



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Universidade Técnica de Lisboa

Representação de Indicadores Chave de Performance na Framework ArchiMate

Ana Alexandra Alves dos Santos Reis

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Informática e de Computadores

Júri

Presidente: Prof. Doutor Nuno João Neves Mamede

Orientador: Prof. Doutor Artur Miguel Pereira Alves Caetano

Vogal: Prof. Doutor Miguel Leitão Bignolas Mira da Silva

Maio de 2012

Resumo

Uma das principais directivas de uma organização é o seu negócio e consequente sucesso. Para garantirem este sucesso as organizações recorrem, cada vez mais, aos sistemas e tecnologias de informação para suportar as suas necessidades, formando assim uma arquitectura empresarial. Com base nesta realidade têm vindo a ser desenvolvidas, até hoje, um conjunto de *frameworks* para arquitecturas empresariais que visam permitir a representação formal destas arquitecturas e asseguram o seu controlo, manutenção e evolução. Contudo para que o sucesso de uma organização e os seus objectivos sejam garantidos através dos processos de negócio desenhados e implementados, é necessário medir e monitorizar constantemente o estado destes processos e o seu alinhamento com os objectivos de negócio. Este controlo pode ser realizado através da definição de Indicadores Chave de Performance, os KPIs.

Actualmente estes indicadores não são normalmente representáveis a nível arquitectural, uma vez que não são abrangidos pela maioria das *frameworks* existentes. Este trabalho visa cobrir esta lacuna, permitindo criar um modelo de representação de KPIs na *framework* ArchiMate.

Palavras-chave: Indicadores Chave de Performance, Métrica, Arquitectura Empresarial, Framework Arquitectural, ArchiMate, Metamodelo, Alinhamento Arquitectural.

Abstract

One of the main directives of an organization is to be successful at its business field. To accomplish this success, organizations are constantly increasing their level of information and technology systems to support their needs. Based on this reality it has been developed a set of frameworks for enterprise architectures that allow the formal representation of these architectures and ensure their control, maintenance and evolution. However, it is necessary to constantly measure and monitor the status of previously designed and implemented business processes and their alignment with organization goals, for ensure the success of an organization. This control can be accomplished by defining Key Performance Indicators, usually entitled as KPIs.

Currently, these indicators are normally not representable at architecture level because they are not covered in the majority existing frameworks. This work aims to cover this gap, allowing the creation of a meta-model for KPIs representation in the ArchiMate framework.

Keywords: Key Performance Indicators, Metric, Enterprise Architecture, Architectural Framework, ArchiMate, Meta-model, Architectural Alignment.

Agradecimentos

Ao longo do tempo em que realizei esta dissertação e no decorrer de todo o meu percurso académico foram várias as pessoas que me apoiaram. Assim, começo por agradecer ao meu orientador, Professor Artur Caetano pela orientação deste trabalho.

Devo também um agradecimento especial à Marzieh Bakhshandeh por todo o apoio no desenvolvimento do caso de estudo apresentado e na realização desta dissertação.

Agradeço profundamente à minha família, Mãe, Pai, e Avós que sempre me apoiaram na minha vida académica e pessoal e me encorajaram a chegar até a onde estou.

Agradeço ao João, que tanto me apoiou e encorajou nesta fase da minha vida.

Agradeço aos meus amigos e colegas de trabalho por todo o apoio, suporte e compreensão demonstrado ao longo do desenvolvimento deste trabalho e de toda a minha vida académica.

Agradeço à TMIST pelo suporte, pelos laços criados, e por todos os momentos de descompressão proporcionados que me ajudaram a ter forças para chegar até aqui.

Por último estendo os meus agradecimentos a todos aqueles que de uma forma ou de outra (através de ideias e/ou críticas construtivas), foram ajudando em inúmeras discussões ao longo deste trabalho.

Lista de Acrónimos

ABPMP – Associação de Profissionais da Gestão de Processos de Negócio (do inglês *Association of Business Process Management Professionals*)

ADM – Método de Desenvolvimento Arquitectural (do inglês *Architecture Development Method*)

API – do inglês *Advanced Performance Institute*

BI – Inteligência Empresarial (do inglês *Business Intelligence*)

BMM – Modelo Motivacional de Negócio (do inglês *Business Motivation Model*)

BPMN – Modelo e Notação de Processos de Negócio (do Inglês *Business Process Model and Notation*)

BSC – *Balanced Scorecard*

CEO – Director Executivo (do inglês *Chief Executive Officer*)

DSR – do inglês *Design-Science Research*

EA – Arquitectura Empresarial (do inglês *Enterprise Architecture*)

EFQM – Fundação Europeia para a gestão de qualidade (do inglês *European Foundation for Quality Management*)

FCS – Factor Critico de Sucesso

GRAAL – Orientações para o Alinhamento Arquitectural (do inglês *Guidelines Regarding Architecture ALignment*)

GORE – Engenharia de Requisitos Orientada a Objectivos (do inglês *Goal-Oriented Requirement Engineering*)

KPI – Indicador Chave de Performance (do inglês *Key Performance Indicator*)

KRI – Indicador Chave de Resultados (do inglês *Key Result Indicator*)

PI – Indicador de Performance (do inglês *Performance Indicator*)

PPMF – Framework de Medição de Performance Baseada em Processos (do inglês *Process-based Performance Measurement Framework*)

SMF – Framework de Monitorização Estratégica (do inglês *Strategic Monitoring Framework*)

TI – Tecnologia de Informação

TOGAF – Framework Arquitectural do The Open Group (do inglês *The Open Group Architectural Framework*)

TQM – Gestão de Qualidade Total (do inglês *Total Quality Management*)

UML – Linguagem de Modelação Unificada (do inglês *Unified Modeling Language*)

Conteúdo

Resumo	II
Abstract	III
Agradecimentos.....	IV
Lista de Acrónimos	V
Conteúdo	VII
Índice de Figuras	X
Índice de Tabelas	XII
Introdução.....	1
1.1. Motivação	1
1.2. Âmbito	2
1.3. Contribuições.....	3
1.4. Metodologia de Investigação.....	4
1.5. Organização do Documento.....	5
Trabalho Relacionado	7
2.1. Indicadores Chave de Performance.....	7
2.1.1 Medidas de Performance	8
2.1.2 Características.....	9
2.2. Classificações de KPIs	10
2.2.1 <i>Balanced Scorecard</i>	11
2.2.2 EFQM – European Foundation for Quality Management.....	12
2.2.3 Classificação por Decomposição Empresarial em Níveis.....	13
2.2.4 Outras Categorizações de Indicadores	13
2.3. Modelo Motivacional de Negócio	15

2.3.1	Ideias Chave.....	15
2.3.2	Estrutura	16
2.3.3	Métricas	17
2.4.	ArchiMate	17
2.4.1	Linguagem	17
2.4.2	<i>Framework</i>	19
2.4.3	<i>Viewpoints</i>	20
2.4.4	Mecanismos de Extensão	21
2.4.5	Exemplos de Extensões ao ArchiMate.....	22
2.4.6	GRAAL	25
2.5.	BPMN	27
2.5.1	Definição.....	27
2.5.2	Extensões ao BPMN	28
2.6.	Resumo do Trabalho Relacionado	30
	Contribuições.....	32
3.1.	Metamodelo para a Representação de KPIs	32
3.2.	Extensão a BPMN para Representação de KPIs.....	36
3.3.	Extensão a ArchiMate para Representação de KPIs.....	39
3.3.1	Metamodelo Estendido.....	40
3.3.2	Relação com a Extensão Motivacional	41
3.4.	<i>Viewpoints</i> para a Representação de KPIs.....	41
3.4.1	<i>Viewpoint</i> de Especificação de Indicadores	42
3.4.2	<i>Viewpoint</i> Motivacional de Indicadores	43
3.4.3	<i>Viewpoint</i> de Interacção de KPIs com Elementos Arquitecturais	45
3.5.	Resumo das Contribuições	47
	Validação	48
4.1.	Caso de Estudo LIP.....	48
4.1.1	Análise Motivacional.....	49
4.1.2	Indicadores Chave de Performance.....	51
4.1.3	Representação dos KPIs em ArchiMate	53

4.1.4	Conclusões do Caso de Estudo	55
4.2.	Casos da Literatura	55
4.2.1	Caso da Companhia Aérea	56
4.2.2	Caso da Companhia de Distribuição	56
4.3.	Representação de Métricas para a Avaliação de Arquitecturas	57
4.3.1	Métrica DTISSF – Factor de Tecnologias em que os <<IS Service>> são disponibilizados	58
4.3.2	Métrica CISITMF - Factor de Desalinhamento Sistema Crítico – Tecnologia.....	59
4.4.	Resumo da Validação	59
	Conclusões.....	60
5.1.	Perguntas de Investigação.....	60
5.2.	Trabalho Futuro	62
	Bibliografia	64
	Anexos.....	67

Índice de Figuras

Figura 1 - Âmbito do trabalho dentro do processo alto nível de definição de uma arquitectura.	3
Figura 2 - Estrutura do trabalho.	6
Figura 3 - Sistema de medição em pirâmide (Juran, 2005).	14
Figura 4 - Metamodelo genérico da linguagem ArchiMate. Adaptado de (The Open Group, 2009).	18
Figura 5 - Framework ArchiMate (The Open Group, 2009).	20
Figura 6 - Framework para classificação de <i>viewpoints</i> . Adaptado de (The Open Group, 2012).	21
Figura 7 - Relação entre TOGAF, ArchiMate e suas extensões. Adaptado de (Jonkers, Van den Berg, Iacob, & Quartel, 2010)	23
Figura 8 - Extensão motivacional à framework ArchiMate. Adaptado de (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010).	24
Figura 9 - Elementos da extensão motivacional à framework ArchiMate. Adaptado de (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010).	24
Figura 10 - Agregações de sistemas e alinhamento entre eles. Adaptado de (Lankhorst, 2009).	26
Figura 11 - Dimensões do GRAAL numa arquitectura por camadas. Adaptado de (Lankhorst, 2009).	27
Figura 12 - Metamodelo genérico de objectivos e medidas de performance (Korherr & List, 2007).	29
Figura 13 - Metamodelo de BPMN estendido com medidas de performance e objectivos (Korherr & List, 2007).	30
Figura 14 – Metamodelo para representação de KPIs.	35
Figura 15 – Metamodelo de BPMN. Adaptado de (Korherr & List, 2007) (The Open Group, 2006) (Rodríguez, Fernández-Medina, & Piattini, 2007).	37

