. Os conceitos utilizados estão representados na Figura 3-2.

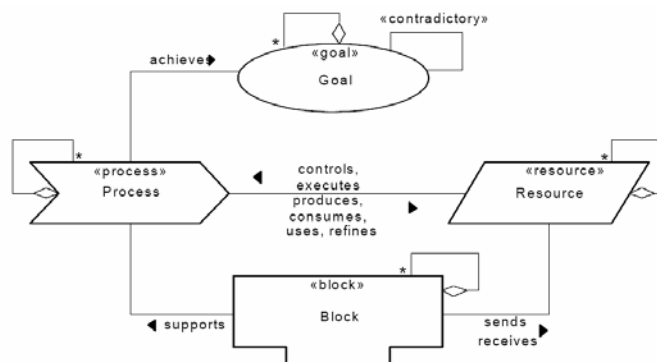


Figura 3-2 - Conceitos genéricos da *Framework CEO*

Como já foi dito, a *Framework CEO* utiliza UML, que é uma linguagem de modelação geralmente utilizada para desenvolvimento de *software* mas que pode ser utilizada para modelação de negócio. Incorpora mecanismos de extensibilidade e adaptabilidade, incluindo nove tipos de diagrama predefinidos que, em conjunto, descrevem a estrutura, comportamento e arquitectura de um sistema [CGST01].

Define-se um Componente como bloco de software, com uma interface que fornece acesso aos seus serviços, servindo como elemento estruturante do sistema. Uma composição de componentes e suas relações permitem descrever a arquitectura do sistema de informação, com possibilidade de uso de diferentes níveis de granularidade, criando componentes de mais alto nível, orientados ao negócio [Vasc01]. No entanto, os componentes de suporte utilizados são orientados à modelação de Sistemas de Informação por blocos de *software*, ignorando os RH como prestadores de funcionalidades de suporte. Assim, a *Framework CEO* não suporta a atribuição de actores a actividades, nem sequer a definição das capacidades de suporte de um Actor Humano.

3.2 IDEF0

O IDEF0 é um método de modelação das decisões, acções e actividades de uma organização ou sistema. Possui os conceitos de função, *input*, *output*, controlo e mecanismos de suporte, como se pode ver na Figura 3-3.

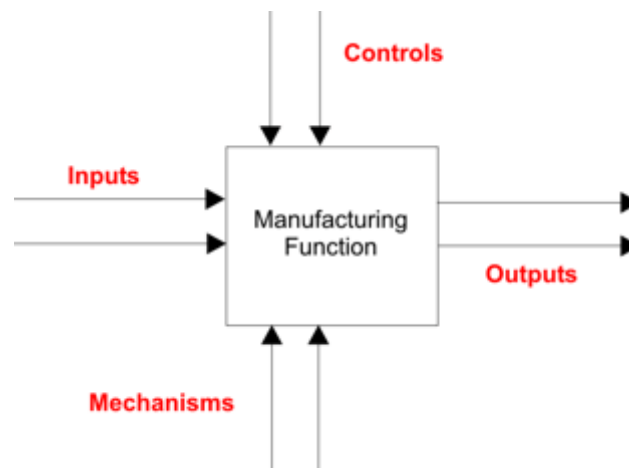


Figura 3-3 - Conceitos IDEF0 [IDEF0]

Foi derivado da linguagem de modelação gráfica Structured Analysis and Design Technique (SADT), com o objectivo de ser um método de modelação de funções que permitisse analisar e comunicar a perspectiva funcional de um sistema. Um modelo IDEF0 bem concebido ajuda a organizar a análise de um sistema e promove a boa comunicação entre os vários intervenientes. É bastante útil ao definir o âmbito de uma análise, especialmente de cariz funcional. Como ferramenta de comunicação, o IDEF0 facilita o envolvimento de peritos de domínio e privilegia as decisões de consenso através da sua forma de representação simplificada. Funciona também como ferramenta de análise, identificando as funções realizadas, o que é necessário para desempenhar essas funções, o que o sistema actual realiza correctamente ou incorrectamente. Assim, os modelos IDEF0 são frequentemente uma das primeiras tarefas do desenvolvimento de um sistema [IDEF0]. A noção mais próxima de um sistema de suporte é a de *Mechanism*, que representa os recursos necessários para realizar a função relacionada com a actividade. No entanto, um mecanismo é associado a uma actividade em tempo de desenho, sem que haja exposição de funcionalidades oferecidas e requeridas que permitam aferir o alinhamento da associação.

3.3 BPMN

A Business Process Modeling Notation (BPMN) é uma notação gráfica que representa o fluxo de um processo de negócio através de um Business Process Diagram (BPD), sendo facilmente compreendida pelos diversos intervenientes, desde analistas de negócio, a técnicos ou gestores. Foi criada de modo a coordenar a sequência das actividades e fluxos de mensagens entre diferentes participantes no processo. As quatro categorias de elementos básicos existentes num BPD são Objectos de Fluxo, Objectos de Ligação, *Swimlanes* e Artefactos. Uma boa introdução ao BPMN pode ser consultada em [Whit04].

Dentro das categorias existentes, aquelas que mais interessam no âmbito deste trabalho são as Actividades (Objecto de Fluxo) e *Data Objects* (Artefacto). Porém, a noção de papel não está modelada no BPMN, existindo o conceito de participante como o que mais se aproxima, embora a um nível mais geral que o pretendido. A participação num processo de negócio é representada através de *swimlanes*, como se pode ver na Figura 3-4. Estas permitem agrupar conjuntos de actividades que estão relacionadas entre si de modo lógico (por ex. quando são realizadas pelo mesmo departamento), representando responsabilidades a um nível bastante macro.

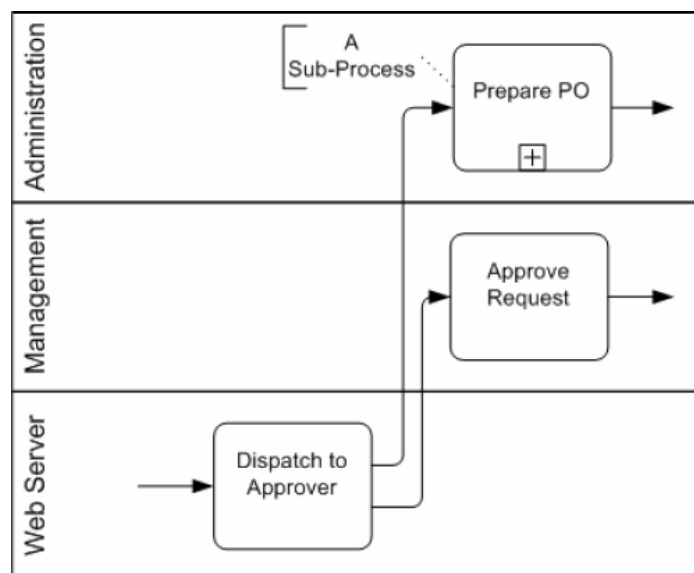


Figura 3-4 - Segmento de processo com *swimlanes* [Whit04]

3.4 Conclusão

Em qualquer uma das abordagens referidas, o foco está mais no fluxo do que no enriquecimento semântico dos seus componentes. Em particular, não se definem de modo formal as competências de um recurso humano (os serviços de suporte que este oferece), nem as necessidades das actividades. É precisamente nessa área que este trabalho pretende prestar um contributo, definindo um modelo de competências para Recursos Humanos, Sistemas Automatizados e, finalmente, um modelo conjunto para possibilitar o maior grau possível de unificação entre estes dois mecanismos de suporte.

4 Problemas Identificados

Uma breve análise ao tema do trabalho revela o problema mais genérico da modelação de negócio e, em particular, da representação de organizações, não só das suas várias dimensões de forma isolada mas, principalmente, através de uma representação coerente do todo. Este problema não é novo e o seu cariz multidisciplinar torna difícil encontrar soluções de consenso. Apesar de existir um esforço nesse sentido, relativamente pouco tem sido escrito quanto a expressar dependências entre a Estratégia, o próprio Negócio e como um Sistema de Informação o suporta. Do vasto conjunto de problemas que se põem, objecto de estudo da Engenharia Organizacional, este trabalho centra-se num conjunto de problemas que estão associados à definição de um Sistema de Suporte a Processos de Negócio.

A seguinte lista de problemas reflecte as maiores questões a que este trabalho pretende dar resposta:

- P1: Como representar as Competências e os consequentes Serviços oferecidos por Actores Humanos?
- P2: Como representar os Serviços oferecidos por Actores SI?
- P3: Como representar os Serviços de Sistemas de Suporte ao Negócio semi-automáticos, ou seja, compostos por Actores Humanos e Actores SI?
- P4: Como representar os requisitos dos Processos de Negócio de modo a que possam ser alinhados com os Serviços oferecidos pelos Actores?
- P5: Como representar e medir o alinhamento entre Processos de Negócio e Sistemas de Suporte a Processos de Negócio? Isto implica especificar os requisitos tanto de forma *bottom-up* (dos Sistemas para os Processos) como *top-down* (dos Processos para os Sistemas).

5 Aproximação

A aproximação seguida neste trabalho é a de criar uma *framework* que permita mudar a visão das organizações sobre os seus recursos e, em particular, sobre a forma como são alocados a actividades. Para atingir este objectivo, pretende-se criar um modelo baseado num conjunto de conceitos para representar um recurso da organização em termos das funcionalidades de suporte a actividades que oferece. Como contraponto, definir-se-ão as necessidades da actividade de modo a que seja possível estabelecer um ajustamento entre ambos. Este ajustamento será representado em tempo de execução pela metáfora de um mercado de competências. Há bastante trabalho realizado neste domínio no âmbito de outras disciplinas, nomeadamente Psicologia, Ciências Humanas e Gestão. O objectivo é entrar o suficiente nessas áreas para compreender o contexto envolvente e os problemas que se colocam, transpondo os conceitos de interesse; no entanto, não se pretende optar por um caminho específico, a não ser para exemplificar a utilização do modelo. Pretende-se architectar o modelo de um modo o mais genérico possível, de forma a poder agilizar a adopção de novos resultados que venham a surgir no futuro.

Neste Trabalho Final de Curso o maior foco vai para o aspecto estrutural, mais estático e só depois para o aspecto dinâmico. A abordagem consiste em modelar em primeiro lugar as funcionalidades de suporte oferecidas por um actor humano através do conceito de competência. Este modelo envolve as fases de Definição, Agregação e Inferência sobre uma estrutura de competências e é apresentado no Capítulo 6. Em seguida, propõe-se uma concepção ligeiramente diferente do modelo de referência de alinhamento entre Processos, Informação e Aplicações, posicionando uma arquitectura de serviços face à problemática do alinhamento de uma Arquitectura Empresarial, tomando como exemplo prático o caso da linguagem BPEL. Finalmente, pretende-se alargar o âmbito do conceito de actor através do conceito de BPSS, definindo-o como entidade unificadora. Tomar-se-á a Arquitectura Orientada a Serviços como arquitectura de referência para a exposição de funcionalidades de suporte a actividades de modo unificado, utilizando para isso diversos níveis ou camadas de abstracção dentro do conceito de Serviço, que serve de mediador entre os Serviços de Negócio e os recursos reais da organização.

6 Modelação de Recursos Humanos

O objectivo da modelação de Recursos Humanos no contexto deste trabalho é conseguir expor serviços de suporte a actividades a partir de um conjunto de características de um dado Actor. Além da exposição de serviços, é útil estudar a vertente dinâmica da gestão de recursos humanos que corresponde à avaliação, em tempo real, do ajustamento entre as competências oferecidas pelo actor e as necessidades de uma tarefa. Neste capítulo será inicialmente apresentado o modelo proposto, que é constituído por três grandes blocos lógicos. Estes correspondem à **Definição** de Competências, à sua **Agregação** em conjuntos coerentes e à **Inferência** que se pode realizar sobre estes conjuntos em tempo de execução, sendo apresentados nos sub-capítulos subsequentes.

6.1 Modelo proposto

O modelo proposto contempla três níveis: Definição, Agregação e Inferência. Pode ver-se na Figura 6-1 um esquema macro do modelo.

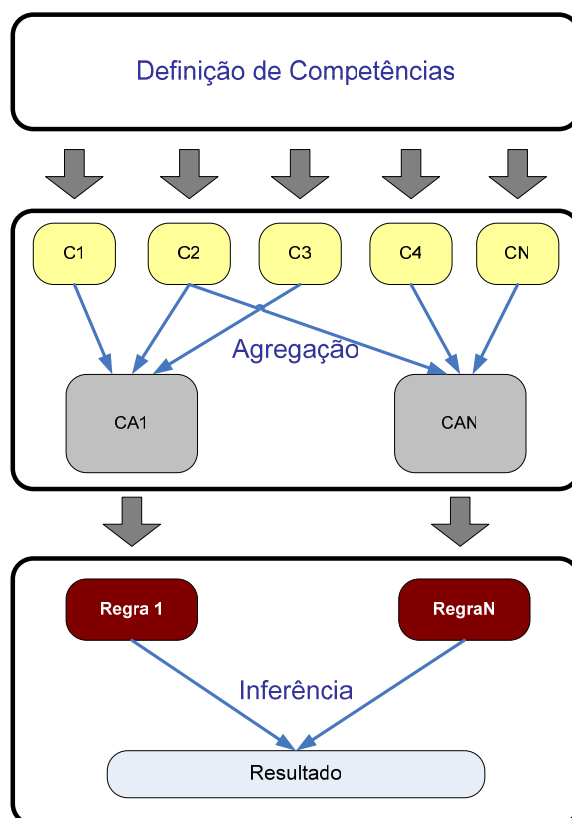


Figura 6-1 - Modelo Conceptual de Competências

A divisão em três níveis é feita para conferir flexibilidade e capacidade de reutilização de componentes do modelo. Pretendem-se separar as competências, a sua hierarquia, as regras de agregação destas e ainda a informação de tempo de execução que irá instanciar as estruturas. Como não é possível antecipar as necessidades de uma organização particular sobre a informação que categoriza as competências, parece errado embutir nas próprias competências a sua hierarquia. Desta forma, as competências ficariam limitadas a um dado contexto organizacional, o que não é, claramente, o que se pretende. Assim, é importante

separar a competência em si do esquema de classificação usado pela Unidade Organizacional (UO) onde esta é utilizada. Esta separação corresponde, no modelo da Figura 6-1, à passagem da Definição para Agregação. Na fase de Agregação agrupam-se as competências em conjuntos coerentes e definem-se regras de relacionamento entre elas, por exemplo, a definição de pesos entre ramos de um nó competência. Finalmente, em tempo de execução, serão instanciadas essas estruturas, atribuindo valores que permitem realizar inferência através das regras criadas na fase anterior.

6.2 Definição de Competências

O universo da modelação de competências é bastante vasto, existindo trabalhos publicados em inúmeras áreas. No entanto, existe a necessidade de uma abordagem multidisciplinar a este problema, permitindo modelar um recurso a que é atribuído cada vez mais valor dentro de uma organização.

Um recurso crucial a qualquer modelo de competências é o conhecimento. Este é representado por várias árvores que reflectem a arquitectura da informação, tanto Entidades Informacionais (EI) como estruturas de conceitos. As EI possuem atributos e representam objectos do mundo real, enquanto as estruturas de conceitos representam as várias formas como a organização vê e classifica a informação. Estas últimas serão a base para a representação de conhecimento inerente a uma competência.