Figura 16 – Metamodelo de BPMN estendido para representação de KPIs.....	39
Figura 17 - Extensão de avaliação à <i>framework</i> ArchiMate.....	40
Figura 18 - Metamodelo ArchiMate estendido para a representação de KPIs.....	41
Figura 19 - Conceitos e relações do <i>viewpoint</i> de especificação de indicadores.....	43
Figura 20 - Exemplo de vista de especificação de indicadores.....	43
Figura 21 - Conceitos e relações do <i>viewpoint</i> de motivação para indicadores.....	44
Figura 22 – Exemplo da vista de motivação de indicadores.....	45
Figura 23 - Conceitos e relações do <i>viewpoint</i> de interacção de indicadores com elementos arquitecturais.....	46
Figura 24 – Exemplo da vista de interacção de KPIs com elementos arquitecturais.....	46
Figura 25 - Vista parcial de especificação de indicadores para o KPI 5 do caso de estudo do LIP.....	54
Figura 26 - Vista motivacional de indicadores, parcial com foco no stakeholder Estudante/Investigador.....	54
Figura 27 - Vista de interacção de indicadores com os elementos core do ArchiMate para o KPI3.....	55
Figura 28 - Vista de especificação do KPI atraso de voos.....	56
Figura 29 - Vista de especificação do KPI capacidade de preenchimento dos camiões.....	57
Figura 30 - Metamodelo para a representação da métrica DTISSF em ArchiMate.....	58
Figura 31 - Metamodelo para a representação da métrica CISITMF em ArchiMate.....	59

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Perguntas de investigação e artefactos do trabalho.....	3
Tabela 2 - Relação entre referências e perguntas de investigação.....	4
Tabela 3 – Relação entre as abordagens de características para KPIs e o metamodelo proposto.....	33
Tabela 4 - Grelha para especificação de KPIs.....	36
Tabela 5 - <i>Viewpoint</i> de especificação de indicadores.	43
Tabela 6 - <i>Viewpoint</i> motivacional de indicadores.....	44
Tabela 7 - <i>Viewpoint</i> de interacção de KPIs com elementos arquitecturais.....	46
Tabela 8 - Identificação e relação entre <i>stakeholders</i> , preocupações e requisitos do LIP.	49
Tabela 9 – Identificação e relação entre objectivos e KPIs do projecto do LIP.	51
Tabela 10 - Descrição do KPI 1 do caso de estudo do LIP.	51
Tabela 11 - Descrição do KPI 2 do caso de estudo do LIP.	52
Tabela 12 - Descrição do KPI 3 do caso de estudo do LIP.	52
Tabela 13 - Descrição do KPI 4 do caso de estudo do LIP.	52
Tabela 14 - Descrição do KPI 5 do caso de estudo do LIP.	53
Tabela 15 - Descrição do KPI atraso de voos.....	56
Tabela 16 - Descrição do KPI capacidade de preenchimento dos camiões.	57



Introdução

Uma arquitectura empresarial é a representação formal dos sistemas e tecnologias de informação de uma organização, que permite a representação das suas propriedades estruturais e comportamentais, de forma a perceber o investimento de tecnologias de informação (TI) e a gestão deste para concretização dos objectivos da empresa (The Open Group, 2009).

Actualmente muitas organizações apresentam um forte desenvolvimento a nível das suas arquitecturas empresariais, mas tendem a implementar mudanças sem ter uma noção clara de como estas podem afectar os seus objectivos de negócio e sem conseguirem demonstrar ou quantificar o seu valor. Uma das formas de ultrapassar este problema é através da criação de uma relação forte entre arquitecturas empresariais e modelos de negócios. Com este tipo de abordagem torna-se possível avaliar, a nível estratégico, o balanceamento global entre os custos envolvidos na evolução de uma arquitectura e os benefícios que dela podem resultar (Iacob, Meertens, Jonkers, Quartel, Nieuwenhuis, & Sinderen). Os Indicadores Chave de Performance (KPI) permitem fazer esta ponte medindo o desempenho de uma organização face aos seus objectivos e estratégias delineadas (Marr, 2010).

Este trabalho aborda a necessidade de representação de KPIs numa arquitectura empresarial, respondendo, em parte, à necessidade de alinhar os objectivos e motivações do negócio com os sistemas e tecnologias de informação utilizadas por uma organização e representando como este alinhamento pode ser avaliado.

1.1. Motivação

Ao longo do tempo a importância da existência de uma arquitectura empresarial (EA) bem definida e estruturada numa organização, tem vindo a crescer, revelando-se a chave para a gestão de informação. Estas arquitecturas têm-se revelado um mecanismo para garantir a agilidade, consistência, cumprimento de requisitos e a eficiência dentro de uma organização.

No entanto os estudos nesta área ainda se encontram num estado prematuro existindo pouca automatização de técnicas de análise e aplicações para arquitecturas empresariais (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010).

Neste contexto surgem as *frameworks* de arquitecturas empresariais, como o ArchiMate, que fornecem metamodelos para a sua descrição, métodos e modelos para desenho e técnicas de evolução, e vocabulários que podem ser usados como bases numa arquitectura (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010).

Actualmente as arquitecturas e as *frameworks* mais comuns focam-se na representação do “*What*” de uma arquitectura permitindo facilmente representar o “*As Is*” e o “*To Be*” através de camadas de informação, comportamento e estrutura, dando ênfase às TIs utilizadas. Mas para garantir uma boa gestão das actividades da organização, tais como planeamento e continuidade do negócio, análise do impacto da mudança, análise de riscos ou o cumprimento de requisitos é necessário também dar atenção ao “*Why*”, representando numa arquitectura as motivações e intenções dos *stakeholders*, através de requisitos e objectivos, metas da organização, produtos e serviços, nichos de mercado, processos de negócio, indicadores de performance, entre outros (Bucher, Fischer, Kurpjuweit, & Winter, 2006). É nesta área que se inserem os KPIs, elementos que permitem avaliar a concretização das estratégias e objectivos de negócio delineados pela organização. Estes indicadores destacam os aspectos de performance mais importantes para a organização e permitem diminuir a complexidade da análise de performance, reduzindo as métricas e indicadores a um conjunto chave que os distingue (Marr, 2010).

A *framework* ArchiMate, versão 2.0 (The Open Group, 2012), não contempla, no seu *core*, estes aspectos motivacionais e de gestão de requisitos, mas inclui recentemente na sua especificação uma extensão motivacional que os permite representar (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010). Esta extensão foca-se na representação das motivações e objectivos de uma organização ou sistema, contudo não permite ainda representar a avaliação da concretização destes objectivos através dos sistemas e tecnologias de informação existentes.

1.2. Âmbito

Este trabalho foca-se na definição de uma extensão ao ArchiMate para representação de KPIs, estando estes directamente ligados à representação de objectivos e metas da organização, ou seja ao seu modelo motivacional. Neste contexto foi realizado um levantamento de conceitos e trabalhos realizados ao nível de modelos motivacionais de negócio, KPIs e *frameworks* de arquitecturas empresariais com particular foco na framework ArchiMate, de forma a perceber como esta extensão pode ser desenvolvida.

A Figura 1 pretende enquadrar o trabalho nas fases de desenvolvimento de uma arquitectura para um sistema ou organização no que diz respeito à introdução e representação de KPIs. Assim, o trabalho apresentado enquadra-se no universo de KPIs representáveis em

frameworks de arquitecturas empresariais tendo o seu foco não na identificação de KPIs mas sim na representação destes através de um metamodelo definido e integrado com a *framework* ArchiMate. Dentro do conjunto de *framework* existentes, o ArchiMate foi a seleccionada por englobar as três camadas mais importantes de uma arquitectura empresarial: negócio, aplicações e tecnologia e por permitir representações horizontais e/ou verticais nestas camadas.

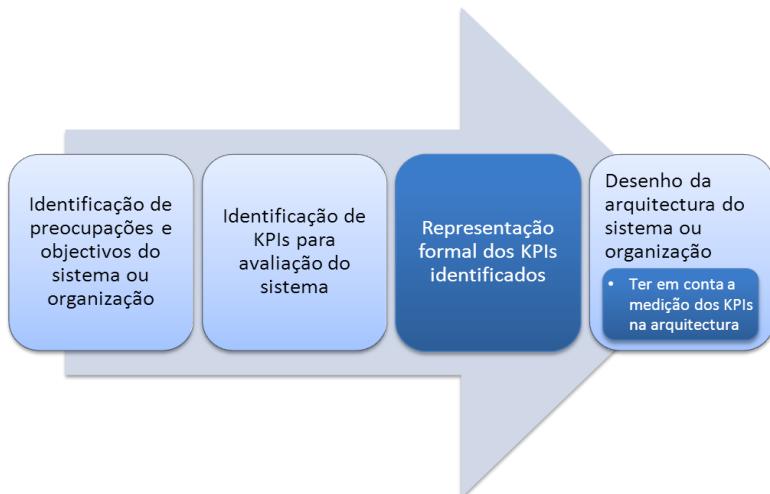


Figura 1 - Âmbito do trabalho dentro do processo alto nível de definição de uma arquitectura.

1.3. Contribuições

Com base no problema e nos objectivos apresentados a principal questão a que este trabalho pretende responder é:

Como representar KPIs na framework ArchiMate?

Para responder a esta questão foi definido um conjunto de perguntas de investigação que subdividem o problema, destas foram gerados artefactos que representam as contribuições deste trabalho. A Tabela 1 sintetiza estas perguntas, artefactos e respectiva relação.

Tabela 1 - Perguntas de investigação e artefactos do trabalho.

Perguntas de Investigação	Artefactos
PI1: Como especificar KPIs?	
PI2: Como categorizar KPIs com vista á sua representação na framework ArchiMate?	A1: Metamodelo para a representação de KPIs.
PI3: Como avaliar KPIs face à possibilidade de representação destes em ArchiMate?	
PI4: Como representar KPIs na framework ArchiMate	A2: Extensão ao BPMN para representação de KPIs. A3: Extensão ao ArchiMate para aspecto de avaliação. A4: Viewpoints para utilização da extensão de
PI5: Como realizar a rastreabilidade de KPIs entre as 3 camadas do ArchiMate?	

avaliação.

Para fundamentar as respostas às perguntas de investigação descritas é apresentada a Tabela 2 que relaciona as referências do trabalho com as perguntas de investigação. As referências não indicadas nesta tabela referem-se a conteúdo para enquadramento teórico do tema, da área, ou conhecimento auxiliar para atingir as respostas.

Tabela 2 - Relação entre referências e perguntas de investigação.

Referências / Perguntas de Investigação	PI1	PI2	PI3	PI4	PI5
(Cleven, Winter, & Wortmann, 2011)					
(Bonham, 2008)					
(Parmenter, 2007)					
(Marr, 2010)					
(Caputo, Corallo, Damiani, & Passiante, 2010)					
(Grembergen & Saull, 2001)					
(Lankhorst, 2009)					
EFQM ¹					
(Bhatt, 2009)					
(S. Wongrassamee, 2003)					
(Sokovic, Pavletic, & Pipan, 2010)					
(Franceschini, Galletto, & Maisano, 2007)					
(Juran, 2005)					
(The Open Group, 2010).					
(The Open Group, 2011)					
(Jonkers, Proper, & Turner, TOGAF and ArchiMate : A Future Together. White Paper, 2009)					
(The Open Group, 2009)					
(ISO/IEC; IEEE, 2011)					
(The Open Group, 2012)					
(Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010)					
(Wieringa & Zarvic, 2006)					

1.4. Metodologia de Investigação

Para o desenvolvimento deste trabalho foi seguida a metodologia de investigação para sistemas de informação proposta por Hevner *et al.* conhecida como *Design-Science Research* (DSR) (Hevner, March, Park, & Ram, 2004). Seguidamente são apresentadas as directrizes da metodologia e a sua aplicação ao trabalho desenvolvido:

¹ <http://www.efqm.org/en/Home/TheEFQMExcellenceModel/TheCriteria/tabid/392/Default.aspx>

1. **Desenho como um artefacto:** Deve ser produzido um artefacto viável sob a forma de construtor, modelo, método ou instanciação. Neste contexto foram desenvolvidos os artefactos introduzidos na secção anterior: Metamodelo para representação de KPIs; Extensão ao ArchiMate para o aspecto de avaliação; e conjunto de *viewpoints* para aplicação da extensão;
2. **Relevância do problema:** A DSR tem como objectivo o desenvolvimento de soluções de base tecnológica que tenham importância e relevância para os problemas do negócio. O trabalho apresentado respeita esta directiva demonstrando a relevância dos KPIs num sistema ou organização e a importância das suas representações numa EA;
3. **Avaliação do desenho:** A utilidade, qualidade e eficiência dos artefactos deve ser rigorosamente demonstrada através de métodos de avaliação bem executados. A secção 4 deste trabalho apresenta esta avaliação detalhada, através de alguns dos métodos de avaliação propostos na metodologia DSR;
4. **Contribuição da investigação:** Devem ser produzidas contribuições claras e comprovadas para a área de investigação. Com vista à produção destas contribuições este trabalho foi realizado no âmbito de uma investigação científica utilizando informação validada, de forma a chegar a uma solução que seja uma contribuição para a área. Trata-se de um trabalho rigoroso tendo sido tidos em conta os princípios de definição de metamodelos, extensões e *viewpoints* apresentados para frameworks empresariais e mais concretamente para a framework ArchiMate.
5. **Rigor da investigação:** Devem ser aplicados métodos rigorosos na construção e validação do desenho dos artefactos. Para respeitar esta directriz, este trabalho foi desenvolvido através de um método rigoroso com base em cenários relevantes e validados através de um caso real, e de um conjunto de casos conhecidos da literatura;
6. **Desenho como um processo de investigação:** A pesquisa por um artefacto requer a utilização de meios para atingir os fins pretendidos satisfazendo as regras do âmbito do problema. Neste sentido foi realizado um levantamento e análise de informação, métodos e conhecimentos disponíveis no âmbito do trabalho para atingir a melhor solução possível;
7. **Comunicação da investigação:** Por fim a investigação desenvolvida deve ser apresentada a audiências orientadas para as tecnologias e gestão. Para tal foi produzido um artigo que apresenta à comunidade científica a investigação desenvolvida.

1.5. Organização do Documento

O trabalho apresentado é composto por cinco secções descritas na Figura 2. Inicia-se com a definição do problema e do âmbito da investigação, seguidamente são apresentados os conceitos e trabalho relacionado que sustentam as contribuições, depois são apresentadas as contribuições resultantes e a respectiva validação das mesmas. Por fim são resumidas as

conclusões, sintetizadas as respostas às perguntas de investigação e apresentado o trabalho futuro que pode surgir desta investigação.

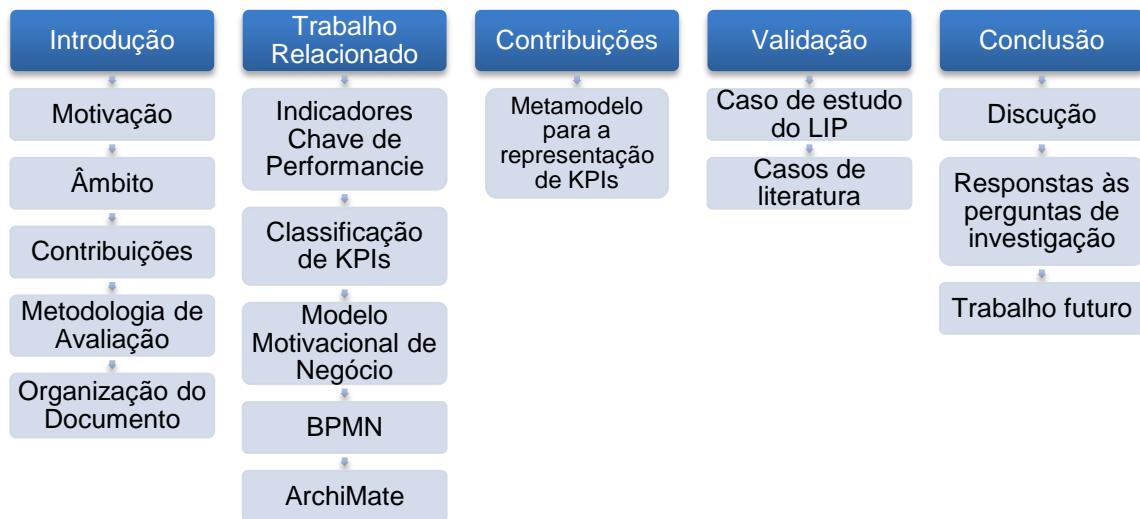


Figura 2 - Estrutura do trabalho.



Trabalho Relacionado

O desenvolvimento das contribuições desta tese teve como base a análise de literatura sobre os temas relevantes e trabalhos relacionados, que contribuiu para a compreensão dos principais conceitos, problemas e lacunas inseridos no âmbito da tese. Para a melhor compreensão das contribuições, nesta secção é apresentado o trabalho actualmente existente na área de KPIs e suas características, nas áreas de Modelos Motivacionais de Negócio (BMM), BPMN, framework ArchiMate e extensões a esta.

2.1. Indicadores Chave de Performance

Actualmente a eficiência organizacional, a inovação e a alta produtividade são aspectos fundamentais para a viabilidade das organizações. Neste contexto a existência de métricas sobre a organização torna-se um factor decisivo para o sucesso desta, constituindo o centro da gestão de performance corporativa (Cleven, Winter, & Wortmann, 2011).

Conceitos como a decomposição de tarefas e medidas de desempenho de Frederick Taylor (década de 50), *Total Quality Management* (TQM) (década de 80), *Six Sigma* (década de 80) ou Reengenharia de Processos de Negócio (década de 90) podem ser considerados os conceitos pioneiros na criação e gestão de medidas de performance sobre processos de negócio, no entanto estas medidas apenas passaram a ser verdadeiramente postas em prática após o surgimento das TIs (Tecnologias de Informação) (Bonham, 2008). Até à data já foram realizados muitos estudos e apresentadas várias abordagens para a definição destas métricas, sendo a mais famosa o *Balanced Scorecard* (BSc). Mais à frente neste documento são aprofundadas algumas destas abordagens (BSc, *Strategic Monitoring Framework*, *Process-based Performance Measurement Framework* e ainda *European Foundation for Quality Management*) com vista a encontrar classificações possíveis para os KPIs e especificar que tipo de indicadores devem ser representados em arquitecturas empresariais.

A gestão de performance de processos surge após a definição e estabilização dos processos de negócio, para medir o seu desempenho e consequentemente fazer destes processos alvos

de melhorias contínuas com base nas análises realizadas. A associação de profissionais da gestão de processos de negócio (ABPMP) define as medidas de performance de processos como um acompanhamento formal e monitorização do desenrolar dos processos com vista a determinar a eficiência e eficácia destes. Daqui derivam os dois aspectos fundamentais da gestão de performance de processos, sendo eles a sua medição e melhoramento (Cleven, Winter, & Wortmann, 2011).

Mais recentemente foi ainda introduzido o conceito de inteligência dos processos de negócio, também conhecido como Inteligência Empresarial (BI). Este conceito aplica técnicas de *Data Mining* e análise estatística para a análise de dados dos processos, para perceber as fraquezas e as oportunidades de evolução. Enquanto o BI tradicional permite obter o histórico de dados e análises retrospectivas, quando aplicado a processos de negócio pode permitir medir o estado actual da organização, usualmente através da análise das transacções de dados correntes (Cleven, Winter, & Wortmann, 2011).

2.1.1 Medidas de Performance

Actualmente as organizações já apresentam bastantes preocupações com a definição de medidas de performance sobre os seus processos, no entanto nem todas estas medidas podem ser consideradas KPIs, apesar de muitas assim serem apresentadas. Segundo D. Parmenter as medidas de performance podem ser divididas em três tipos (Parmenter, 2007):

- **Indicadores Chave de Resultados (KRIs)**: Indicam o desempenho das tarefas numa dada perspectiva, permitindo perceber quando se está no caminho correcto para atingir os resultados, mas não indicam métodos para melhorar esses resultados;
- **Indicadores de Performance (PIs)**: Indicam o que fazer para atingir os resultados;
- **Indicadores Chave de Performance (KPIs)**: Indicam como aumentar drasticamente a performance dos processos.