Seguidamente há que definir uma estrutura que permita alojar o conceito. A criação desta estrutura não é simples pois é difícil modelar as várias facetas humanas que podem influenciar o desempenho: conhecimento teórico, experiência prática, factores psicológicos, sociais, de contexto, etc.

Neste sub-capítulo aborda-se em primeiro lugar o conceito de competência e as motivações para a sua escolha como representante da oferta de suporte a actividades por parte de um RH. Seguidamente aborda-se a constituição da entidade que representa uma competência e os elementos que a compõem, juntamente com análise de trabalho relacionado nesta área.

6.2.1 O conceito de Competência

O lançamento do movimento associado às competências é atribuído ao *paper* “Testing for Competence rather than Intelligence”, de 1973, por David McClelland. Este movimento utiliza as competências como unidade básica para classificar pessoas e relacioná-las com a habilidade de executar uma tarefa num ambiente determinado [Neve01]. As competências podem ser usada para a maioria dos processos relacionados com a gestão de RH: recrutamento, colocação, retenção, promoção, gestão de desempenho, encaminhamento de carreiras, compensação, etc.

Spencer define competência como “a característica implícita de um indivíduo que está causalmente relacionada com o desempenho efectivo ou superior, segundo critérios definidos, num trabalho ou situação”[SSS93]. *Característica implícita* quer dizer que a competência é um constituinte profundo de uma pessoa e pode servir para prever o comportamento numa grande variedade de situações. Significa ainda que a noção de competência é parte daquilo que Davenport chama conhecimento tácito, ou seja, conhecimento que está embebido na mente das pessoas¹. *Relacionado de modo causal* significa que uma competência causa ou pode prever o comportamento e o desempenho. *Segundo critérios definidos* quer dizer que é possível quantificar o grau de desempenho da competência.

A definição de competência implica uma relação causal entre a intenção e o resultado, sendo necessário conhecer a intenção de alguém para prever as suas acções. Essa intenção pode ser representada por competências do tipo motivação, característica pessoal, auto-conhecimento ou conhecimento. Da intenção resulta uma acção e só esta tem como resultado o desempenho da tarefa.

Utilizam-se critérios de desempenho na definição de competência para denotar o impacto destas no desempenho. Uma característica ou capacidade não é uma competência se não previr algo útil no mundo real, o que torna a definição de critérios de desempenho uma faceta crítica do conceito de competência.

¹ Segundo Davenport, existem cinco tipos de características, das mais facilmente visíveis para as mais tácitas: habilidade, conhecimento, auto-conhecimento, traços pessoais e motivação.

Apesar de existirem diversas ontologias criadas nesta área, como é exemplo o *working paper* "*Conceptual model for competencies and other related terms*" [Blad04], importa distinguir os conceitos de capacidade e competência. A primeira refere-se à relação entre um actor potencial e uma especificação de actividade, denotando a habilidade do actor potencial realizar as actividades especificadas. Uma competência, além das características já apontadas, implica que uma dada capacidade seja demonstrada e que tenha associado um grau de desempenho mensurável. Assim, no âmbito deste trabalho, as competências serão encaradas como uma característica humana que se manifesta na prática e correlacionável com o desempenho, sem prejuízo de vir a ser criada uma metodologia para aferir competências a partir de capacidades.

Utiliza-se o conhecimento na definição proposta de competência pois é relacionável com o desempenho de actividades específicas e é comum a praticamente todas as abordagens à gestão por competências. Podem, no entanto, contemplar-se as restantes características humanas propostas por Spencer: auto-conhecimento, motivações ou traços pessoais. Existe a preocupação de possibilitar a extensão da estrutura mas, para simplificar a apresentação do modelo, utilizam-se as duas consideradas imprescindíveis.

Assim, neste trabalho, **Competência** representa a associação entre **Conhecimento** e **Ação** ou, mais precisamente, a noção de conhecimento aplicado. Deste modo, englobam-se duas noções importantes: por um lado, que as competências são baseadas em **conhecimento**; por outro, para que uma competência seja reconhecida como tal, há que demonstrar a capacidade de juntar esse conhecimento a uma **ação** que traga valor à actividade em causa.

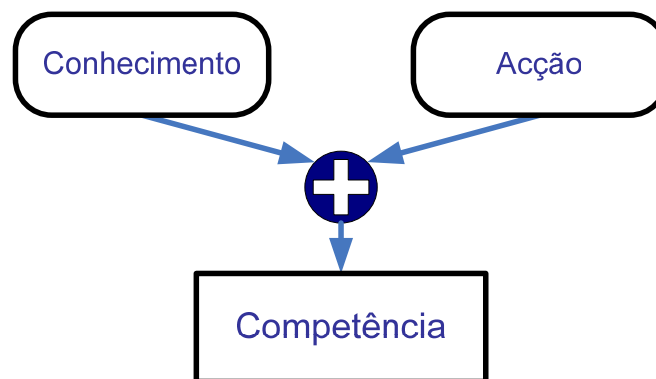


Figura 6-2 - Conceito de Competência

A definição de Competência proposta consiste em associar elementos de conhecimento às capacidades de actuação que os põem em prática. Como se verá em seguida, conhecimento é usado nesta definição como uma categorização genérica de uma série de características de um actor humano que podem ser postas em prática para atingir um objectivo. O modelo proposto utilizará esta simplificação para efeitos expositivos mas importa frisar que acomoda a associação de qualquer característica do actor (no fundo, um substantivo) a uma acção (verbo).

6.2.2 Estrutura de Competências

Definido o conceito de competência a utilizar no trabalho, há que definir agora uma estrutura para alojar as competências. Inicialmente é feita uma análise ao trabalho relacionado nesta área, juntamente com uma discussão à volta das decisões inerentes à criação da estrutura. Seguidamente é apresentado um exemplo extremamente simples mas que pretende ilustrar na prática algumas das questões que se põem ao modelar competências. Por fim apresenta-se estrutura proposta neste trabalho, rematando com alguns considerandos sobre a sua implementação.

6.2.2.1 Análise de trabalho relacionado e discussão de alternativas de desenho

Devido aos vários níveis a que pode ser vista uma competência, parece lógico utilizar uma estrutura hierárquica para representar competências. Essa estrutura é normalmente uma

árvore de competências. Este é o caso dos *Bodies Of Knowledge* (BOK), onde se categorizam as competências relativamente a uma área particular de conhecimento. Um exemplo de um BOK é o Software Engineering Body of Knowledge, publicado pelo IEEE [AM04]. Pode ver-se na Figura 6-3 um exemplo de uma hierarquia de conceitos ligada à construção de software.

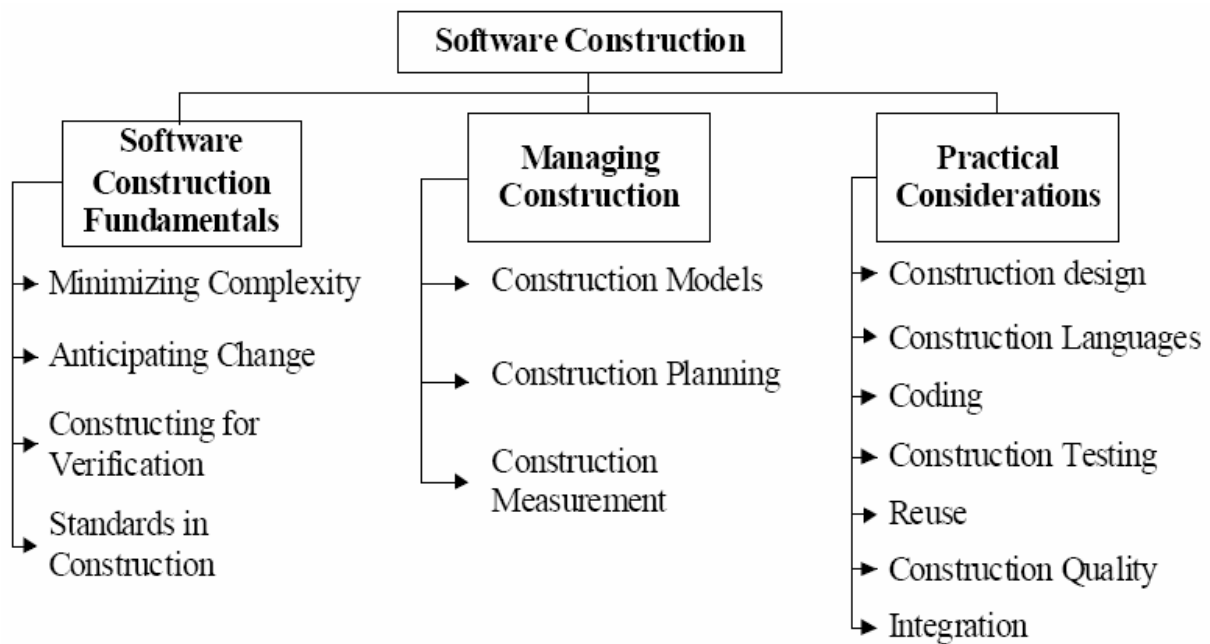


Figura 6-3 - SWEBOK - Software Construction

Outro exemplo é visível no modelo de competências proposto em [SV03], correspondente a um Trabalho Final de Curso realizado no CEO, mais orientado a uma utilização dinâmica do que à riqueza da própria estrutura. Na hierarquia proposta evolui-se em termos de especialização de competências à medida que se vai descendo na árvore, conforme indicado na Figura 6-4. Esta escolha coincide com a aproximação baseada em corpos de conhecimento, possuindo por isso os seus defeitos e virtudes.

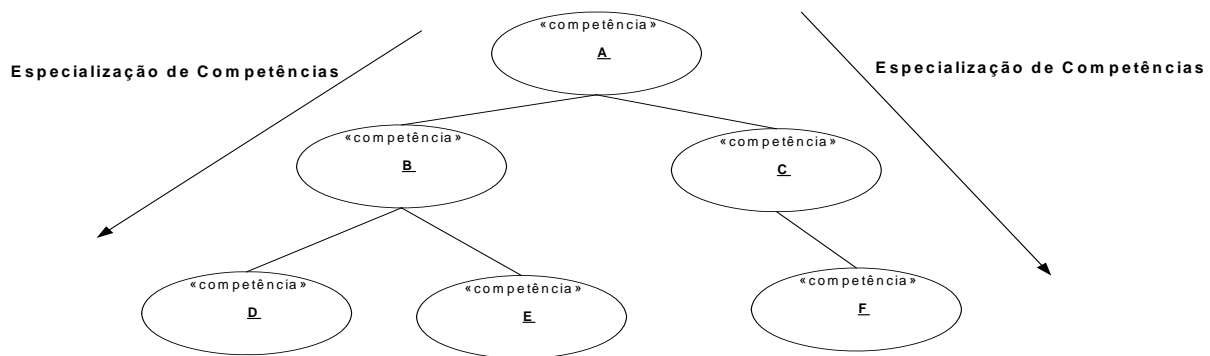


Figura 6-4 - Hierarquia de competências proposta em [SV03]

De notar que se um actor ou um papel requerido detêm uma determinada competência, todas as competências que a ligam até à raiz dessa árvore, constituindo um ramo da árvore, também fazem parte das competências do actor/papel requerido. Desta forma, existe uma única árvore mestra, com todas as competências da organização, com categorização em termos funcionais incorporada nos níveis superiores da própria árvore. O facto de existir uma única árvore, onde se encontram todas as competências e a categorização nos níveis superiores, é limitativo da semântica atribuível a uma competência particular. Isto inibe a reutilização de competências e o seu uso em contextos diferentes.

Um problema de maior monta é que as competências individuais não são decomponíveis, levando à dispersão de conceitos entre várias competências. Consequentemente, a inferência sobre esses conceitos é limitada por não estarem estruturados e ligados a cada competência como seus componentes.

Uma abordagem semelhante é utilizada em [LP99]. A árvore de competências proposta possui quatro categorias: *Enabling Technologies*, *Field Experience*, *Knowledge* e *Personal Traits*. É dentro destas categorias que se define a subclassificação de competências. Como exemplo, pode ver-se uma sub-hierarquia de conhecimento na Figura 6-5.



Figura 6-5 – Sub-hierarquia de conhecimento [LP99]

Importa referir que a semântica associada a esta sub-hierarquia é estática por desenho, confiando-se na classificação de conhecimento padrão de uma dada área funcional para descrever as competências. No entanto, realçam-se no artigo as vantagens tecnológicas de utilizar uma estrutura de classificação *versus* descrições textuais: é naturalmente mais complicado processar texto corrido, com necessidade de recurso a tecnologias associadas à área de Inteligência Artificial, do que utilizar mecanismos de procura sobre objectos estruturados (SQL, por exemplo) para realizar inferência sobre a estrutura criada.

No artigo referido assinala-se ainda que a existência de uma árvore de competências, em vez de uma caixa de texto livre, ajuda os colaboradores a identificar as suas próprias competências e dá a conhecer a estrutura de conhecimento considerada pela organização. Isto é de especial importância ao conferir ao colaborador a consciência necessária à selecção de autoformação, ficando com a noção de quais as áreas mais valorizadas e em quais pode melhorar. Um outro efeito desta exposição é que os próprios colaboradores podem sugerir potenciais elementos a adicionar à hierarquia ou outras alterações, que terão naturalmente que ser submetidas à consideração de um responsável pela estrutura de conhecimento da empresa, tipicamente na figura do *Chief Information Officer* (CIO). Neste TFC, para evitar os potenciais problemas de criar um vocabulário fechado, que dificulte o alinhamento entre aquilo que é a concepção teórica do vocabulário e a situação real do dia-a-dia (sendo impossível criar uma lista exaustiva de competências) é necessário que se defina um mecanismo de tradução de baixo nível entre diferentes áreas de resolução semântica.

Uma abordagem mais pragmática encontra-se no projecto CommonCV [HLT02]. Trata-se de um artigo sobre um projecto de modelação de competências a partir de um *Curriculum Vitae* (CV), seguindo o conceito de *e-recruiting*. As competências são representadas como conjuntos de anotações feitas sobre os CV, representadas formalmente através de linguagens como RDF [Bric00] ou DAML+OIL [Euze02]. Será de grande interesse, sobretudo na fase de implementação de um protótipo do modelo proposto, pretendendo-se de qualquer modo explorar em trabalho futuro o caminho tecnológico da *Web Semântica* em termos arquitecturais. A *Web Semântica* é, de modo breve, uma infra-estrutura que fornece à *Web* conhecimento formal para além dos conteúdos informais. As ontologias têm um papel central na *Web Semântica* pois permitem às aplicações alcançar uma concordância nos termos que usam ao comunicar [Bern01].

Porém, apesar desta orientação, as anotações são baseadas num modelo de competências em particular, definido de acordo com as ontologias de um domínio ou sector específico, como se pode ver na Figura 6-6.