Muitas das organizações utilizam medidas inappropriadas pois conjugam incorrectamente estes três indicadores. D. Parmenter defende uma analogia entre estes três tipos de medidas e as camadas de uma cebola. A camada exterior reflecte as condições a que o vegetal foi exposto, tal como os KRIs reflectem o sucesso ou não dos processos com base no ambiente envolvente. Avançando para as camadas interiores encontram-se várias camadas de informação, os Indicadores de Performance. O centro da cebola representa os aspectos fundamentais do processo, aqueles que influenciam drasticamente a performance deste, ou seja, os KPIs.

Uma das principais diferenças entre KRIs e KPIs está relacionada com as variáveis temporais. Os KRIs focam-se em dados passados e são medidos em largos períodos de tempo (ex.: intervalos de meses) ao passo que os PIs e KPIs, no limite, podem ser medidos diariamente ou mesmo varias vezes ao dia (24/7), reflectindo o estado dos processos no momento e alertando automaticamente para situações anómalas (Parmenter, 2007).

2.1.2 Características

Os KPIs representam um conjunto de medidas que se focam nos aspectos de performance da organização mais cruciais para o seu sucesso. D. Parmenter define sete características fundamentais para a identificação deste tipo de medidas (Parmenter, 2007):

- Medidas não financeiras;
- Medidas frequentes (ex.: diárias, uma vez por semana...);
- Medidas levadas a cabo pelo chefe executivo (CEO) e pelos quadros superiores;
- Compreensão por toda a equipa da medida e das acções correctivas consequentes;
- Responsabilidades inerentes ao KPI distribuídas individualmente ou por toda a equipa;
- Impacto significativo dos aspectos em análise, afectando os principais factores críticos de sucesso (FCS) e mais do que uma perspectiva do *Balanced Scorecard*;
- Impacto positivo dos aspectos em análise, afectando, por exemplo, outras medidas de performance de forma positiva.

Estas características serão úteis para delimitar o conjunto de indicadores que podem ser vistos e representados como KPIs dentro de um vasto universo destes.

Uma das contribuições desta tese é a definição de um metamodelo para a representação de KPIs. Neste contexto D. Parmenter disponibiliza um conjunto de dados que devem ser tidos em consideração na representação de qualquer indicador e que neste trabalho serviram como base para a identificação dos conceitos importantes do metamodelo e definição deste (Parmenter, 2007):

- Descrição da medida de performance;
- Explicação de como a medida de performance deve ser calculada;
- Tipo de medida de performance (KRI, PI ou KPI);
- Pessoa responsável pela obtenção da medida;
- Sistema onde a medida é guardada;
- Refinamentos necessários para a produção de informação em “tempo real”;
- Perspectiva do BSc em que a medida de performance tem impacto;
- Forma de apresentação visual da medida (tipo de gráfico,...);
- Frequência com que deve ser medida;
- Ligação da medida aos factores críticos de sucesso;
- Tipo de responsabilidade que a equipa que efectua a medida deve ter para poder tomar acções correctivas imediatas quando necessário;
- Quem decidiu efectuar a medição.

O *Advanced Performance Institute* (API) apresenta também uma análise semelhante onde destaca um conjunto de aspectos divididos em seis domínios diferentes (Marr, 2010):

- Motivação do Indicador:
 - Objectivo estratégico;
 - Questão chave de performance a qual permite identificar o contexto da origem do KPI;
 - Quem procura a informação;
 - O que vai ser feito com a informação;
- Informação base:
 - Identificador do KPI;
 - Nome do KPI;
 - Responsável pelo KPI;
- Como vão ser recolhidos os dados necessários:
 - Qual é o método de recolha de dados, por exemplo, qual o instrumento de medição a utilizar;
 - Quais são as fontes dos dados;
 - Quais as fórmulas, escalas e metodologias de avaliação utilizadas na captura dos dados;
 - Qual a frequência, a altura e a duração da análise;
 - Quem faz a recolha dos dados;
- Alvos do indicador:
 - Identificação de alvos de medição e intervalos de tolerância;
- Avaliação da qualidade do indicador:
 - O KPI responde à necessidade de medição de performance proposta?
Responde á questão chave de performance colocada?
 - Avaliação dos custos da recolha de dados;
 - O indicador pode induzir algum comportamento errado?
 - Identificação da audiência e dos acessos ao KPI;
 - Frequência de relatórios;
 - Meios para relatar os resultados;
 - Formatos dos resultados.

No capítulo de contribuições, secção de definição do metamodelo, esta informação encontra-se analisada mais detalhadamente de forma a perceber em que medida estas características e dados relevantes influenciaram a definição do metamodelo para representação de KPIs.

2.2. Classificações de KPIs

O universo de KPIs abrange um extenso leque de métricas a nível empresarial. Assim surge a necessidade de categorizar essas métricas para poder identificar quais as que são passíveis de serem representadas numa arquitectura empresarial, através de *frameworks* arquitecturais, de que forma e em que camadas. Nesta secção são apresentadas algumas das categorizações e abordagens de avaliação conhecidas.

2.2.1 *Balanced Scorecard*

Um tipo de classificação importante para KPIs está relacionado com a sua natureza, nesta área inicialmente foi dado grande foco ao aspecto financeiro, contudo esta abordagem não permite identificar a maioria dos problemas do negócio, sendo também necessário, entre outros, ter em conta os KPIs operacionais que permitem monitorizar em tempo real a performance dos processos, levando à prevenção de erros e a melhorias constantes (Caputo, Corallo, Damiani, & Passiante, 2010). Neste contexto é introduzido o *Balanced Scorecard*.

Esta abordagem tem como base balancear estes tipos de métricas e divide-se em quatro perspectivas fundamentais (Kaplan & Norton, 1992):

- **Perspectiva do cliente:** Permite perceber como o cliente vê a organização, focando-se na análise de tempo, qualidade, performance, serviços e custo;
- **Perspectiva interna do negócio:** Reflecte as preocupações do cliente avaliando o que deve ser feito internamente para ir de encontro às suas expectativas, foca-se nos processos de negócio mais importantes da organização e dá especial atenção aos tempos de execução, qualidade, capacidades dos colaboradores, e produtividade;
- **Perspectiva de aprendizagem e inovação:** Foca-se na análise dos objectivos da organização que a levam ao sucesso, e que se encontram em constante mudança. Para o efeito esta perspectiva dá maior atenção à capacidade da empresa de adaptabilidade de processos à introdução de novos produtos e objectivos;
- **Perspectiva financeira:** Permite perceber se as medidas estratégicas, de implementação e de execução da organização se estão a reflectir no crescimento da empresa. As medidas típicas nesta área são os lucros, o crescimento económico e o valor de acções.

A framework *Balanced Scorecard* deu ainda origem a alguns estudos sobre alinhamento entre negócio e TIs de onde surgiu o *IT Scorecard* (Grembergen & Saull, 2001). Esta é uma abordagem que pretende aplicar e relacionar os conceitos do BSc com as tecnologias de informação de uma organização. Esta framework tem como principais objectivos:

- Demonstrar o valor acrescentado das TIs numa organização;
- Controlar a criação de planos estratégicos de TI ligando-os a planos operacionais;
- Definir um conjunto balanceado de medidas que permitam determinar a eficácia das tecnologias de informação;
- Demonstrar a performance das TIs nas principais áreas de negócio;
- Definir uma framework para relatórios de gestão de TIs.

A framework *IT Scorecard* apresenta as seguintes perspectivas (Grembergen & Saull, 2001):

- **Orientação do cliente:** Permite perceber como as TIs são vistas pelos clientes internos (utilizadores, gestores...), tendo como missão ser o fornecedor preferencial para todos os serviços de informação directa ou indirectamente;
- **Excelência operacional:** Tem como objectivo perceber que processos e serviços devem ser registados para satisfazer as necessidades dos *stakeholders* e dos clientes, para isso tem como missão proporcionar serviços de TI eficientes, dentro do tempo esperado e medir os níveis de serviços e custos;
- **Contribuição empresarial:** Define como devem as tecnologias de informação ser apresentadas aos quadros executivos de forma a serem consideradas contributos significantes para o sucesso da organização;
- **Orientação futura:** Permite perceber como as TIs vão desenvolver capacidades de mudança e inovação para melhor alcançarem os objectivos da organização. Para o efeito desenvolvem capacidades internas de aprendizagem, inovação e exploração de futuras oportunidades.

2.2.2 EFQM – European Foundation for Quality Management

O EFQM surge inicialmente como uma *framework* de avaliação de aplicações para o *The European Quality Award*, vindo a evoluir para uma *framework* de gestão empresarial focada na performance da organização. Assim o EFQM é visto hoje como uma ferramenta de gestão estratégica no contexto das arquitecturas empresariais. (Lankhorst, 2009)

A *framework* é dividida em nove critérios sendo cinco deles habilitadores (liderança, pessoas, políticas e estratégias, parcerias e recursos e processos) e os restantes quatro os resultados desses habilitadores (resultados da pessoas, resultados do cliente, resultados da sociedade e resultados chave de performance). Um destes resultados merece especial destaque no contexto deste trabalho uma vez que se refere aos resultados chave de performance².

O critério de resultados chave de performance tem como objectivo perceber o que a organização está a concretizar, face aos objectivos de performance estabelecidos e às necessidades dos *stakeholders* (Bhatt, 2009) (S. Wongrassamee, 2003). Segundo a *framework* estes resultados são influenciados pela satisfação de colaboradores, clientes e sociedade em geral, face à organização. Este critério disponibiliza princípios, medidas e indicadores necessários para avaliar a performance e está na base do crescimento, aprendizagem e capacidade de inovação da organização. (Lankhorst, 2009)

Para colocar em prática a *framework* do EFQM é utilizada a ferramenta RADAR que proporciona uma estrutura bem definida para avaliar a performance de uma organização. Constituída por quatro fases de avaliação interligadas, esta ferramenta suporta os nove critérios do modelo de excelência do EFQM. As quatro fases incluem a determinação de resultados que a empresa espera atingir, o desenvolvimento e integração de abordagens que

² <http://www.efqm.org/en/Home/TheEFQMEExcellenceModel/TheCriteria/tabid/392/Default.aspx>

possibilitem atingir os resultados esperados no presente e no futuro, a concretização das abordagens de forma a garantir a sua implementação, e avaliação e refinamento destas abordagens baseada na monitorização e análise de resultados atingidos no decorrer das actividades (Sokovic, Pavletic, & Pipan, 2010).

2.2.3 Classificação por Decomposição Empresarial em Níveis

Uma outra possível categorização para KPIs é a *Strategic Monitoring Framework* (SMF), esta baseia-se na divisão de uma organização em três níveis: estratégico, táctico e operacional. Esta perspectiva tem em conta um modelo hierárquico em que os KPIs de topo se referem à parte empresarial, a nível estratégico são focados nos processos e a nível operacional relacionam-se com os detalhes e localizam-se ao nível dos sub-processos. Esta abordagem de três níveis permite monitorizar os diferentes níveis hierárquicos de uma empresa desde os objectivos estratégicos aos operacionais de acordo com as perspectivas seleccionadas para controlar as actividades. (Caputo, Corallo, Damiani, & Passiante, 2010).

Uma abordagem semelhante à anterior é a *Process-based Performance Measurement Framework* (PPMF), esta abordagem acrescenta aos anteriores um nível de execução, definindo os seus níveis como (Caputo, Corallo, Damiani, & Passiante, 2010):

- **Estratégico:** Permite medir a organização de uma perspectiva estratégica;
- **Negócio:** Desenvolve métricas sobre o tipo de negócio da organização;
- **Implementação:** Foca-se nas actividades de negócio da organização;
- **Execução:** Desenvolve métricas sobre os dados da organização.

Outras possíveis classificações podem ser baseadas no momento em que a medição do KPI é feita. A avaliação de um processo pode ser realizada em diferentes alturas do ciclo de vida deste, desde a fase de desenho à pós-execução do processo (Caputo, Corallo, Damiani, & Passiante, 2010).

2.2.4 Outras Categorizações de Indicadores

Uma outra abordagem para a categorização de KPIs é a distinção entre indicadores directos e indirectos, ou seja, indicadores passíveis de serem medidos durante a execução do processos da organização (directos) e indicadores que não podem ser directamente calculados sendo necessário efectuar cálculos utilizando resultados de outros indicadores (Caputo, Corallo, Damiani, & Passiante, 2010). Esta é uma distinção conhecida e aplicada por vários autores que distinguem uma medida de performance como algo que pode ser directamente medido e um indicador de performance como algo que é calculado através de outras medidas de performance. Esta distinção pode ser bastante útil na definição de indicadores a nível operativo uma vez que separa o que pode ser observado e calculado em tempo real do que necessita de cálculos posteriores para ser determinado (Caputo, Corallo, Damiani, & Passiante, 2010).

Vários autores (Caputo, Corallo, Damiani, & Passante, 2010) (Franceschini, Galetto, & Maisano, 2007) sugerem também a separação de indicadores por fase de observação dos processos:

- **Indicadores Iniciais:** Calculados no decorrer do desenho dos processos, podem referir-se, por exemplo, à qualidade dos serviços prestados por fornecedores, influenciado a escolha dos mesmos na fase de análise e desenho;
- **Indicadores Intermédios:** calculados durante a execução do processo, podem referir-se, por exemplo, ao tempo de produção de um item do processo;
- **Indicadores finais:** Calculados após a execução do processo, podem referir-se à satisfação do cliente ou custo de produção.

Esta abordagem permite avaliar o estado actual dos processos e identificar possíveis correcções e melhorias, dando frequentemente maior relevância aos indicadores finais uma vez que são os que permitem estimar melhor os resultados finais do processo, quer positivos quer negativos.

A API apresenta também uma separação interessante de métricas, a distinção entre métricas quantitativas (baseadas em números recolhidos) e métricas qualitativas (não numéricas) (Marr, 2010). A análise de negócio é mais significante quando se baseia em métricas quantitativas e qualitativas uma vez que esta conjugação permite destacar melhor as preocupações importantes dos clientes e *stakeholders*. Esta distinção revela-se um ponto importante para as contribuições deste trabalho, abordadas mais à frente.

Por fim, pode-se ainda ter em conta mais uma classificação comum, a classificação da pirâmide arquitectural de Juran (Juran, 2005). Esta classificação é resumidamente ilustrada pela pirâmide apresentada na Figura 3.

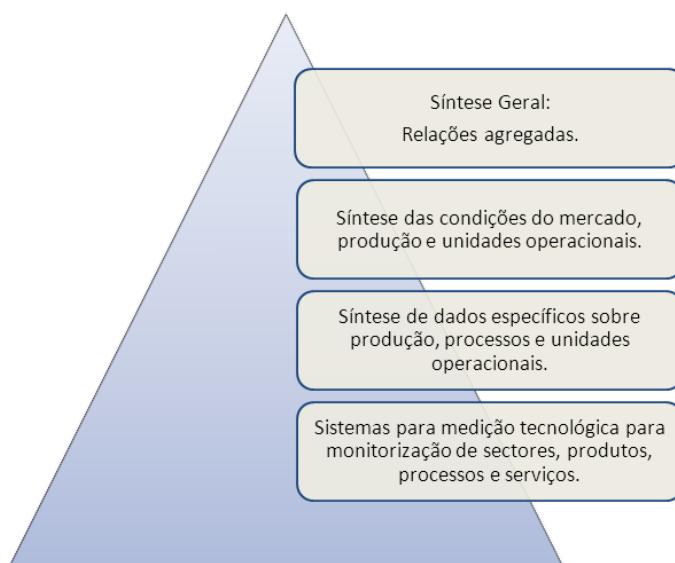


Figura 3 - Sistema de medição em pirâmide (Juran, 2005).

Na base da pirâmide encontram-se as medidas tecnológicas, na segunda camada os principais indicadores sobre os dados de organização, na terceira camada os indicadores referentes à qualidade dos sistemas dos vários sectores da organização, linhas de produção e serviços e por últimos na camada de topo a integração de todas as áreas de gestão desde os aspectos financeiros aos aspectos operacionais (Franceschini, Galetto, & Maisano, 2007).

2.3. Modelo Motivacional de Negócio

Todas as organizações têm a necessidade de desenvolver, comunicar e gerir os seus planos de negócio de forma organizada, o Modelo Motivacional de Negócio surge para proporcionar às organizações estruturas para satisfazer essas necessidades. Este modelo permite identificar factores que motivam a criação de planos de negócio, bem como identificar e definir elementos desses planos e indicar como estes se relacionam. Em colaboração com este modelo encontram-se as políticas e regras de negócio da organização que permitem gerir e guiar o negócio (The Open Group, 2010).

A estrutura do BMM oferece as bases para o desenho lógico de ferramentas simples para armazenar, relacionar e reportar elementos dos planos de negócio das organizações. Uma das divisões desta estrutura é a definição dos fins do negócio onde são apresentados os objectivos a cumprir pela organização, o que segundo este modelo reflecte as métricas mais relevantes do negócio ou seja os KPIs (The Open Group, 2010).

2.3.1 Ideias Chave

Todos os elementos do BMM são desenvolvidos numa perspectiva de negócio. O objectivo é criar o modelo para os elementos dos planos de negócio da organização antes de se iniciar o desenho ou desenvolvimento dos sistemas e mesmo antes de se iniciar a modelação detalhada do negócio. Assim, os planos de negócio podem tornar-se na base das actividades da organização, ligando as soluções desenvolvidas com os seus propósitos.

Um dos aspectos que o BMM tem em conta é o factor motivacional. Uma organização não actua de forma aleatória, logo quando esta executa um processo de negócio ou usa uma regra de negócio tem de ter a capacidade de justificar essa acção. Para cumprir esse objectivo existem caminhos definidos que permitem garantir que uma organização progride, com a execução dos processos, em uma ou mais das suas metas. Estas metas são definidas pelos responsáveis da organização que avaliam o efeito de algumas influências nesta e decidem que metas deve atingir.

Para além das metas existem inúmeros aspectos que são da responsabilidade das pessoas da organização definir (ex.: políticas, regras de negócio...), ou seja as motivações da organização estão nas mãos das suas pessoas. Assim é essencial que a organização identifique quem decide o quê, sobre que avaliações ou influencias e quando.

Uma outra questão fundamental do BMM é que o que está na origem das acções de uma empresa não é conduzido pela mudança, mas sim pela forma como a empresa reage a esta, assim a identificação de mudanças causadas pelos influenciadores ou ausência destas e a avaliação do impacto destas na empresa é fundamental. O BMM não define nenhum processo específico para reacção à mudança, foca-se sim em garantir a modificabilidade dos seus processos antevendo possibilidades de mudança e possíveis reacções.

O BMM assenta as suas bases também na separação de facetas, fazendo distinção entre:

- **Meios e Fins:** O que uma empresa quer fazer em oposição ao que está a fazer. Os meios podem frequentemente ser alterados ao contrário dos fins;
- **Mudanças:** Causadas por factores influenciadores e avaliadores. Neste ponto é necessário ter em conta que a mesma influência pode ser avaliada de forma diferente por várias pessoas dentro da organização;
- **Caminhos:** Levam à concretização de acções e políticas de negócio;
- **Definições:** Definição de como e quão bem as acções são realizadas.

O BMM defende também a decomposição das organizações em várias unidades de negócio, ficando assim a empresa com modelos motivacionais de negócio específicos a cada unidade e não à empresa como um todo.

Por fim o aspecto essencial do BMM para este trabalho, as Métricas. O BMM define as suas medidas de performance como objectivos. Estas podem ser baseadas em riscos ou potenciais lucros identificados pelos avaliadores. Este trabalho foca-se na representação de KPIs e pretende utilizar, entre outras, a definição resultante do BMM, no entanto este modelo não faz distinção entre KPIs e factores críticos de sucesso, uma vez que é da responsabilidade das organizações distinguir estes aspectos (The Open Group, 2010).