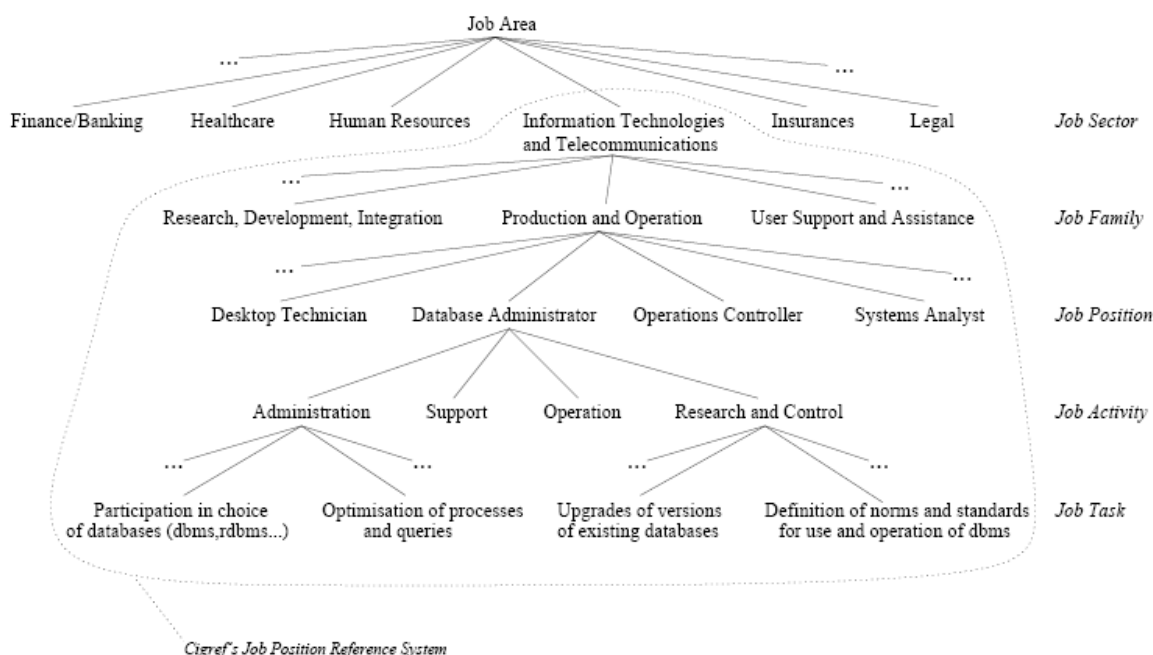


Figura 6-6 – Extracto de Ontologia de Sector

Desta forma, para o âmbito em causa neste TFC, fica o registo de mais uma aproximação rigorosa mas pouco flexível à definição de uma estrutura de competências, apesar dos bons indicadores deixados ao olhar de um modo formal para o nível semântico associado a uma competência.

Em resumo, a aproximação baseada em corpos de conhecimento (*Bodies of Knowledge* – BOK) é sem dúvida um passo em frente mas, mais que definir um método de classificação estático, é necessário um meta-modelo que acomode alterações dinâmicas com flexibilidade, incorporando a variável tempo no modelo e, sobretudo, que suporte as necessidades de diferentes contextos. A justificação desta abordagem está baseada nas limitações dos corpos de conhecimento como suporte de categorização: as múltiplas vistas necessárias para representar um recurso e os seus elementos em diversos contextos não são bem servidas por uma classificação estática. No entanto, o principal problema desta forma de representação é que a representação hierárquica das competências é influenciada por uma classificação específica de um dado contexto e não é trivial separá-la e fazer com que tenha sentido num outro contexto. Como não é de todo razoável assumir que os contextos são partilhados dentro de uma unidade organizacional de uma empresa, muito menos através de toda a empresa ou fora desta, há que garantir que um modelo de competências acomode a separação entre as competências e a sua representação e categorização.

Voltando um pouco ao conceito de Actor Humano, constata-se que este pode ser visto como um sistema que possui múltiplas competências. Isto acontece porque, ao contrário dos Actores Sistema, que são decomponíveis em funções elementares relativamente independentes (comunicação, armazenamento, processamento, etc.), os humanos não possuem uma modularidade e independência entre funções que possibilite a sua separação clara. Desta forma, a abordagem de dividir para conquistar está neste sentido fora de causa, sendo necessário obter uma representação holística dos conceitos subjacentes a um dado actor. Portanto, ao modelá-los, importa encontrar uma estrutura adequada não só à sua representação mas também às relações entre diversas características.

Existe claramente uma separação entre os atributos intrínsecos aos actores e aqueles que dependem do contexto. Mesmo conseguindo-se a separação, para obter uma categorização flexível das competências, continua a existir um problema relacionado com a **granularidade** dos elementos que formam a hierarquia. Isto acontece porque as competências não são geralmente estruturadas em termos dos seus componentes atómicos e, dessa forma, não promovem a reutilização. Adicionalmente, os componentes elementares dessas hierarquias devem ser únicos, mesmo representando conceitos que são transversais à organização. Quando se quer representar múltiplas dimensões associadas a uma só entidade, não é fácil assegurar a unicidade dos conceitos, sem duplicação que geralmente leva a desalinhamentos na informação. Por este motivo, deve ser contemplada a manutenção do alinhamento entre a Arquitectura da Informação e de Serviços, para além do alinhamento dos Serviços com o Negócio e o suporte às suas actividades. Este facto apresenta um sério desafio à Arquitectura de Informação: se por um lado é bastante atractiva a ideia de categorizar o conhecimento e associá-lo posteriormente à acção aquando da definição de competências, sendo o conhecimento associado às competências transversal à organização, por outro lado a sua realização não é de todo trivial, encontrando-se a resolução formal deste problema claramente fora do âmbito deste Trabalho Final de Curso.

6.2.2.2 Exemplo

Tomando como exemplo uma empresa de desenvolvimento de software, um colaborador pode fazer constar no seu CV que tem conhecimentos em algo tão objectivo como “Desenvolvimento de Web Services em C#” ou “Implementação de procuras BFS em Lisp”. Ao tentar colocar esse facto num modelo de competências, surgem vários problemas. Supondo que o facto é “O actor tem a competência de programar” (significando a relação entre uma acção de execução e o conhecimento de programação), a principal dificuldade é conseguir localizar “programar” na estrutura de conhecimento da empresa e identificar a sua relação com outros elementos dessa estrutura. É um conceito relacionado com conhecimento ou mais pragmático? Provavelmente será uma combinação de ambos, mas a proporção exacta não é previsível, sendo ditada pelas necessidades da organização num momento concreto. Note-se que, mesmo dentro de uma dada organização, contextos diferentes requerem proporções diferentes ou mesmo competências adicionais. Assim, em vez de descrever as

diferentes combinações de competências possíveis em linguagem natural, a abordagem proposta é modelá-las com granularidade ao nível dos seus constituintes básicos. A ligação entre os constituintes é feita relacionando os conceitos em diferentes níveis semânticos.

Continuando com o exemplo, ao dizer que um dado indivíduo “sabe criar persistência em Java”, não se pretende que “Java” seja apenas uma cadeia de caracteres que constitui a designação da competência. Pelo contrário, deve ser um objecto que represente a própria linguagem, eventualmente ligado a uma acção para efeitos de definição de uma competência, mas não perdendo por isso a sua identidade. Este objecto “Java” é abrangente o suficiente para representar, por exemplo as linguagens de programação que um *Integrated Development Environment* (IDE) suporta. O objecto que represente o IDE irá recorrer ao mesmo objecto da linguagem Java utilizado para representar a competência. Desse modo, podemos associar um programador que tenha competências em Java com o IDE que este utiliza na sua estação de trabalho, manuais da linguagem, eventos de formação, etc. Linguagem Java deve ser um conceito que não muda consoante o contexto em que é referido, devendo mudar apenas a vista que queremos ter sobre ele. Pode ser visto como um objecto de conhecimento, uma linguagem suportada por uma dada ferramenta de desenvolvimento, a versão específica de uma framework, etc. O importante é que seja o mesmo objecto a ser referenciado, não devem existir representações dissonantes do mesmo conceito no espaço semântico.

Na sequência dos problemas levantados acima, surge a necessidade de suportar múltiplas dimensões de cada elemento, dependendo do contexto onde este se encontra. A ontologia deve ser estabelecida a um nível baixo, tendo elementos atómicos das competências como unidade e, mais que isso, não incorporando hierarquias complexas ou conceitos organizacionais.

6.2.2.3 Estrutura proposta

O conceito de árvore multi-dimensional surge da necessidade de representar várias vistas sobre o mesmo objecto, respeitantes a diferentes contextos, sem perder a unicidade do conceito. Abaixo do nó de segundo nível (o primeiro corresponde à raiz) todos os nós-filhos

pertencem a uma dimensão cujo identificador é precisamente o nó de segundo nível. Podem ser vistas como árvores normais às quais se adicionou a noção de profundidade; cada nó abaixo do segundo nível pertence a um dado plano.

Uma ligação entre níveis é um arco dirigido entre dois níveis diferentes da mesma árvore. Serve para representar uma relação entre dois elementos, como se pode ver na Figura 6-7, onde cada ligação inter-níveis (a vermelho) representa uma competência definida à custa de vários elementos de competência² e as três árvores (A, B e C) representam níveis diferentes da hierarquia.

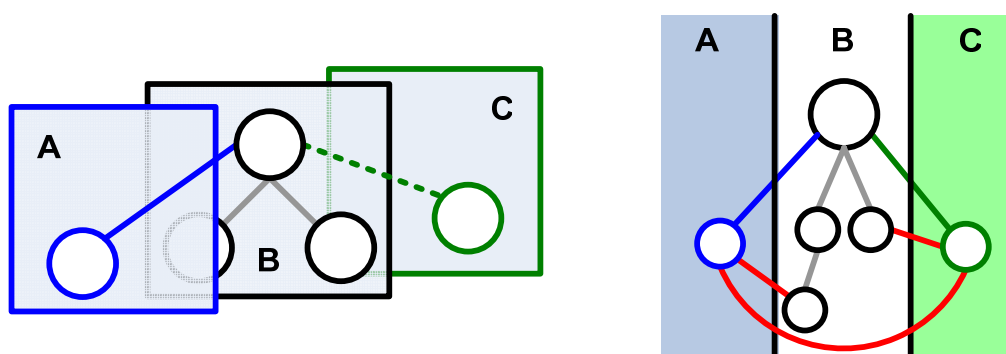


Figura 6-7 – Árvore multi-dimensional (vistas perspectiva e lateral)

O resultado da definição de competências é um conjunto de ligações que podem, no limite, ser separadas da estrutura onde se baseiam. Esta noção não é intuitiva mas é a base da passagem entre os módulos de Definição e Agregação, tornando possível reduzir uma competência a uma ligação entre nós que representam elementos substantivos ou verbos. Desde que estes se mantenham, pode alterar-se a hierarquia em que se baseiam sem destruir a noção de competência delineada. O impacto dessa alteração acontecerá apenas na fase de Inferência. No diagrama da Figura 6-8 apresenta-se uma representação alternativa para a estrutura, onde é visível a decomposição dos planos em árvores de menor profundidade e com

² Note-se que existem competências compostas por mais que dois elementos; estas destinam-se a exemplificar as possibilidades deste tipo de estrutura e serão devidamente exploradas em trabalho futuro. Neste TFC, para efeitos de simplicidade de exposição, as competências são limitadas a 2 elementos.

Relatório de TFC – Alinhamento entre Processos de Negócio e Sistemas de Suporte Julho 2005
o máximo de independência entre si, procurando ilustrar os pontos referidos e que se tornarão mais claros ao abordar cada uma das fases seguintes.

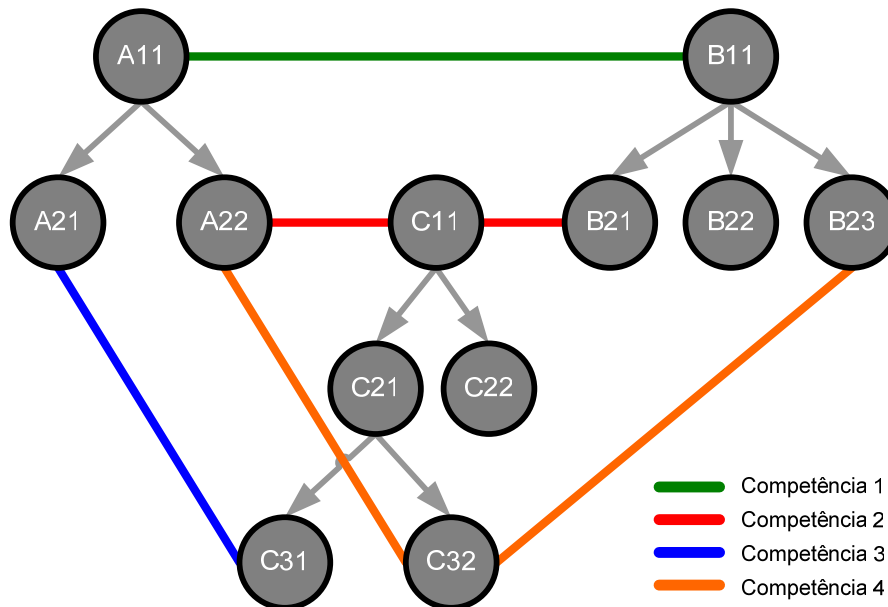


Figura 6-8 – Hierarquia genérica de conceitos

A descrição linearizada do conjunto de competências representado na Figura 6-8 é:

C1: A11 – B11

C2: A22 – C11 – B21

C3: A21 – C31

C4: A22 – C32 – B23

No sub-capítulo seguinte aborda-se a Agregação de Competências, um módulo da *framework* que se encontra estreitamente ligado ao da Definição e onde se ilustram as possibilidades deste em termos de flexibilidade, apresentando-se exemplos mais concretos de aplicação.

6.3 Agregação de Competências

Depois de definida a estrutura de cada competência isolada, surge a necessidade de agregar diversas competências em conjuntos coerentes, para que possam ser relacionadas entre si e manipuladas como blocos. Deste modo, é possível a sua utilização em contextos concretos, associadas a uma dada semântica. Esta necessidade é respondida através da criação de um plano de agregação de competências, ilustrado na Figura 6-9.

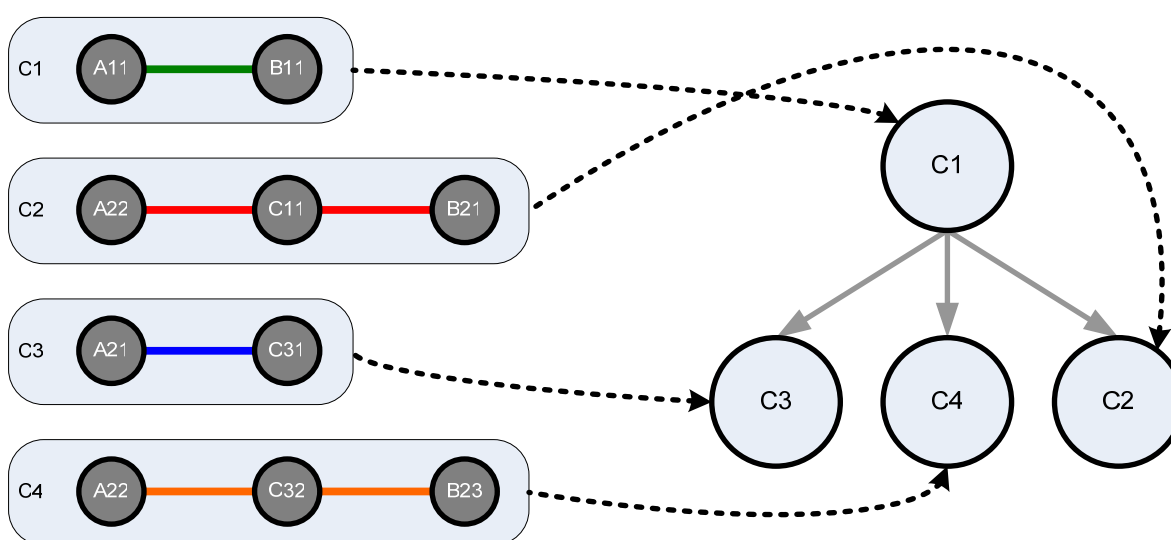


Figura 6-9 – Agregação de Competências

Um dos factores a ter em conta neste plano de agregação é a influência do contexto na definição das competências. O significado do elemento de competência "Programação" pode mudar segundo o ponto de vista. Uma definição simples de "Programação" poderá ser, pragmaticamente, o conhecimento de uma linguagem de programação específica, como se pode ver na Figura 6-10.