2.3.2 Estrutura

A principal noção do BMM é o conceito de motivação. Quando uma empresa define uma abordagem para uma actividade de negócio tem de ser capaz de identificar os resultados que pretende atingir. Para identificar estas motivações é essencial que a organização tenha em consideração as suas aspirações (A Visão) e os seus planos de acção para as realizar (A Missão). E é destes conceitos de visão e missão que derivam parte dos conceitos fundamentais do BMM. A visão dá origem à definição de metas e objectivos, os **Fins**, ao passo que a missão define os conceitos de tácticas e estratégias para atingir as metas e objectivos delineados, os **Meios** (The Open Group, 2010).

Contudo uma organização não funciona sozinha ou de forma isolada, por isso é necessário também ter em consideração os factores que incentivam ou prejudicam as operações, os **Influenciadores**. Estes factores podem representar oportunidades para a organização ou ameaças quando derivam da envolvente externa ou podem também ser os pontos fortes e

fracos da organização quando internos. Usualmente as organizações recorrem a uma análise SWOT para identificarem estes factores (The Open Group, 2010).

Por fim é necessário ter em conta que nem todas as influências são relevantes para o modelo, assim surge o conceito de **Avaliadores** que permitem avaliar os factores que influenciam a visão e missão da organização (os meios e os fins) (The Open Group, 2010).

2.3.3 Métricas

A existência de métricas está implícita em várias áreas do Modelo Motivacional de Negócio. Na maioria das organizações existem aspectos que são fortemente medidos e controlados, por estarem directamente relacionados com os principais objectivos da organização. O simples facto de estes aspectos serem tão intensamente medidos torna-os importantes permitindo que estes giram, controlem e influenciem grande parte da organização (The Open Group, 2010).

A maioria destas métricas é definida através das metas identificadas para a organização e cada uma destas metas pode estar relacionada com uma ou mais medidas de performance. Os objectivos devem ser mesuráveis, logo, por definição, têm métricas atribuídas que estabelecem medidas de performance das metas que o objectivo quantifica. Assim um objectivo reflecte o valor e o espaço temporal que a métrica deve avaliar. Conclui-se então que enquanto as metas definem a direcção, os objectivos definem os marcos a atingir (The Open Group, 2010).

As métricas são imperativas para potenciais impactos. Sem uma análise cuidada das métricas apropriadas a avaliação de riscos e potenciais lucros torna-se insignificante. Segundo o BMM, quando uma métrica é particularmente importante pode ser chamada de indicador chave de performance, factor crítico de sucesso, ou outro tipo de conceito (The Open Group, 2010).

2.4. ArchiMate

O ArchiMate foi desenvolvido com o objectivo de uniformizar a representação das arquitecturas empresariais, oferecendo uma abordagem arquitectural integrada que permite descrever e visualizar os diferentes domínios salientando as suas relações e dependências (Jonkers, Proper, & Turner, 2009). Esta especificação é conseguida através de uma descrição não ambígua dos componentes arquitecturais e especialmente das suas relações.

2.4.1 Linguagem

Um dos principais desafios no desenvolvimento deste metamodelo foi encontrar um equilíbrio entre a especificidade de linguagens para domínios de uma arquitectura, e um conjunto geral de conceitos arquitecturais. Para concretizar este desafio, a linguagem ArchiMate integra os conceitos arquitecturais gerais em diferentes camadas (Jonkers, Proper, & Turner, 2009).

Um outro desafio desta linguagem foi manter-se o mais pequena possível mas sempre respeitando o seu objectivo principal de modelação arquitectural da maioria das tarefas de uma arquitectura empresarial. Muitas outras linguagens como o UML 2.0 tentaram abranger todas as possíveis necessidades dos seus utilizadores, no entanto e visando a simplicidade e

facilidade de aprendizagem o ArchiMate limitou-se aos principais conceitos que são actualmente suficientes para a modelação de 80% dos casos práticos (Jonkers, Proper, & Turner, 2009).

Dentro dos conceitos chave desta linguagem é importante realçar os seguintes (The Open Group, 2009):

- **Elementos estruturais activos:** Os actores, os componentes aplicacionais, os dispositivos que controlam o comportamento e os sujeitos das actividades;
- **Elementos comportamentais:** Actividades desempenhadas pelos elementos activos cuja relação com estes permite perceber quem e de que forma realiza o quê;
- **Elementos estruturais passivos:** Os objectos sobre os quais o comportamento é executado, tipicamente são os objectos informacionais, objectos de dados ou físicos.

Por outro lado a linguagem contempla ainda uma divisão entre vistas internas e externas, sendo que as vistas externas do ponto de vista comportamental são os serviços disponibilizados para a concretização dos comportamentos esperados pelo exterior. Estes serviços são associados a interfaces que reflectem a vista externa dos elementos estruturais activos. As relações entre estes conceitos chave são feitas através de **colaborações** (relação entre elementos estruturais) e **interacções** (relação entre elementos comportamentais). A definição de relações entre elementos da linguagem ArchiMate deriva de outras normas de modelação conhecidas com principal foco nas relações do UML 2.0 (The Open Group, 2009). A Figura 4 ilustra a estrutura descrita.

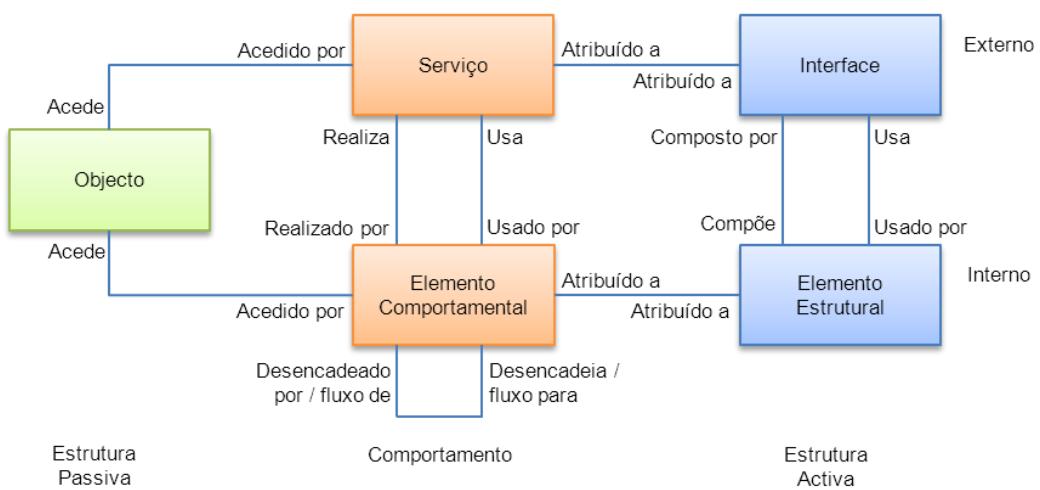


Figura 4 - Metamodelo genérico da linguagem ArchiMate. Adaptado de (The Open Group, 2009).

No final a linguagem conseguida permite (Jonkers, Proper, & Turner, 2009):

- Distinguir a representação de elementos activos, comportamentais e passivos como elementos principais;
- Distinguir comportamentos executados por elementos estruturais particulares de comportamentos colectivos de interacção e colaboração entre elementos estruturais;

- Representar um conjunto de relações entre elementos com base nas relações típicas já existentes (ex.: relações representadas em UML 2.0).

Um dos aspectos fundamentais que caracteriza e distingue a linguagem é a definição de camadas utilizada. A linguagem ArchiMate define três camadas principais baseadas na especificação dos aspectos acima referidos:

1. **Camada de negócio:** Oferece produtos e serviços aos clientes externos, realizados numa organização através de processos de negócio concretizados por actores;
2. **Camada aplicacional:** Suporta a camada de negócio através de serviços aplicacionais realizados por aplicações (*software*);
3. **Camada tecnológica:** Oferece os serviços de infra-estrutura necessários para correr aplicações, realizados por computadores, *hardware* de comunicação e sistemas de *software*.

A estruturação geral das camadas é semelhante, sendo usados os mesmos tipos de relações e conceitos apesar das suas naturezas e granularidades poderem diferir (Jonkers, Proper, & Turner, 2009). As ligações entre camadas, tipicamente, são realizadas explicitamente através de serviços que estas disponibilizam entre si (Lankhorst, 2009).

2.4.2 Framework

Uma *framework* arquitectural é, por definição, uma ferramenta que permite desenvolver uma ampla gama de diferentes arquitecturas. Assim, deve descrever um método para o desenho de sistemas de informação através de um conjunto de blocos que se relacionam entre si. Deve também disponibilizar um conjunto de ferramentas para o efeito e um vocabulário comum. E deve ainda recomendar um conjunto de normas a seguir e disponibilizar produtos complementares que podem ser usados na implementação de blocos (The Open Group, 2009).

O *The Open Group* disponibiliza a *framework* arquitectural TOGAF (*The Open Group Architectural Framework*) que respeita estas condições, seguindo o método de desenvolvimento arquitectural (ADM), o qual garante uma correcta representação da arquitectura e o seu alinhamento com as necessidades do negócio. O ArchiMate surge como uma linguagem que complementa esta *framework* disponibilizando um conjunto de conceitos e uma representação gráfica que permite a criação de um modelo consistente e integrável com as definições do TOGAF (The Open Group, 2009).

A *framework* ArchiMate é o resultado do cruzamento dos aspectos e camadas, identificados na secção anterior. Esta *framework* pode ser representada por uma matriz 3x3 na qual horizontalmente se encontram os principais conceitos da linguagem (estrutura passiva, comportamento e estrutura activa) e verticalmente as camadas arquitecturais (negócio, apresentação e tecnologia). Nas células desta matriz é possível representar os domínios aplicacionais mais utilizados, como ilustrado na Figura 5 (The Open Group, 2009).