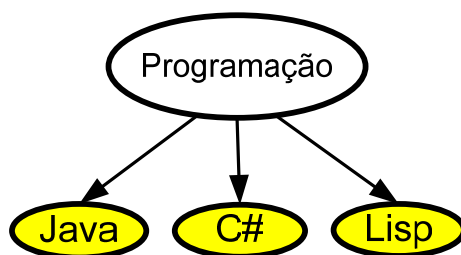


Figura 6-10 – Exemplo: Competências – Vista simples

Por outro lado, uma definição mais completa do mesmo elemento de competência seria tomá-lo como o conhecimento agregado em paradigmas da programação e linguagens de programação, tal como ilustra a Figura 6-11.

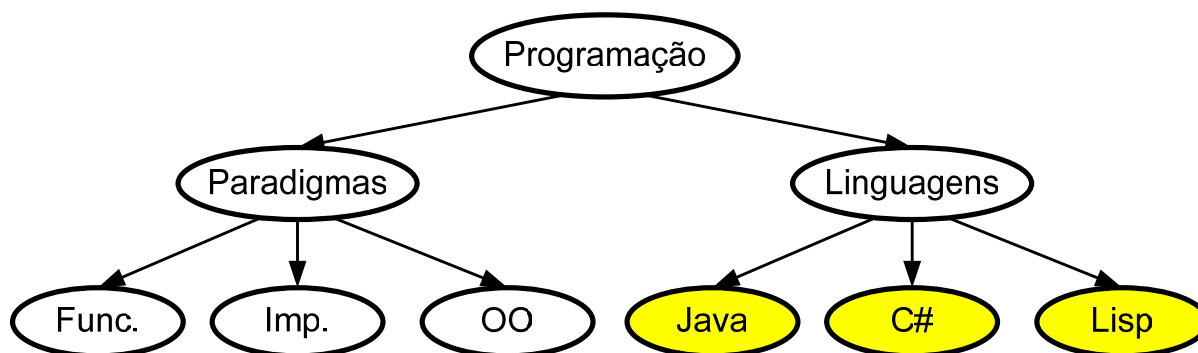


Figura 6-11 – Exemplo: Competências – Vista complexa

Como é notório, tiram-se assim conclusões diferentes sobre o valor do elemento de competência “Programação”, a partir de um mesmo *input*, variando a forma como se define a agregação da hierarquia de competências. A noção de contexto é intuitiva e interessante de acomodar no modelo mas tem que se garantir a independência entre a vista escolhida como adequada à situação e as capacidades do indivíduo, que não mudam de acordo com a categorização que delas é feita. Pelo contrário, elas podem ser ajustadas, agrupadas e reorganizadas (até em tempo de execução) de acordo com as necessidades da situação, sendo invariantes se tomadas de uma perspectiva estática.

Deste modo, a aproximação proposta consiste em ter modelos separados para as competências do actor e a sua forma de classificação, dependente do contexto. Isto implica a existência, numa Arquitectura Organizacional, de um módulo que defina áreas de autoridade de resolução semântica, não estando limitado à estrutura departamental da empresa. Este é sem dúvida um tema interessante mas fora do âmbito deste TFC, devendo ser encarado como trabalho futuro.

Propõem-se dois planos: um com a informação sobre as competências de forma objectiva e linear e outro, como um *overlay* que se coloca sobre o anterior, com a sua classificação e informação de contexto. Deste modo, a hierarquia de ramos superiores corresponde a categorização e vistas, enquanto os nós-folha correspondem aos valores objectivos de desempenho de uma dada competência. É assim possível criar estruturas de oferta que utilizem componentes já definidos anteriormente: um exemplo de extensibilidade seria juntar a um conjunto de competências técnicas, qualificadas como competências de “Programação”, elementos pertencentes a outros níveis. Poderia ser útil recorrer ao nível de conhecimento onde se descreve a ontologia relativa a “Domínios” para associar um ou mais elementos dessa ontologia à competência existente, criando uma nova competência agregada designada, por exemplo, “Programador especialista em Banca”³.

As vantagens desta abordagem são a riqueza de representação aliada à flexibilidade: se por um lado conseguimos mais um nível semântico sobre as competências lineares de base, atinge-se através da separação de ambas a possibilidade de tornar as capacidades do indivíduo invariantes ao contexto. Isto permite tirar conclusões diferentes sobre um mesmo recurso dependendo do ambiente onde ele se encontre. Apontamos assim para uma diferenciação entre capacidade e competência: a primeira é independente do contexto, é algo de próprio ao recurso, enquanto a segunda depende da sua envolvente. No entanto, no âmbito deste trabalho, utilizar-se-á exclusivamente a noção de competência, por uma questão de simplicidade.

Imaginando a aplicação de uma hierarquia de competências a um exemplo real, observa-se de que uma única estrutura hierárquica pode ser demasiado rígida. Assim, seria

³ Note-se que esta associação não acontece ao nível de Definição mas sim ao nível de Agregação.

mais proveitoso criar árvores de menor dimensão, principalmente nos casos em que é inquestionável a relação de dependência entre pais e filhos. As árvores de menor dimensão seriam assim os elementos básicos da construção de uma estrutura de competências que assim ganharia modularidade e flexibilidade, tanto mais que possibilitava a existência de aplicação recursiva das agregações, tal como representado na Figura 6-12.

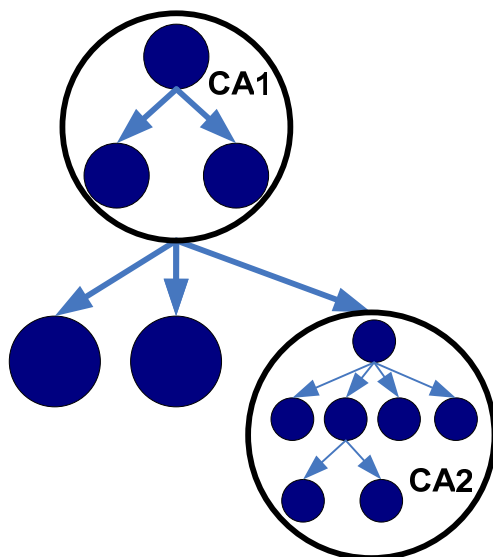


Figura 6-12 – Agregação recursiva de Competências Agregadas

Esta aproximação proporciona a possibilidade de rearranjo dos blocos de forma flexível, **sem quebrar ligações existentes**, ou seja, mantendo as ligações desde a fase de inferência até aos elementos atómicos que formam uma competência.

Um conceito interessante é a criação de conjuntos de competências cuja relação hierárquica decorra directamente da sua definição, por exemplo, programação “Imperativa” e programação “Funcional” enquanto “Paradigmas” da programação. Podemos ver estas árvores axiomáticas como blocos de construção modulares para compor árvores maiores, colocados e até dinamicamente rearranjados nessas árvores de forma a acomodar uma organização de conceitos mais subjectiva e de acordo com as necessidades específicas de cada unidade organizacional. A definição de uma árvore axiomática como uma árvore de conceitos relacionados, coerente para um dado contexto, redundando numa árvore idealmente simples, com um número reduzido de níveis de modo a preservar a modularidade. Como exemplo, podemos

ter uma árvore para representar paradigmas da programação: Orientada a Objectos, Funcional e Imperativa. Estes são, por definição, paradigmas da programação, não estando esta hierarquia sujeita a interpretações do contexto específico.

Importa referir que as opções de estrutura discutidas neste sub-capítulo aplicam-se também à Definição de competências, no caso concreto às árvores de Acções e Conhecimento. Isto acontece porque a fase de Agregação de Competências pode assumir o papel de uma fase de *staging* relativamente a alterações que se venham a fazer na Arquitectura da Informação. Na Agregação torna-se possível customizar de modo *ad-hoc* as estruturas a utilizar para inferência, de acordo com as necessidades do contexto. Se se verificarem adequadas, é útil e desejável que se reveja porque não existiam, desde logo, na estrutura de conhecimento definida na Arquitectura da Informação e, se necessário, alterá-la nesse sentido. Os interessados na utilização Agregação são os responsáveis pela definição da procura em termos de suporte a actividades. Estes, com base nas competências já definidas e em árvores agregadas de menor dimensão, constroem uma estrutura adaptada à situação em particular.

Definida que está a estrutura de agregação de competências, segue-se a fase onde o modelo se encontra com a realidade e é possível tirar conclusões acerca do ajustamento entre oferta e procura de competências. Existem noções que são comuns à fase de Agregação e à de Inferência, como as regras de derivação entre diferentes níveis hierárquicos, que serão apresentadas na secção seguinte por fazerem mais sentido junto dos exemplos de inferência, sem ressaltar que são definidas nas estruturas de Agregação.

6.4 Inferência sobre Competências

Para que se possa realizar inferência sobre competências, estando estas definidas e categorizadas, há que definir regras de propagação entre elementos de uma dada hierarquia. Tanto as regras como a própria estrutura da árvore fazem parte do esquema de classificação de conhecimento usado na Unidade Organizacional (UO), não devendo ser confundidos com a Definição de competências, que deve ser estanque relativamente à Inferência.

O objectivo é aplicar valores concretos, respeitantes a um dado actor, a um conjunto de nós de uma estrutura que modela a procura, conseguindo através de propagação (definida por regras) chegar a conclusões acerca do alinhamento entre oferta e procura.

As regras referidas são definidas de modo *bottom-up* e são específicas de um nó não-folha. Essas regras especificam como a informação de um nó pode ser obtida a partir de nós-filhos e caracterizam-se por operações lógicas, como sejam a média aritmética dos valores, média ponderada, validação a partir de um dado valor de desempenho ou inibição de um dado elemento específico⁴. O objectivo final de utilização de uma estrutura deste tipo é fazer estas propagações em tempo real, em oposição ao seu registo estático que caracteriza outras abordagens. Neste último caso, perde-se a ligação à estrutura de inferência a partir do momento em que se obtêm os resultados pretendendo-se, pelo contrário, uma ligação *live*.

A ideia é instanciar os nós-filhos com valores (invariantes relativamente à escolha da hierarquia) e depois derivar de modo *bottom-up*, utilizando regras para cada nó não-folha. O nó-folha é caracterizado por um valor estático, em oposição aos valores associados aos nós de nível mais superior, que são geralmente calculados. As situações em que isto não se verifica são situações de negociação em que o nível de abstracção a que estão disponíveis valores concretos não é o pretendido. O valor associado aos nós deve ser percentual de modo a poder assumir todos os diferentes valores relativos às diversas escalas actualmente utilizadas: é

⁴ Consultar [SV03] para uma análise a metodologias de derivação.

Existe então um conjunto de árvores de oferta instanciadas pelos valores associados aos atributos das competências (ligações). Estas árvores de oferta, representando agregações de competências, vão instanciar a árvore de procura de modo *top-down*. Põem-se então questões acerca do nível de abstracção em que são expressadas as competências de ambos os lados da negociação. Se existir uma sobre-especificação do lado da oferta, pode resolver-se a questão através de derivação *bottom-up*, fazendo para isso uso do conjunto de regras definidas juntamente com as estruturas de agregação. No caso oposto, será em geral necessário um pedido de especificação à entidade responsável emissora da oferta. Idealmente, esta especificação traduzir-se-á na adição de um nível ao modelo existente, enriquecendo-o.

São representados na Figura 6-13 e na Figura 6-14, respectivamente, os casos em que os nós se obtêm através de valorização objectiva e o caso em que são deduzidos através de regras.

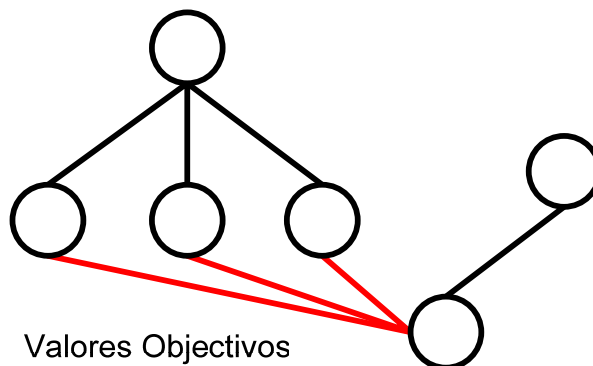
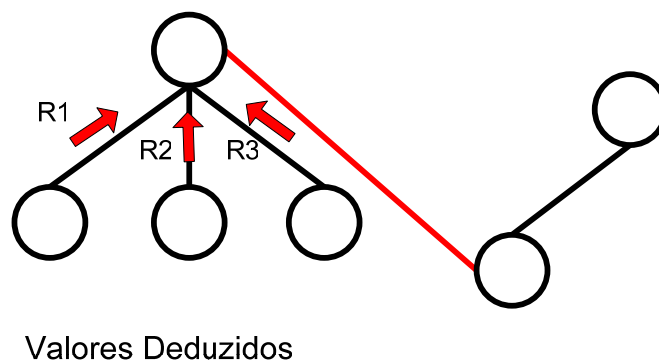


Figura 6-13 – Métodos de valorização dos Nós: Valores objectivos



Valores Deduzidos

Figura 6-14 – Métodos de valorização dos Nós: Valores deduzidos

Continuando com o exemplo anterior, pode definir-se que o nível de conhecimento global de programação é derivado a partir de 40% do conhecimento dos paradigmas da programação e 60% do conhecimento de linguagens. Como esses nós não são nós-folha, pode-se voltar a definir que, por exemplo, o conhecimento de paradigmas é dado pela média aritmética dos valores associados nos nós-folha associados a paradigmas concretos. Este exemplo é representado na Figura 6-15.

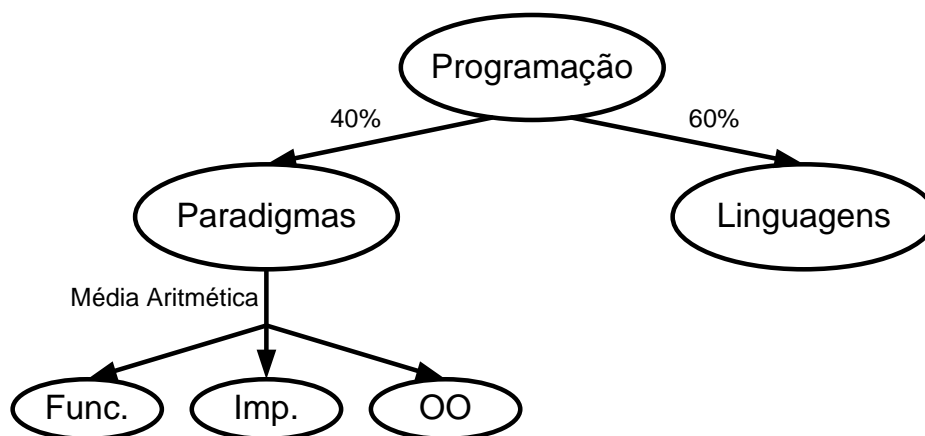


Figura 6-15 – Exemplo de regras de derivação

Numa abordagem mais pragmática, no caso das linguagens de programação, poder-se-iam, por exemplo, ter coeficientes associando um peso à relevância actual no mercado de cada

linguagem. É esta liberdade que é oferecida nesta fase de agregação, sem “corromper” a classificação mais formal criada na fase de Definição.