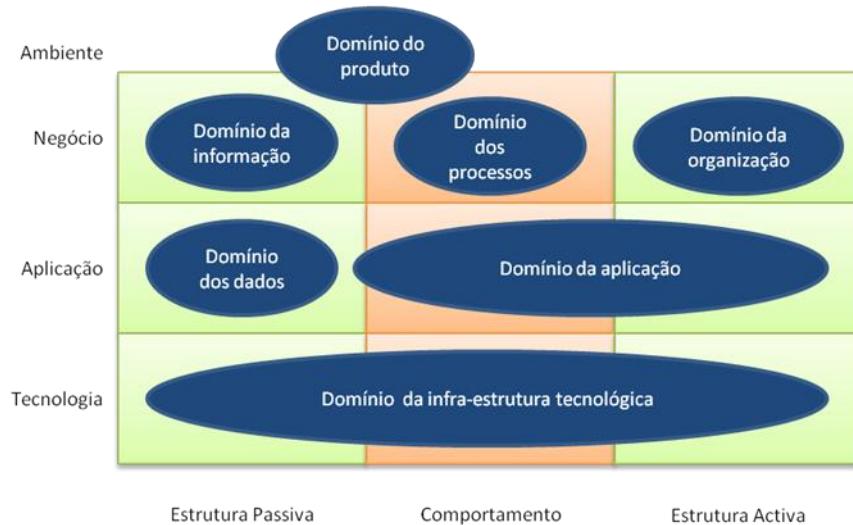


Figura 5 - Framework ArchiMate (The Open Group, 2009).

Para além dos aspectos principais representados na imagem, existe ainda um conjunto de outros aspectos relevantes que cruzam diversos ou mesmo todos os domínios conceptuais da framework, como, por exemplo, os objectivos de negócio, segurança, administração e regulamentação, custos, performance, tempos, planeamento e evolução. Estes aspectos podem ser acrescentados aos modelos através de conceitos adicionais, relações ou atributos (The Open Group, 2009).

2.4.3 *Viewpoints*

A modelação é um processo que permite ao arquitecto, em conjunto com os *stakeholders*, criar e estruturar um modelo para um ou mais *viewpoints*. Assim sendo, os modelos de arquitectura empresarial são criados por diversas razões, como por exemplo para servirem de base para o desenho, para definição de modelos e domínios arquitecturais ou para informação dos *stakeholders*. Um arquitecto pode escolher de um leque variado de ferramentas para criar o modelo mais apropriado (Lankhorst, 2009).

O ArchiMate proporciona uma abordagem flexível onde é possível definir diferentes vidas relacionadas com o interesse de cada um. Estas vidas são representadas através de *viewpoints*, que permitem definir abstracções para conjuntos de modelos numa arquitectura. Cada conjunto corresponde a um tipo de *stakeholder* e a um tipo de interesse. Os *viewpoints* podem também ser utilizados para ver aspectos isolados ou para relacionar um ou mais aspectos (The Open Group, 2009).

O *The Open Group* segue actualmente a ISO/IEC/IEEE 42010, antiga norma IEEE 1471, para a definição de *viewpoints* da framework ArchiMate. Esta norma define os *viewpoints* como a formalização da ideia de que existem diversas formas de ver um sistema. Assim, devem ser especificados os seguintes pontos na definição de um *viewpoint* (ISO/IEC; IEEE, 2011):

1. Enquadramento de uma ou mais preocupações;

2. Enquadramento de *stakeholders* relacionados com as preocupações;
3. Um ou mais modelos para a utilização do *viewpoint*;
4. Para cada modelo devem ser definidas linguagens, notações, convenções entre outros aspectos a utilizar no modelo;
5. Referencias às origens do *viewpoint* (ex.: data, autoria, citações...).

De acordo com esta especificação o *The Open Group* define um conjunto de *viewpoints* para a linguagem e *framework* ArchiMate que permitem a um arquitecto representar um sistema de diversas formas consoante os *stakeholders* e preocupações a ter em conta. Para auxiliar nesta representação foi definida uma *framework* para a classificação de *viewpoints*. Esta *framework* é constituída por duas dimensões: **motivação** composta pelos tipos Desenho, Decisão e Informação e **conteúdo** composta pelos tipos Detalhe, Coerência e Visão Geral (The Open Group, 2012). A Figura 6 apresenta a *framework* referida.

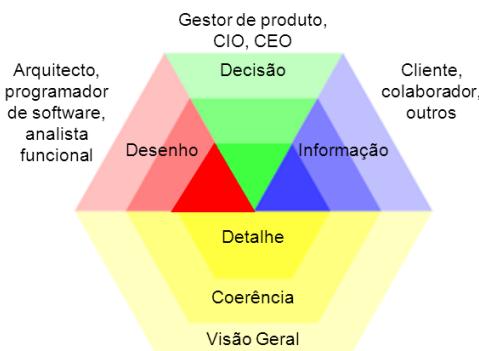


Figura 6 - Framework para classificação de viewpoints. Adaptado de (The Open Group, 2012).

2.4.4 Mecanismos de Extensão

A especificação de uma arquitectura empresarial implica frequentemente a definição de elementos próprios ao âmbito da arquitectura, no entanto uma linguagem de modelação não pode ser específica para uma arquitectura, tendo de definir apenas os objectos gerais passíveis de representação. Para que a linguagem respeite estes dois aspectos (especificidade da arquitectura e generalidade da linguagem) é necessário disponibilizar mecanismos de extensão tais como:

- Suporte de tipos específicos à análise do modelo;
- Suporte de comunicação entre arquitecturas;
- Captura de características específicas de certos domínios aplicacionais.

No ArchiMate, uma forma fácil de fazer estas extensões é através da utilização de perfis. Um perfil é uma estrutura de dados que pode ser separada da linguagem ArchiMate e ser dinamicamente conjugada com os conceitos e relações desta.

Podem ser distinguidos dois tipos de perfis (The Open Group, 2009)

- **Perfis pré-definidos:** Têm uma estrutura de atributos predefinida e podem ser utilizados à cabeça em qualquer ferramenta que suporte a linguagem ArchiMate;
- **Perfis definidos pelo utilizador:** Através de uma linguagem de definição de perfis o utilizador pode definir novos perfis estendendo a definição dos conceitos do ArchiMate ou as relações extra necessárias.

2.4.5 Exemplos de Extensões ao ArchiMate

Uma das investigações actuais do *The Open Group* é sobre a utilização do ArchiMate como método de desenvolvimento arquitectural do TOGAF, criando assim uma *framework* de *frameworks*. Contudo a versão 1.0 do ArchiMate não permite a representação de algumas das fases do TOGAF sendo necessária a criação de extensões para que este seja abrangido por completo. A Figura 7 ilustra as extensões propostas pelo grupo para a representação de todas as fases do TOGAF através do ArchiMate (Jonkers, Van den Berg, Iacob, & Quartel, 2010).

Uma das extensões propostas é uma extensão motivacional, que abrange o núcleo do TOGAF, a Engenharia de Requisitos. Este núcleo central foca-se em descobrir soluções para os problemas, sendo possível uma abordagem orientada a problemas ou uma orientada a soluções (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010). Uma técnica comum à primeira abordagem é o GORE (Engenharia de requisitos orientada a objectivos), nesta técnica os objectivos respondem a problemas identificados, inicialmente numa abordagem de alto nível, que é sucessivamente decomposta em sub-objectivos mais concretos e mesuráveis (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010). A segunda abordagem é a mais tradicional. Nesta a engenharia de requisitos especifica os sistemas em que vai operar, criando uma lista de funções de sistemas desejáveis e um conjunto de atributos de qualidade para essas funções (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010).

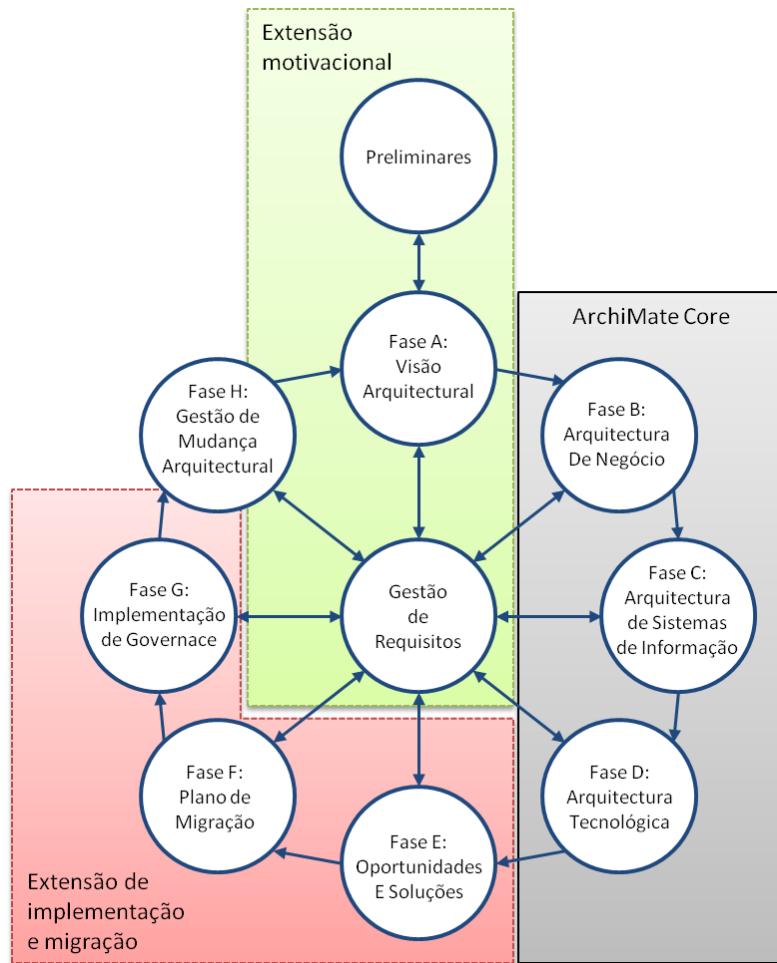


Figura 7 - Relação entre TOGAF, ArchiMate e suas extensões. Adaptado de (Jonkers, Van den Berg, Iacob, & Quartel, 2010).

Assim estas abordagens podem ser consideradas fases sequenciais num processo de desenho. Da aplicação destas vistas resultam as cadeias de problemas. Estas cadeias permitem relacionar problemas com soluções e derivar das soluções novos problemas e consequentemente novas soluções. Desta forma a engenharia de requisitos é relacionada com a arquitectura empresarial. De um lado da cadeia temos os problemas, derivados dos objectivos de negócio e dos requisitos, do outro as soluções, identificadas a nível da arquitectura empresarial através de serviços, processos e aplicações (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010).