Além do cálculo de valores através de derivação, será importante analisar o mecanismo análogo mas a nível semântico, ou seja, se o facto de ligar uma competência simples ao nó raiz de uma competência agregada faz com que essa ligação se estenda aos filhos de forma recursiva. Este é, no entanto, um aspecto que apenas fará sentido explorar depois de estarem completamente definidos e validados os mecanismos ao nível sintáctico.

Um aspecto crucial destas estruturas é a manutenção da **rastreabilidade** ao longo de todas as fases decorrentes dos módulos que compõem o modelo, ou seja, há uma ligação de ponta a ponta entre os diversos elementos. Isto torna possível, em tempo de execução, identificar um elemento atómico específico que compõe uma competência agregada instanciada por um RH. É assim possível criar mecanismos de tradução sintáctica a baixo nível, que permitem equiparar competências que geralmente ficariam obscurecidas pela descrição macro que é feita delas. As competências, que são propriedade do RH em questão, estão em última análise representadas ao nível de folhas, sendo, por isso, representativas da informação objectiva existente sobre o RH e que aumenta em abstracção ao subir na estrutura de competências. Deste modo, as competências tornam-se tão independentes quanto desejável da classificação e arranjos específicos de cada actividade, função, departamento ou mesmo empresa. Desta forma, só tem que haver acordo ontológico ao nível elementar da sintaxe de descrição do conhecimento.

6.5 Análise e trabalho futuro

A estrutura proposta, uma árvore com ligações coloridas entre níveis, evita problemas esperados com a utilização de grafos, mantendo a riqueza suficiente de representação. Uma análise mais sustentada, com implementação de um protótipo de *software* permitirá validar esta ideia mas, intuitivamente, consegue-se limitar o impacto computacional de uma inferência sobre estas estruturas ao limitar o número de planos que uma pesquisa pode atravessar. Se para uma dada competência só existir no máximo um elemento de cada plano que a constitui, reduz-se grandemente o peso computacional associado a qualquer operação sobre a árvore. Exclui-se também a existência de ciclos, estando na prática o grafo limitado a ligações entre subáreas, sem voltar atrás. Deste modo, existirá uma limitação teórica do peso computacional de algum modo proporcional ao número de níveis existentes.

Uma limitação desta abordagem é que rapidamente atinge uma grande complexidade sobretudo a nível de visualização. De qualquer maneira, essa complexidade é proporcional à complexidade que se queira colocar no modelo, ou seja, prevê-se que o esforço necessário à manutenção da estrutura seja o mínimo, tendo em conta a capacidade semântica que proporciona.

Para além de questões de desempenho e representação, existem alguns pontos interessantes de desenvolvimento futuro. A aproximação até agora proposta para a estrutura de competências revela questões por resolver mais profundas a nível semântico. Como caso concreto, imagine-se a representação da semântica associada a relações bidireccionais feita apenas com uma estrutura de nível sintáctico. Como distinguir, por exemplo, o significado de uma competência constituída pelos elementos “Aprendizagem”, “Conteúdos” e “Criar”⁵? Não é trivial a distinção entre “Criar conteúdos de aprendizagem” ou “Aprender a Criar Conteúdos”. Como trabalho futuro nesta área, interessa a exploração de relações triplas ou de cardinalidade superior e do poder expressivo que se conseguirá alcançar, uma maior riqueza semântica, através da definição de sentidos. Perspectiva-se também uma definição mais

⁵ Os elementos de competência escolhidos são relativamente abstractos, pretendendo-se apenas ilustrar um problema associado à semântica atribuída às ligações, nomeadamente à sua ordem.

Relatório de TFC – Alinhamento entre Processos de Negócio e Sistemas de Suporte Julho 2005

concreta do modelo semântico de representação de competências, bem como de metodologias para popular esse modelo.

A informação presente no modelo deve poder ser transformada em linguagem natural, o que pressupõe a existência de um meta-modelo que, juntamente com a informação semântica referida acima (definindo sentidos e interpretações sobre as ligações entre níveis), permitirá a execução de *queries* com significado para todos os *stakeholders* do sistema. Isto será útil não só ao popular o modelo mas, principalmente, na criação de vistas destinadas a ser interpretadas por humanos sobre o sistema.

7 Unificação

Pretende-se com a unificação de recursos a exposição de serviços por parte dos actores, de forma o mais integrada possível, permitindo analisar o suporte a actividades com relativa independência do tipo de actor em causa. Na prática, uma instância de um BPSS representará uma equipa de actores que cumprem os requisitos de serviço de uma dada actividade. No entanto, para que esta integração se concretize é necessário: (1) que se consigam representar os serviços associados a uma equipa de actores, não necessariamente a soma dos serviços de cada actor dessa equipa e (2) que se exponham os serviços do lado de uma actividade, de um modo que permita fazer a sua ligação com os serviços expostos. Qualquer uma destas duas condições pressupõe uma unificação de conceitos que será apresentada neste capítulo.

Um Actor Sistema é semelhante a um Actor Humano em diversos aspectos, sobretudo ao nível das funções e papéis que pode desempenhar. No entanto, é intuitivo que algumas funções ou papéis sejam exclusivos a um ou outro: a um sistema automático não pode ser atribuída responsabilidade, por exemplo.

Tomando como exemplo três grandes grupos de características frequentemente associados a um Recurso Humano (geralmente nas áreas de ciências humanas), conseguem-se estabelecer paralelos entre estas características Humanas e características de Sistemas: as Competências correspondem aos Serviços expostos, as características Sociais equivaleriam às capacidades de inter operação (*networking*) com outros sistemas e as características Comportamentais mapear-se-iam nas especificações não-funcionais do Sistema, como sejam o *mean time between failures* ou *power required to operate*, por exemplo.

Apesar das diferenças que sempre existirão entre os dois tipo de actores, um ponto que têm em comum e que este trabalho pretende explorar é precisamente a funcionalidade que oferecem ao suporte de actividades. Um paradigma extremamente interessante para a unificação de competências, oferecidas por RH, e serviços tecnológicos, oferecidos por Sistemas, é o do Serviço. Este representa a funcionalidade disponibilizada pelas aplicações quer internas quer externas, sendo invocado pelos Processos de Negócio, como se representa na Figura 7-1.

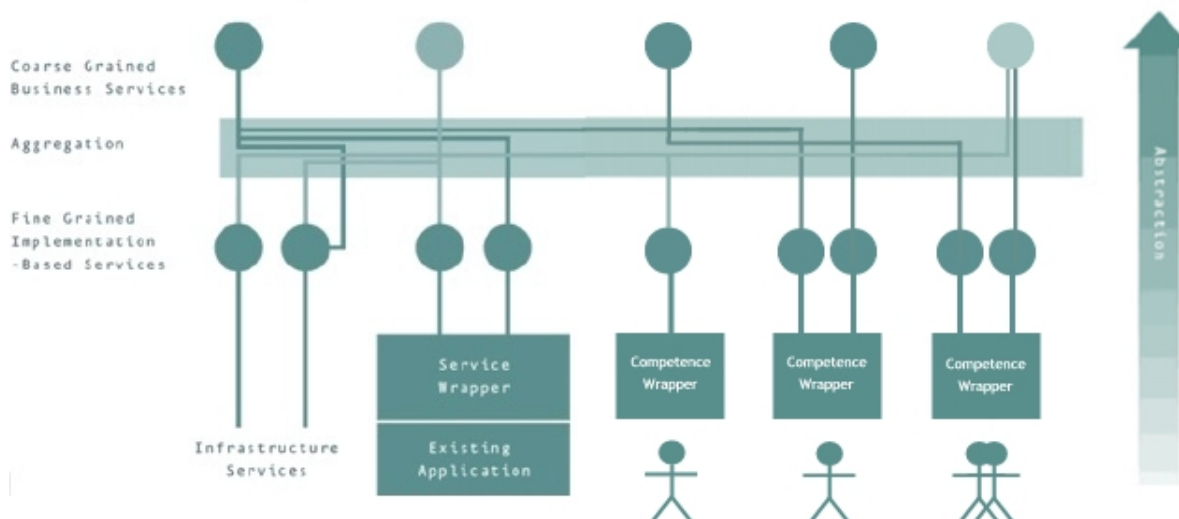


Figura 7-1 – Exposição de Serviços por Actores

O Serviço encaixa bastante bem como conceito unificador entre Actores Humanos e Sistema porque é definido numa camada onde se pode encontrar com diferentes níveis de abstracção. É precisamente no espaço desta camada que se propõe fazer a unificação possível entre os dois actores, de acordo com as direcções apontadas nas secções seguintes.

7.1 Architecturas Orientadas a Serviços

As Architecturas Orientadas a Serviços são um corpo de conhecimento relativamente novo, alvo de bastante interesse no momento actual. Não existem ainda consensos relativos a uma série de questões tão simples como a forma de definir um **serviço** ou que metodologias são válidas para obter uma *Service Oriented Architecture* (SOA). No entanto, podem ser descritas como um estilo arquitectural que separa, de modo formal, serviços (a funcionalidade que um sistema oferece) e os consumidores desses serviços. Esta separação é conseguida através de um mecanismo designado **contrato**, acompanhado por uma forma de publicar contratos por parte dos fornecedores e de localizar os contratos pretendidos por parte dos consumidores. Em vez de ligar o consumidor ao serviço, do ponto de vista tecnológico de invocação do serviço, as SOA separam o contrato do componente ou implementação desse

contrato. Esta separação produz uma arquitectura na qual o acoplamento entre o consumidor do serviço e os módulos que o implementam é extremamente baixa e facilmente reconfigurável [McGo03].

Embora haja já empresas e produtos ditos “SOA-Enabled”, trata-se frequentemente de uma questão comercial mais do que uma implementação verdadeiramente orientada a serviços. A ideia de ver SOA pelo lado exclusivamente tecnológico, com a face visível dos *Web Services*, peca por começar pelo fim um processo que deve começar por uma cuidadosa análise de alinhamentos com as Arquitecturas de Informação e Negócio.

Na Figura 7-2 ilustram-se 4 camadas conceptuais de uma Arquitectura Empresarial: Processos de Negócio, Serviços de Negócio, Aplicações e Tecnologia. Mais do que representar cada uma das camadas, é extremamente importante a relação entre os componentes de cada uma delas, ou seja, a interface entre as camadas.

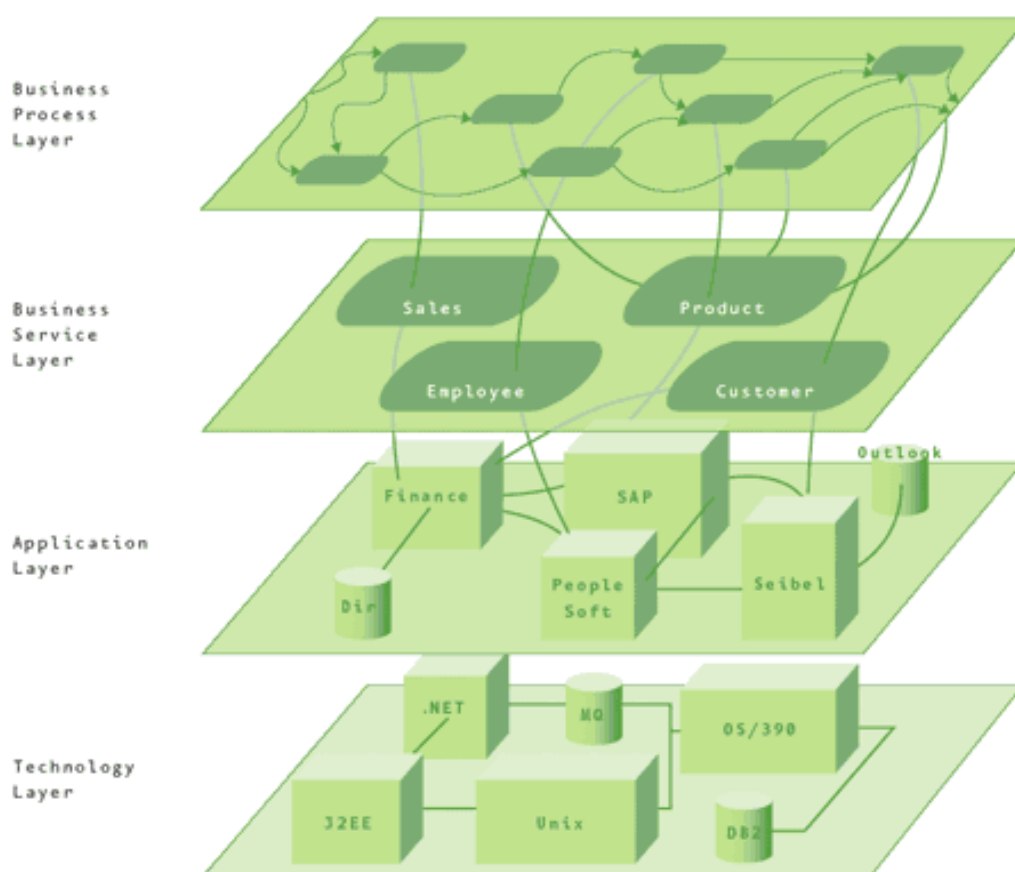


Figura 7-2 – Arquitectura de Sistemas de Informação [WV04]

A descrição dos serviços tecnológicos é de enorme importância e existem inúmeros trabalhos em curso nessa área. O âmbito destes trabalhos pode alargar-se até à composição e orquestração de serviços tecnológicos mas podemos dizer que lidam essencialmente com as camadas tecnológica e aplicacional e a sua missão termina geralmente com a exposição de um serviço de nível de implementação. No entanto, o foco deste trabalho está na **exposição de serviços de negócio** resultantes da agregação de serviços de nível de implementação, representada nas camadas de Processos de Negócio e Serviços de Negócio, da Figura 7-2.

É analisado em seguida um caso prático de uma SOA através da análise da linguagem BPEL e do seu posicionamento numa Arquitectura de Serviços.

7.1.1 BPEL

Um caso concreto que permite exemplificar a modelação de Serviços oferecidos por SI a um nível de abstracção elevado é a linguagem *Business Process Execution Language* (BPEL). BPEL é o acrónimo de *Business Process Execution Language*, actualmente sob padronização pela *Organization for Advancement of Structured Information Standards* (OASIS). Foi inicialmente desenvolvido pela IBM e pela Microsoft, baseada respectivamente no seu trabalho nas linguagens WSFL e XLANG, ambas descontinuadas entretanto. Hoje, é o resultado do esforço combinado de várias empresas (IBM, BEA, Microsoft e Oracle) para desenvolver uma linguagem universal e um *standard* que suporte Processos de Negócio e as actividades relacionadas.

O BPEL é uma linguagem baseada em XML para descrever formalmente a especificação de Processos de Negócio e de protocolos de interacção, onde a maioria das tarefas representam interacções entre processos e Web Services externos. O próprio processo BPEL é representado como um Web Service, sendo realizado por um motor que executa a descrição do processo. O nível de detalhe capturável no BPMN é suficiente para criar uma descrição do processo que seja executável. Como o BPEL é considerado actualmente o standard mais importante para linguagens de execução de processos, está incluída uma tradução para BPEL no standard BPMN, com algumas limitações devidas à topologia de processos que é possível definir em BPMN.

O facto de o resultado da orquestração de serviços em BPEL ser exposto e executado novamente como um Web Service suporta a recursividade, uma das características mais importantes das SOA. Consegue-se, assim, reflectir o conceito de refinamento da granularidade nas SOA, com mecanismos de composição e orquestração entre cada camada. Desta forma é possível definir vários níveis de serviços, como se pode ver na fase de agregação da Figura 7-3, formando a ponte entre os serviços tecnológicos e de negócio.

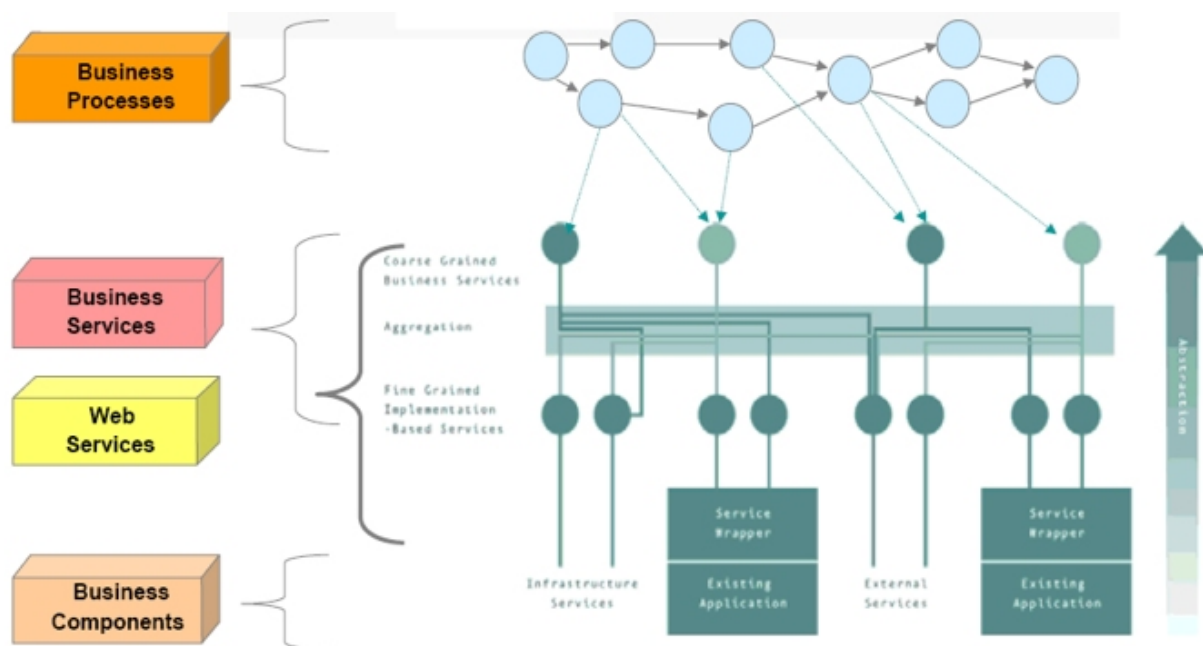


Figura 7-3 – Elementos que compõem as várias camadas de SOA

Como se pode constatar na Figura 7-3, a cobertura do BPEL é efectiva nos níveis de Web Services de um modo geral, sendo porém mais forte nos níveis mais baixos. A afirmação anterior deve-se à ausência de informação semântica forte que permita tornar o BPEL mais do que um coordenador de serviços, ligando-o de forma inteligente aos sistemas de suporte aos processos de negócio. Desta informação que seria necessária, a mais pertinente será porventura a semântica funcional dos serviços, dado que não existe hoje uma forma padrão de exprimir não só as entradas e saídas mas o comportamento pretendido ao invocar um serviço,

juntamente com atributos não funcionais deste. Só quando se completar esse *gap* semântico será possível uma ligação “inteligente” e com alguma autonomia entre os processos de negócio e os serviços, ligação essa que actualmente se dá de um modo estático, atribuindo-se um serviço concreto e particular ao suporte de uma dada actividade. Com a descrição de serviços patente num WSDL é possível, quando muito, algum dinamismo mas apenas ao nível sintáctico, encontrando-se serviços “equivalentes” por via das suas entradas/saídas. Este problema agudiza-se ao verificar as centenas de serviços que são disponibilizados por um *software Enterprise Resource Planning* (ERP), olhando-os como caixas negras que não permitem uma comparação de qualidade com outros serviços expostos eventualmente por outro ERP.

Além desta questão da semântica, há também problemas metodológicos que surgem associados à definição dos serviços. Há diversas propostas de metodologia actualmente mas merecem destaque duas grandes abordagens. Uma delas defende que sejam especificados em volta das aplicações, de certo modo *bottom-up*, e posteriormente agregados em serviços de mais alto nível que serão usados como suporte às actividades dos processos; desta forma preserva-se a reutilização ao encontrar primeiro micro-serviços que serão reutilizados por serviços mais acima. A outra abordagem defende que se deve começar pelos processos de negócio e decompô-los até ao nível dos serviços de implementação. Esta abordagem relega para a altura de *bind* dos serviços de negócio com os serviços técnicos o problema do *matching* entre os dois, que não é nada trivial, não só ao nível de vocabulário mas principalmente ao nível semântico. Além disso não facilita a reutilização, uma vez que vários serviços de baixo nível podem estar encapsulados dentro de um macro-serviço, tornando-se assim mais difícil identificá-los.

De qualquer modo, mesmo assumindo que a metodologia escolhida chegue a uma arquitectura de serviços correcta, é bastante importante o caminho que se toma para lá chegar, uma vez que esta define de certo modo a localização da fronteira (geralmente dentro da camada de serviços de negócio) entre processos de negócio e serviços, ao nível de implementação. No esquema acima, o que se está a discutir é a posição relativa dos Web Services e dos Business Services a qual, como se vê no esquema, denota uma sobreposição de conceitos.

Voltando ao caso em concreto, poder-se-iam eventualmente definir Business Services com o BPEL mas falta algum suporte para acomodar as semânticas associadas a um nível de abstracção superior, parecendo por isso mais acertada a sua cobertura desde o nível de agregação/composição até à invocação dos serviços de implementação de grão fino. Deste modo, a cobertura desta ferramenta seriam os vários níveis de serviços e a orquestração e composição entre níveis, até ao nível de negócio, sem prejuízo deste ser definido numa linguagem de mais alto nível.

Existe assim uma fronteira ténue no plano conceptual entre os níveis de actuação do BPEL e dos *Workflow*. Esta fronteira acontece na ligação entre processos de negócio e Business Services, o que faz algum sentido olhando para a distinção entre sistemas de suporte a actividades automáticos e não-automáticos/humanos. No primeiro caso, estamos perante uma definição de serviços, através de Web Services, completamente automáticos; já no segundo, estamos ao nível de *Workflow*, com ligação de tarefas de colaboração mais orientadas a humanos que não são acomodáveis no BPEL. Não sendo ainda claro o papel que está reservado no futuro a cada uma destas ferramentas, complementam-se bastante bem ao nível dos conceitos que pretendem modelar, restando provavelmente integrá-las, eliminando as sobreposições actuais.

Das inúmeras tendências existentes para modelar Sistemas, foi abordada aquela que parece mais prometedora a nível de unificação com os serviços deriváveis a partir das competências expostas por Humanos. Existem certamente abordagens mais estudadas e pragmaticamente mais eficazes para modelar Sistemas, sobretudo ao nível tecnológico. No entanto, e como se verá na secção seguinte, grande parte da semântica utilizada num modelo SOA é aplicável não só aos sistemas automatizados mas também a quaisquer recursos que exponham funcionalidades de suporte.

7.2 Alinhamento

Da Figura 7-4, que retrata os alinhamentos de referência numa Arquitectura de Sistemas de Informação, ressalta que as Aplicações devem estar alinhadas com as arquitecturas de Negócio e de Informação da organização.

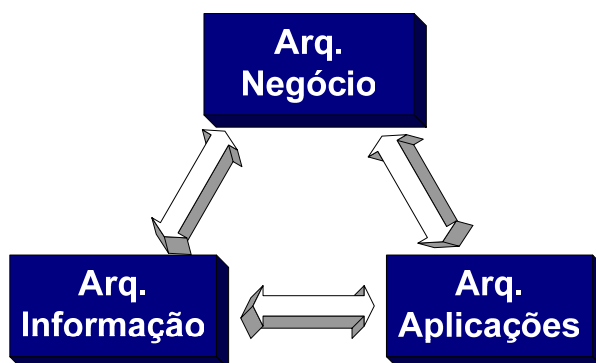


Figura 7-4 – Alinhamento de referência

A definição da Arquitectura de Aplicações ocorre geralmente com o trabalho sobre uma Matriz de CRUD, onde se alinham primeiramente Processos de Negócio e Entidades de Informação, passando depois a uma cobertura de Aplicações, deduzida através de um conjunto de heurísticas. No entanto, do ponto de vista das SOA, este será um passo prematuro. A última afirmação não é de fácil justificação mas as suas razões serão explicadas ao longo das próximas páginas. Para já, uma importante distinção: é completamente diferente realizar o alinhamento com um conjunto (Processos e Informação) já alinhado entre si ou com cada um dos elementos desse conjunto de cada vez. É esta última opção que defendemos, através da criação de uma Arquitectura de Serviços com dois níveis (um alinhado com as EI e outro com os Processos), da qual decorrerá, então, a Arquitectura de Aplicações, como consta da Figura 7-5.

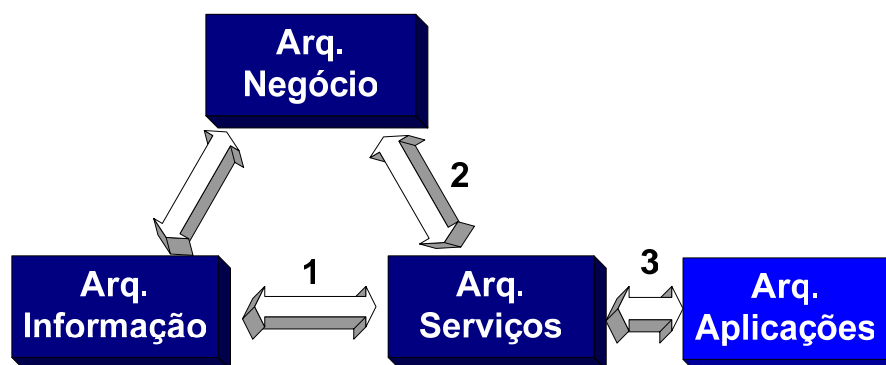


Figura 7-5 – Alinhamento proposto

Desta forma, as Aplicações acabam por representar uma agregação de Serviços, em vez de serem criadas directamente sobre a matriz de CRUD. Os Serviços que compõem uma aplicação podem assim não lhe ser exclusivos, com ganhos evidentes de flexibilidade.

No contexto deste trabalho, o motivo fundamental por separar a Arquitectura de Serviços da Arquitectura de Aplicações tem a ver com a inclusão de Actores Humanos como prestadores de Serviços. Assim, as aplicações são agregadores/prestadores de serviços de nível tecnológico e, através da Arquitectura de Serviços, expõem-nos aos processos. No caso dos Actores Humanos, embora possam partilhar até certo ponto uma Arquitectura de Serviços, não são certamente componentes de uma Arquitectura de Aplicações.

Importa desde já definir **Serviço Tecnológico** como o mecanismo de suporte de actividades, com entradas, saídas e comportamento objectivamente definidos e modelados. Esta definição, porventura um pouco restritiva, exclui assim as actividades não automatizáveis e mesmo algumas que, sendo suportáveis de modo misto por humanos e sistemas automáticos, não tenham o comportamento completamente definido. Desta definição decorre ainda a clara orientação dos serviços ao suporte de actividades e, conseqüentemente, o seu alinhamento com a Arquitectura de Processos.

De acordo com o posicionamento preconizado para os Serviços na Figura 7-5, faz sentido utilizar um modelo composto, respeitando de forma simultânea os alinhamentos com entidades e processos. Como veremos mais à frente, apesar da metodologia proposta tomar em conta os dois alinhamentos em momentos diferentes, consegue conjugá-los num mesmo

modelo, mantendo a sua independência por estarem em níveis distintos. É aqui que se marca a maior diferença entre a abordagem de alinhamento conjunto com as aplicações e a abordagem proposta. Descrevem-se em seguida cada um dos três alinhamentos representados.

7.2.1 Alinhamento Entidades de Informação – Serviços

Tomando as Actividades como manipuladoras de Entidades Informacionais (EI), podemos definir **micro-serviços** que servem de interface de acesso entre o processamento feito por uma Actividade e as Entidades de entrada e saída.

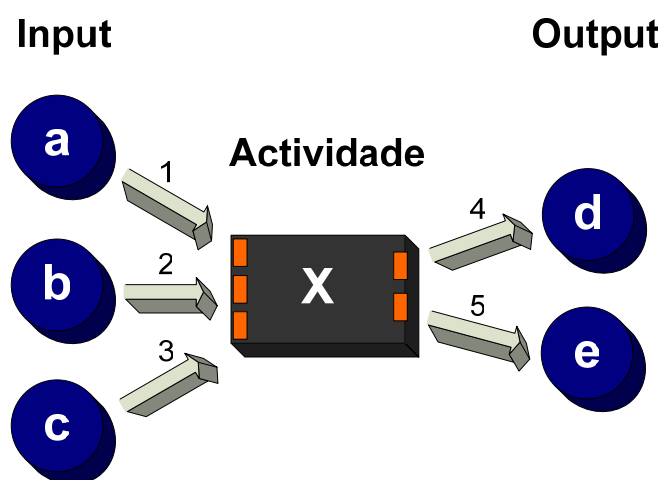


Figura 7-6 – Micro-serviços de Dados

Na Figura 7-6, às letras correspondem EI, aos números correspondem entradas e saídas de micro-serviços e aos rectângulos laranja correspondem os pontos de entrada e saída dos serviços que suportam a actividade X. Desta forma, de modo a promover o alinhamento entre EI e Serviços, surge o conceito de um **micro-serviço CRUD**. Este designa um serviço básico de acesso às entidades, de forma a suportar as operações CRUD que a actividade necessite. Toda a interacção com a EI é assim suportada pelos micro-serviços CRUD. Um Serviço pode ser composto de forma modular por múltiplos micro-serviços, utilizando-os sempre que necessário. Pode acontecer até que não seja necessário mais que um micro-serviço para suportar uma dada actividade.

Um ponto importante é a granularidade destes serviços pois a sua definição resulta de um compromisso entre a riqueza do modelo resultante e a sua complexidade. Cada EI é caracterizada por um conjunto de atributos que, no limite, poderão ser entidades. Neste trabalho foram tomadas em conta apenas as entidades a um nível macro, sem operações ao nível dos seus atributos. Embora esta última abordagem seja potencialmente mais interessante, implica um melhor conhecimento do domínio para uma melhor definição das entidades e da semântica associada aos seus atributos.

Apresenta-se na Figura 7-7 a definição gráfica de cada um dos Micro-serviços CRUD.

Definição de micro-serviços CRUD:

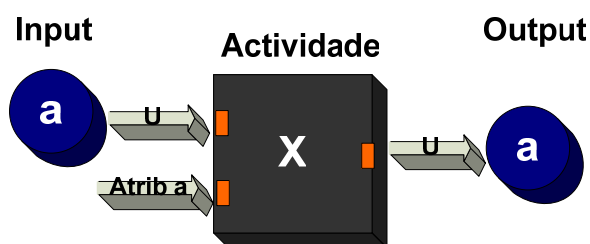
- Create



- Read



- Update



- Delete

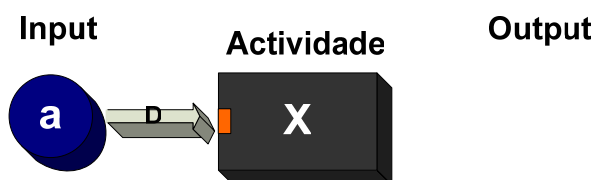


Figura 7-7 – Micro-serviços CRUD

O nível de abstracção a que estão definidos os Micro-serviços potencia a sua reutilização, como se pode ver na Figura 7-8.

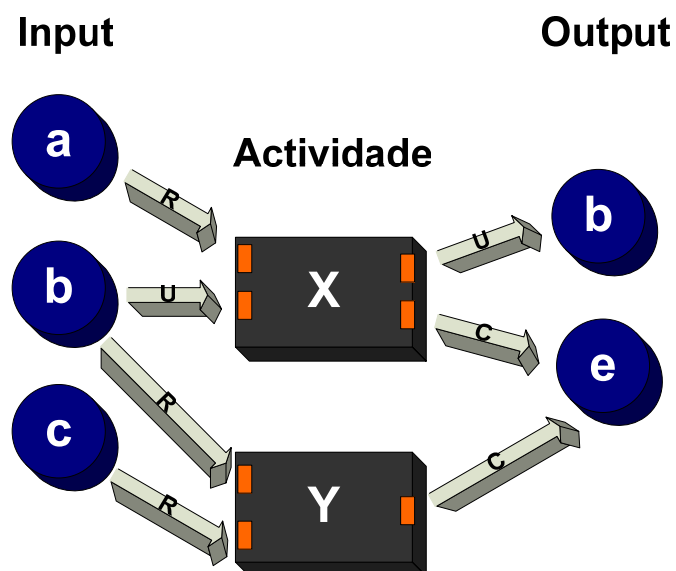


Figura 7-8 – Exemplo de reutilização

Em termos de implementação, os micro-serviços CRUD vão ter uma função de integração, como adaptadores. Neste caso, pode existir uma relação de herança entre diferentes micro-serviços CRUD. Embora todos representem o mesmo serviço, cada um está preparado para se ligar a um micro-serviço de Negócio, o que traz flexibilidade à relação entre entidades e actividades. Este ponto de variação está no extremo do micro-serviço representado por um rectângulo laranja na Figura 7-8. Desta forma, é possível não só a reutilização dos micro-serviços como se torna possível que estes tenham um comportamento em função das necessidades dos serviços que os invocam.

7.2.2 Alinhamento Processos de Negócio – Serviços

Depois de obter a definição dos Micro-serviços de Dados, justifica-se o seu agrupamento num serviço agregador, que os invoque de acordo com as suas necessidades. Ao

contrário dos Micro-serviços CRUD, este serviço deve ter informação semântica de domínio, oferecendo serviços básicos mas com significado para o negócio.

Pensamos que se justifica a criação deste nível de **Micro-serviços de Negócio** acima dos Micro-serviços CRUD e abaixo daqueles que serão os Serviços que oferecemos pois é nele que representamos as acções que não fazem sentido isoladas mas que possam ser partilhadas por vários serviços.

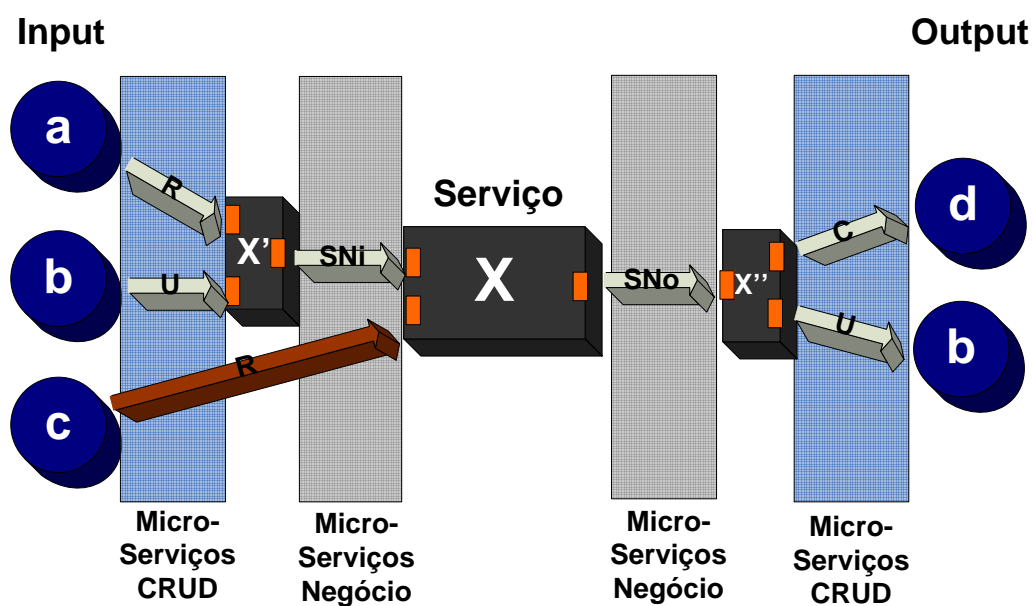


Figura 7-9 – Modelo Integrado de Micro-serviços

Um exemplo pode ser um conjunto de actividades que se encontrem de forma sequencial com outras no fluxo de controlo do processo, mas que apareçam em vários processos. Nestes casos, ao agregá-las a outras dentro de um dado processo perdia-se a capacidade de reutilização, ficando comportamento semelhante repetido dentro de serviços diferentes. Por isto mesmo, a reutilização é um excelente motivo para não usar os processos de alto nível na identificação dos serviços: um dado conjunto de actividades pode ficar encapsulado num serviço e ser, a partir daí, impossível de reconhecer padrões a um nível de granularidade mais baixo.

No entanto, se utilizarmos a composição de serviços, faz sentido que os serviços agregadores sejam mapeados a partir dos processos. Assim, temos pelo menos dois níveis de serviços: um, alinhado com os processos, formado pela composição de serviços de outro, mais granular, ao nível das actividades.

Neste caso, estamos a incluir algum nível de orquestração directamente nos serviços. Isto acontece, por exemplo, nas actividades “booleanas” que equivalem a pontos de decisão automáticos e que podem ser agregados com outros micro-serviços de negócio. Não existem problemas de modularidade desde que se garanta que os serviços mais granulares possam ser acedidos directamente, como se exemplifica a vermelho na Figura 7-9.

7.2.3 Alinhamento Serviços – Aplicações

Do alinhamento, a dois níveis, que foi feito com os Serviços decorre que um alinhamento destes com as Aplicações ocorra também a esses dois níveis. Isso é uma vantagem, dado que se pode diferenciar o suporte às entidades (através dos Micro-serviços CRUD) e aos sub-processos (através dos micro-serviços de negócio). Um candidato forte para fornecedor de serviços de suporte às entidades seria um componente de acesso a um repositório de dados.

As decisões de suporte às entidades podem ser relativamente automatizadas, tendo em conta as entidades que a aplicação suporta e uma tabela que resuma as entradas e saídas do nível mais baixo de actividades, onde se podem rastrear os Micro-serviços CRUD através do serviço que os invoca. Já o caso do suporte aos sub-processos é bastante mais difícil pois há uma forte componente semântica que obriga a conhecer o comportamento da aplicação em causa e do domínio onde a organização opera.

7.2.4 Identificação dos serviços

Utilizar uma abordagem *top-down* para agrupar os micro-serviços por processos de negócio permite aferir quais as actividades suportadas por micro-serviços em cada processo de negócio e se são reutilizadas por mais que um. Através deste método descobrem-se vários micro-serviços que, quando executados em sequência, podem ser encarados como um serviço

agregador. Outra noção a ter em conta ao realizar o agrupamento é a de que existem micro-serviços que executam tarefas semelhantes, i.e., que podem ser suportadas por serviços definidos de um modo mais genérico, promovendo desta forma a reutilização e a generalização. Um exemplo seria a emissão de documentos ser um serviço agregado, variando em função de parâmetros entre os serviços de emitir factura ou recibo. Obtém-se assim uma arquitectura constituída por vários serviços, que invocam vários micro-serviços de negócio, que por sua vez recorrem a micro-serviços CRUD para interagir com as entidades informacionais.

7.3 Modelo proposto

O modelo proposto de Unificação baseia-se no novo modelo de alinhamento, referido na secção anterior, e engloba as arquitecturas de Negócio, Informação e Serviços. A necessidade de colocar as Competências ao nível dos Serviços Tecnológicos, como foi mostrado na Figura 7-1, coloca inúmeros desafios à definição de conceitos comuns a níveis superiores.

A aproximação seguida na última secção faz bastante sentido se tomada do ponto de vista dos SI, utilizando uma série de conceitos e metodologias já definidos, como matrizes de CRUD. Estes são adequados à manipulação de EI (*inputs* e *outputs* das actividades) mas, no mínimo, pouco intuitivos quando se trata de Actores Humanos. No entanto, é necessário ter em conta que, neste trabalho, se procuram modelar os actores do ponto de vista das suas capacidades de suporte. A diferença está em modelar, não “o que faz” mas “que problemas resolve”. Não confundir com uma abordagem *top-down*: trata-se de definir um Serviço não só através da funcionalidade que representa, mas juntando-lhe à definição a capacidade de transformar as entradas em saídas. Por outras palavras, o que está em causa é, além de especificar o que o Serviço faz, defini-lo como resposta a um problema concreto, representado por uma Actividade. Uma boa imagem é a de um puzzle a que falta uma peça: para além de encaixar a “forma” da peça (sintaxe), é necessário que a imagem facial desta faça sentido no contexto envolvente (semântica). Este será certamente um dos pontos a explorar em trabalho

futuro que foque a vertente dinâmica associada a estes modelos. No entanto, foi tentado incorporar desde já esta noção no modelo preconizado, como se pode ver na Figura 7-11.

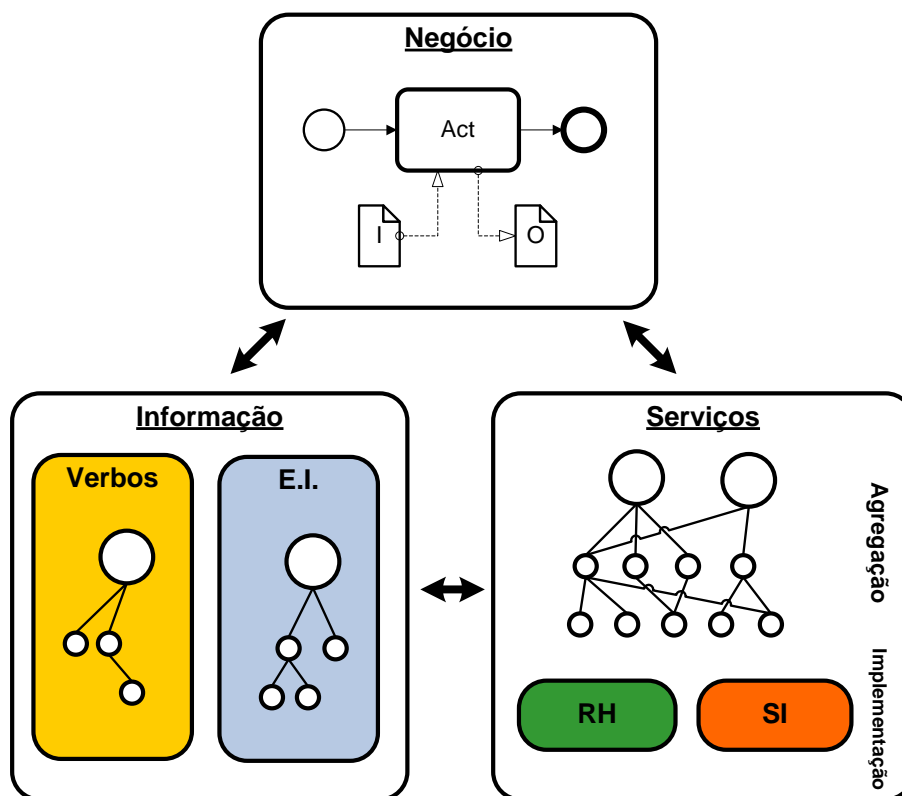


Figura 7-10 - Modelo de Unificação

Unificar o conceito de Serviço com o conceito de Acção que compõe uma Competência revelou-se complicado. Em primeira análise, parecia fazer sentido manter a hierarquia de acções como um conjunto de Serviços abstractos, desligados da informação com que deviam interagir, criando o problema de encaixá-las nas estruturas existentes de forma coerente; assim, fariam parte da Arquitectura de Serviços, em contraponto com os Serviços concretos, instanciados de acordo com o contexto de negócio e informação. Porém, uma competência, a partir da qual se procura derivar um Serviço exposto, inclui desde logo na sua definição a noção de conhecimento, ao mesmo nível do conceito de acção. Isto levanta problemas de coerência a esta abordagem, em termos de unificação: ficaria definido na

mesma Arquitectura (de Serviços) um conceito (Acção) que só por si não representa serviço algum; por outro lado, o seu conceito complementar, em termos de definição de competências, estaria localizado na Arquitectura de Informação.

Outra opção, seguida neste trabalho, é considerar uma hierarquia de acção como base para definir a semântica dos serviços e, a nível tecnológico, interagir com repositórios (ex.: UDDI⁶). Deste modo, faz sentido incluir essa hierarquia numa Arquitectura de Informação. Apesar de esta conter tipicamente as EI (entradas e saídas das Actividades), deve ser o local por excelência para definir ontologias e a própria definição de EI deve ser uma parte de uma ontologia ao nível organizacional. A hierarquia de acção surge assim como complemento de uma hierarquia de conhecimento (é usada terminologia de RH, embora seja generalizável), permitindo definir serviços através da criação de ligações entre as duas.

Existindo um modelo comum, e sendo os serviços oferecidos por Sistemas tão objectivamente especificados, põem-se questões sobre a capacidade de acompanhar este nível de precisão por parte dos RH e, até, se isso será desejável. O facto de existir um modelo Unificado não implica que as competências de Humanos tenham que ser especificadas até ao nível de pormenor dos Micro-serviços. Pretende-se, em primeira análise, adoptar uma postura mais conservadora na definição das competências dos RH, esperando-se que seja inicialmente utilizado um modelo menos rígido, a um nível de abstracção mais elevado. Está de qualquer modo prevista no modelo uma especificação mais rigorosa das funcionalidades, pelo menos ao nível das entradas/saídas envolvidas.

Imaginando possível descrever um Serviço, derivado a partir de uma Competência, através de todos os níveis de abstracção até aos Micro-serviços de Negócio e Dados, como representado na Figura 7-11, consegue-se uma descrição completa e objectiva do Serviço. Isto leva a uma conclusão preliminar interessante: **se for possível especificar um Serviço até ao nível de Micro-serviços, esse Serviço é automatizável.**

⁶ Universal description, discovery and integration (UDDI) é um directório *online* que oferece às organizações um modo uniforme de descrever os seus serviços, descobrir os serviços de outras companhias e compreender os métodos necessários para realizar negócio com outras organizações.

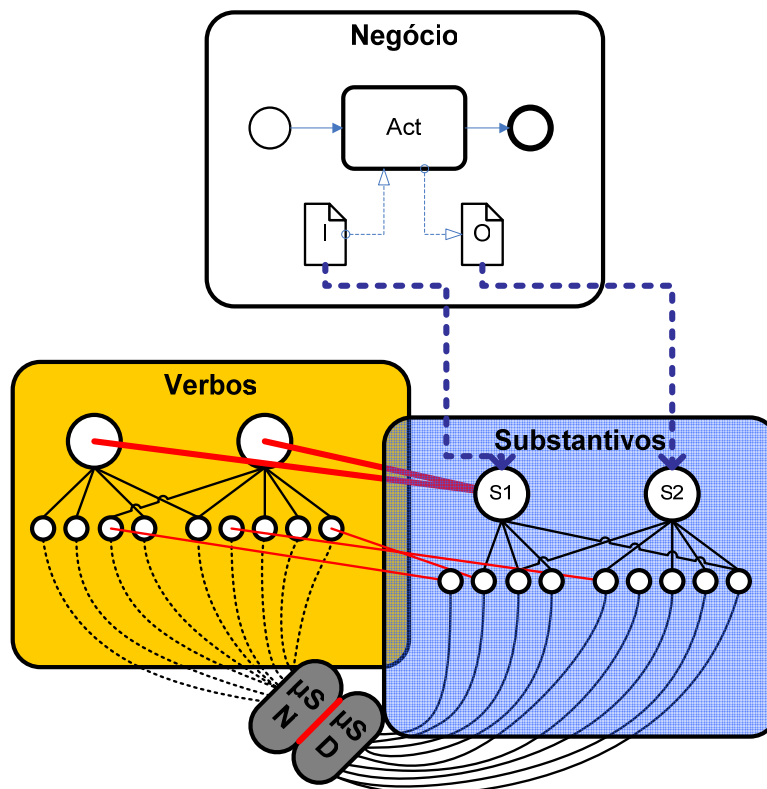


Figura 7-11 - Alinhamento no modelo Unificado

Na Figura 7-11, são feitas corresponder as entradas e saídas da Actividade a Substantivos (EI) macro, que são eventualmente decompostos nos seus elementos mais básicos ao longo da hierarquia. O nível mais baixo desta é representado pelos Micro-serviços de Dados, que interagem directamente com os Micro-serviços de Negócio. Estes correspondem ao nível mais baixo de uma estrutura análoga, mas que representa Verbos (acções). Entre estes dois planos definem-se ligações, a vermelho na figura. Estas ligações representam Serviços a vários níveis de granularidade, que devem ser depois agregados numa hierarquia de Serviços, alojada na Arquitectura de Serviços. É aos níveis mais elevados desta que as actividades se vão ligar aos chamados Serviços de Negócio, para obter funcionalidades de suporte.

Um aspecto ainda não referido, mas que é da maior importância para assegurar a coerência de uma ontologia sobre serviços, é a manutenção de um nível de abstracção semelhante entre níveis hierárquicos ligados. Se num dado nível da hierarquia de acção existe um elemento “Emitir Documento”, deve existir um elemento “Documento” ao mesmo nível

Relatório de TFC – Alinhamento entre Processos de Negócio e Sistemas de Suporte Julho 2005

da hierarquia de conhecimento. No nível inferior devem estar, por exemplo, “Emitir Factura” e “Factura” nas hierarquias respectivas.

Em resumo, a fase de Definição utilizada para a Modelação de Actores Humanos decorre no contexto da Arquitectura de Informação e a fase de Agregação corresponde à componente de Arquitectura de Serviços, que engloba a composição de serviços, da maior à menor granularidade. Espera-se que grande parte da Arquitectura de Serviços seja comum, até muito próximo da granularidade de nível de implementação, onde começa a estar em causa mais Desenho do que Arquitectura.

Como conclusão do capítulo de Unificação nota-se que, apesar de se terem já definidos alguns conceitos e a estrutura geral do modelo de Unificação, a sua formalização mais rigorosa e aplicação a casos práticos excedem o âmbito deste TFC, ficando definidas as bases para trabalho futuro.

8 Conclusões

Foi proposta a resolução de vários objectivos no âmbito deste Trabalho Final de Curso, que passaram pela resolução de diversos problemas, dissecados ao longo do texto. Avaliam-se nesta secção os objectivos atingidos face aos planeados, projecta-se trabalho futuro e resume-se a aprendizagem proporcionada pela sua realização.

8.1 Resposta aos Objectivos propostos

O **primeiro objectivo** consistia em definir e representar a ligação entre Actores Humanos e as Actividades que estes suportam. Para atingir este objectivo foi necessário criar um modelo que permitisse explicitar as capacidades de suporte a actividades por parte dos Actores Humanos. Foi utilizado o conceito de Competência, passando primeiro por uma análise de trabalho relacionado existente noutras áreas e depois por uma adaptação dos resultados ao tema em questão. Foram desenvolvidas estruturas de representação de conjuntos de competências com a flexibilidade e capacidade de reutilização como vectores principais. Por fim estudaram-se alguns aspectos relativos à Inferência, tendo em atenção as perspectivas de integração com o modelo respeitante a Actores Sistema.

O **segundo objectivo**, definir um modelo comum que combine os Serviços prestados por um Actor Sistema e um Actor Humano, passou em primeira análise pela contribuição das soluções encontradas para ao primeiro problema e por uma abordagem ligeiramente diferente da corrente à modelação de Serviços. Assentando nos conceitos das SOA, foi possível encontrar pontos em comum nas capacidades de suporte a actividades dos dois tipos de actores considerados, materializados no modelo através do conceito de Serviço.

O **terceiro objectivo**, definir um BPSS como fornecedor de serviços de suporte a Actividades, representando um conjunto de Actores Humanos e Sistema, foi já parcialmente atingido, tendo sido criadas as bases para formalizar um sistema de suporte constituído por equipas mistas. No atingir do segundo e terceiro objectivos foi de crucial importância o papel das Arquitecturas Empresariais e será certamente à luz destes modelos que se irá desenrolar o trabalho futuro nesta área.

O **quarto objectivo** foi tido em consideração no desenvolvimento do trabalho restante mas sem resultados finais, pois depende em grande parte do grau de maturidade do trabalho anterior. Tenciona-se, de acordo com o âmbito definido na secção de Objectivos, aprofundar a sua resolução em trabalho subsequente sobre este tema.

Como balanço do trabalho realizado, relativamente ao planeado inicialmente, considera-se uma boa opção o atrasar do desenvolvimento do protótipo para uma fase em que o modelo de unificação já esteja mais consolidado, na perspectiva de continuação de trabalho no âmbito do Mestrado Integrado. Outra alteração ao plano inicial, o adiantar do Trabalho Relacionado (SIA e BPSS) e definição de respectivos conceitos, vai precisamente de encontro com a ideia anterior. O planeamento actual é visível na Figura 8-1

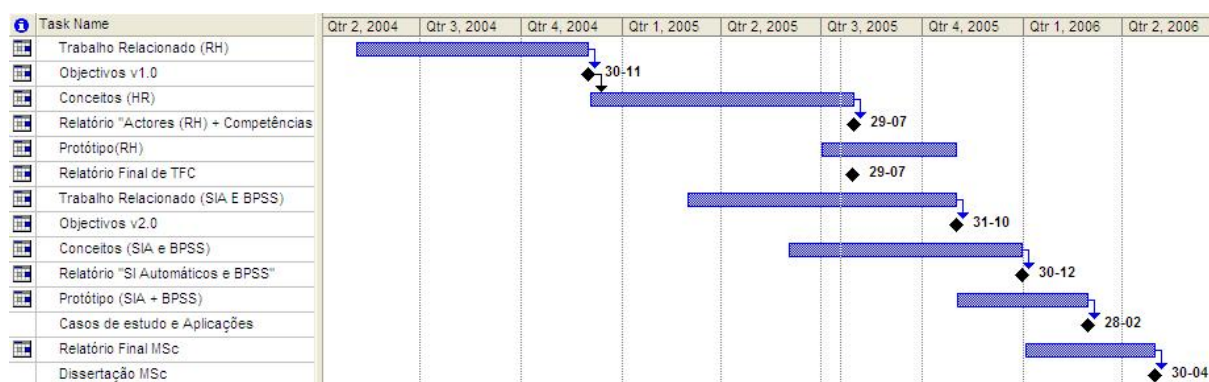


Figura 8-1 – Planeamento actual

8.2 Trabalho Futuro

Como trabalho futuro nesta área, importa em primeiro lugar finalizar o modelo de unificação, recorrendo a um estudo mais aprofundado e acompanhamento da evolução das áreas de Arquitecturas Empresariais e em particular das SOA. Definido de forma sólida um ponto de partida comum, o passo seguinte será adicionar complexidade aos modelos de cada um dos dois tipos de actor, de forma incremental e coordenada com o modelo unificado. Este desenvolvimento deverá desenrolar-se em paralelo com o de um protótipo de software que

permita validar os resultados alcançados, preferencialmente no âmbito de um caso de estudo em ambiente real.

8.3 Aprendizagem proporcionada

A aprendizagem proporcionada pela realização deste Trabalho Final de Curso deveu-se bastante à diversidade de áreas abrangida pela sua temática: Ciências Humanas, Psicologia, Gestão e, naturalmente, Engenharia.

O trabalho realizado enquadra-se no âmbito do trabalho de investigação aplicada e, mesmo sem terem sido utilizados directamente, nesta primeira fase, conhecimentos tecnológicos, os conceitos estiveram sempre presentes, em particular os de Sistemas Distribuídos, Modelação de Dados, Análise e Síntese de Algoritmos, só para nomear alguns. Assim, acabou por haver uma capitalização da aprendizagem obtida ao longo do Curso, com especial destaque para as cadeiras dos anos finais, ligadas aos Sistemas de Informação Empresariais.

9 Referências

- [AM04] Abran, A., Moore, J., *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*, IEEE, 2004.
- [BPMN] – *BPMN Information Home*, <http://www.bpmn.org>
- [Bric00] Brickley, D., *et al. RDFS: Resource Description Framework Schema Specification 1.0*, 2000, <http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdf-schema-20000327/>
- [BHL01] Berners-Lee, T., Handler, J., Lassila, O., *The Semantic Web*, Scientific American, volume 248, pages 35-43, 2001.
- [Blad04] Blandin, B., *Conceptual Model for Competencies and related terms*, working paper, CESI SAS/FFFOD , France, 2004.
- [CGST01] Castela, N., Tribolet, J., Silva, A., Guerra, A., *Business Process Modeling with UML*, International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2001. Setúbal, Portugal, Julho 2001.
- [Dubr04] – Dubray, J., *Business Process Modeling Notation (BPMN)*, 2004, <http://www.ebpml.org/bpmn.htm>
- [Euze02] Euzenat, J., *Research challenges and perspectives of the semantic web*, technical report, EU-NSF strategic workshop, <http://www.ercim.org/EU-NSF/semweb.html>, 2002.
- [HLT02] Harzallah, M., Lecrère, M., Trichet, F., *CommOnCV: Modelling the Competencies Underlying a Curriculum Vitae*, SEKE'02, July 15-19, 2002, Ischia, Italy.
- [Horr01] I. Horrocks *et al. DAML+OIL*, <http://www.daml.org/2001/03/daml+oil-index.html>
- [IDEF0] - *IDEF0 Overview*, <http://www.idef.com/idef0.html>
- [LL99] Laudon, K., Laudon, J., *Management Information Systems - Organization and technology in the networked enterprise*. Prentice-Hall, sixth edition, 1999.
- [LP99] Lang, A., Pigneur, Y., *Digital trade of Human Competencies*, Proc. 32nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS-32, January 1999, p. 165
- [Mars00] Marshall, C., *Enterprise Modeling with UML - Designing Successful Software through Business Analysis*, Addison Wesley, 2000.

[McGo03] McGovern, J., Ambler, S., Stevens, M., Linn, J., Sharan, V., Jo, E., *A Practical Guide to Enterprise Architecture*, Prentice-Hall, 2003.

[Neve01] Neves, J., Vasconcelos, A., Caetano, A., Tribolet, J., Sinogas, P., Mendes, R., *Unified Resource Modelling: Integrating Knowledge into Business Processes*, CEO/INOV, July 2001.

[Neve01] Neves, J., *et al*, *Unified Resource Modelling: Integrating Knowledge Into Business Processes*, International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2001, Setúbal, Portugal, Julho 2001.

[Neve02] Neves, J., *Classificação de Conhecimento de Recursos Humanos*, Dissertação para o Grau de Mestre em Engenharia Informática e de Computadores, Instituto Superior Técnico, 2002.

[SSS93] Spencer, L., Spencer, S., Signe, M., *Competence at work: models for superior performance*, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1993.

[SV03] Soares, F., Varela, A., *Modelação e Análise da Interação entre Recursos Humanos e Processos de Negócio*, dissertação de Trabalho Final de Curso, Instituto Superior Técnico, 2003.

[UKMZ98] Uschold, M., King, M., Moralee, S., Zorgios, Y., *The Enterprise Ontology*, AIAI, The University of Edinburgh, 1998.

[Vasc01] Vasconcelos, A., Caetano, A., Neves, J., Sinogas, P., Mendes, R., Tribolet, J., *A Framework for Modeling Strategy, Business Processes and Information System*”, 5th International Enterprise Distributed Object Computing Conference EDOC, Seattle, EUA, September 2001.

[Vasc01] Vasconcelos, A., Caetano, A., Neves, J., Sinogas, P., Mendes, R., Tribolet, J., *From Business Systems do System Componentes: An Integrated Framework*, Software Trends.ch, Business Strategy Based Software Engineering, Vierwaldstattersee, Suíça, Setembro 2001.

[Vasc02] Vasconcelos, A., Caetano, A., Neves, J., Sinogas, P., Mendes, R., Tribolet, J., *Engenharia Organizacional: A Engenharia ao Serviço das Organizações*, Instituto Superior Técnico, 2002.

[Whit04] White, S., *Introduction to BPMN*, IBM, 2004,

<http://www.bpmn.org/Documents/Introduction%20to%20BPMN.pdf>

[WV04] Wilkes, L., Veryard, R., *Service-Oriented Architecture: Considerations for Agile Systems*, Microsoft Journal 2, 2004,

<http://msdn.microsoft.com/library/en-us/dnmaj/html/aj2service.asp?frame=true>