Os aspectos centrais do ArchiMate focam-se na representação do que a empresa tem e disponibiliza para atingir os seus objectivos, a extensão motivacional proposta neste estudo foca-se na representação desses objectivos no próprio ArchiMate, permitindo manter a rastreabilidade entre a engenharia de requisitos e a arquitectura empresarial, e identificando sempre o porquê de dados aspectos arquitecturais (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010). A Figura 8 mostra a inserção desta nova camada na framework ArchiMate numa representação alto nível. Esta camada motivacional foca-se nas intenções da organização (metas, princípios e

requisitos) correspondendo à coluna motivacional do modelo de Zachman (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010).



Figura 8 - Extensão motivacional à framework ArchiMate. Adaptado de (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010).

Os autores desta investigação baseiam o desenvolvimento da extensão na ideia de que as intenções são geradas por pessoas, os *stakeholders*, e estes têm certas áreas de interesse. Estes interesses são usados para organizar essas intenções. Assim são necessárias avaliações de interesses para perceber se existe ou não a necessidade de ajustamento a estes. As intenções são representadas por metas, princípios e requisitos. Neste contexto são definidos os principais elementos da extensão motivacional, apresentados na Figura 9.

Conceito	Notação	Relação	Notação
Stakeholder	Stakeholder	Agregação	
Interesse	Interesse	Realização	
Avaliação	Avaliação	Conflito	
Meta	Meta	Contribuição	
Princípio	Princípio	Especialização	
Requisito	Requisito	Associação	

Figura 9 - Elementos da extensão motivacional à framework ArchiMate. Adaptado de (Quartel, Engelsman, & Jonkers, 2010).

A extensão de implementação e migração ao ArchiMate (Jonkers, Van den Berg, Iacob, & Quartel, 2010) inclui conceitos para modelar a implementação de programas e projectos e o conceito de planalto para suportar os planos de migração. O desenvolvimento desta extensão teve em conta:

- A importância de garantir a consistência com o core do ArchiMate e a extensão motivacional anteriormente descrita;
- A filosofia minimalista da linguagem ArchiMate, que tem como princípio, ser composta por o mínimo de conceitos possíveis, tendo sido tido o cuidado de reutilizar ao máximo os conceitos e relações já existentes;

- O respeito pelas normas e boas práticas de gestão de programas e projectos, devendo a extensão permitir expressar os principais conceitos destes métodos de forma genérica. Conceitos muito específicos não devem fazer parte da definição da linguagem mas sim serem especializações de conceitos genéricos.

Para a definição dos conceitos relacionados com um projecto, foi usada uma abordagem diferente da extensão motivacional, tendo sido definido um conjunto de conceitos que se inserem numa estrutura, semelhantes aos conceitos fundamentais do ArchiMate *core*: estrutura activa, comportamento e estrutura passiva. Um projecto é composto por um conjunto de actividades, para a representação desta relação a extensão opta pela definição de uma estrutura hierárquica de divisão dos produtos em actividades relacionadas.

O conceito de planalto que permite definir intervalos de tempo com princípio e fim, onde é garantido que um planalto termina onde outro começa e que a transacção entre planaltos corresponde a alterações específicas na arquitectura empresarial. E o conceito de *Gap* é a ligação entre dois planaltos e reflecte as diferenças entre os dois. (Jonkers, Van den Berg, Iacob, & Quartel, 2010)

2.4.6 GRAAL

O projecto GRAAL (*Guidelines Regarding Architecture ALignment*) surgiu na sequência do ArchiMate com o objectivo de definir as principais linhas para o alinhamento arquitectural. Focado na análise de diversas organizações do sector público e financeiro, o estudo identificou a clara necessidade das organizações de alinharem as suas infra-estruturas tecnológicas com a sua arquitectura de negócio (Lankhorst, 2009). As principais dificuldades encontradas neste projecto prendem-se com o problema de gestão do processo de alinhamento (problema de *governance*) e como comunicar o alinhamento para a arquitectura (problema de documentação) (Lankhorst, 2009).

Este estudo deu origem à *framework* conceptual GRAAL. Este tipo de *framework* é tipicamente definida como um conjunto de conceitos e relações entre eles, que são usados para descrever um fenómeno, mais concretamente neste caso para descrever o fenómeno de alinhamento arquitectural. A *framework* divide as organizações e as suas TIs em diversas camadas, sendo que cada camada contém entidades, que representam os sistemas da organização, e disponibilizam serviços às entidades das camadas superiores (Wieringa & Zarvic, 2006), garantindo assim o alinhamento entre elas. Esta *framework* é constituída pelas quatro dimensões apresentadas de seguida (Wieringa & Zarvic, 2006) (Lankhorst, 2009):

- **Aspectos de Sistema:** Os sistemas em cada nível têm aspectos particulares e cada sistema disponibiliza serviços para as camadas superiores. Assim cada serviço deve fornecer valor acrescentado (utilidade), e deve fazê-lo através de um compromisso comportamental durante o tempo em que a informação é trocada com outros sistemas pelos seus canais de comunicação.

- **Agregação/Decomposição de Sistemas:** Cada sistema é composto por subsistemas encapsulados e por agregações de sistemas. Mas quando se fala em alinhamento de arquitecturas de TI o conceito de agregação torna-se mais complexo uma vez que se passa a lidar com três tipos distintos de agregação (física, social e simbólica). É por isso necessário perceber como estabelecer a ligação entre estes três tipos, a Figura 10 ilustra esta ligação e o que cada tipo de agregação representa.
- **Vida dos Sistemas:** Cada sistema passa por diversos estados na sua vida desde a concepção até à eliminação, este ciclo de desenvolvimento é essencial para perceber o estado actual dos sistemas e planear desenvolvimentos futuros, tendo um papel muito importante na área de aprendizagem e inovação da organização;
- **Níveis de Refinamento:** Esta não é uma dimensão de sistema mas sim uma dimensão descritiva, que permite perceber o nível de abstracção na descrição dos sistemas desde o pouco detalhado ao muito detalhado.

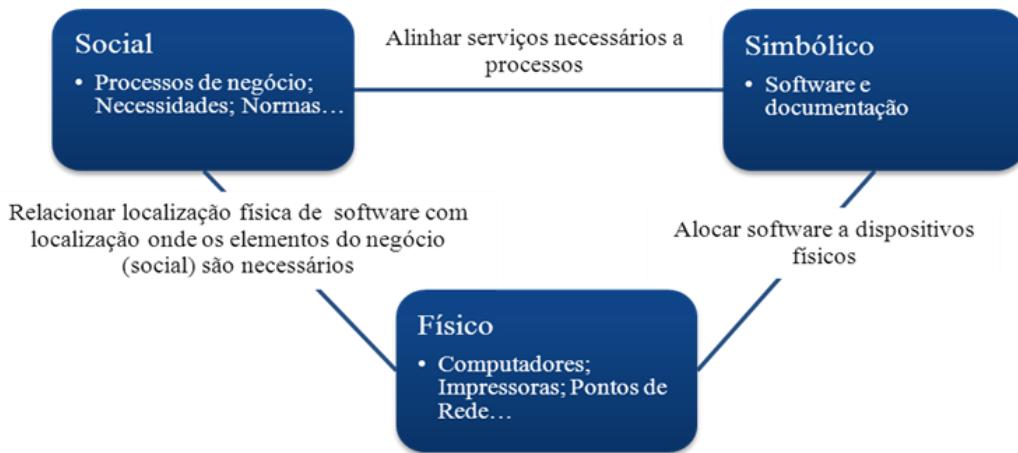


Figura 10 - Agregações de sistemas e alinhamento entre eles. Adaptado de (Lankhorst, 2009).

A aplicação da *framework GRAAL* é indicada para arquitecturas definidas por camadas que distingam no mínimo a camada aplicacional da camada tecnológica. A Figura 11 demonstra como são aplicadas as três dimensões de sistema definidas anteriormente.

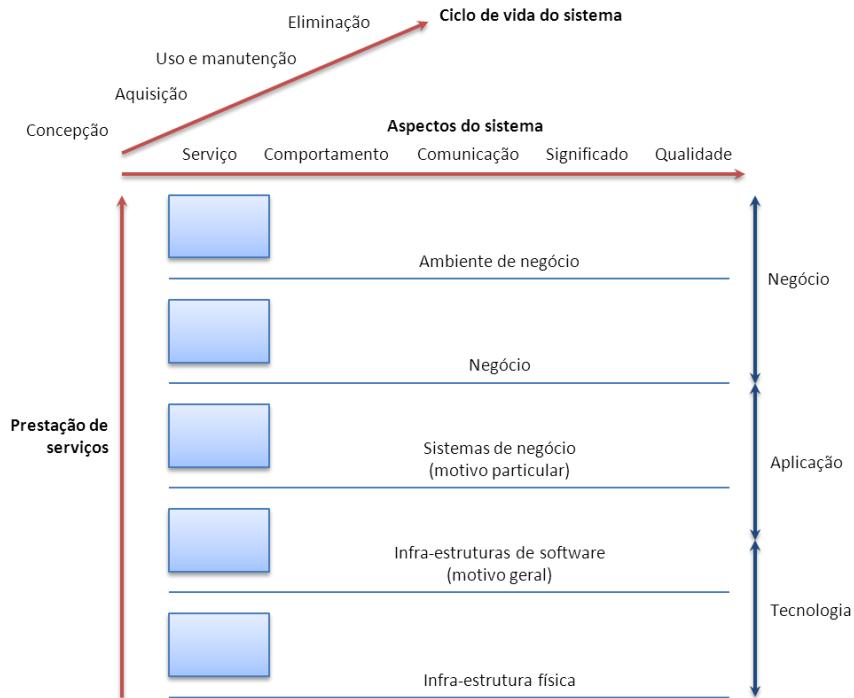


Figura 11 - Dimensões do GRAAL numa arquitectura por camadas. Adaptado de (Lankhorst, 2009).

2.5. BPMN

A linguagem BPMN permite a representação de processos de negócio e a capacidade de apresentar esses processos de uma forma *standard*. A existência deste modelo de representação gráfica facilita o entendimento das transacções e colaborações de negócios entre vários intervenientes da organização e entre organizações diferentes. Esta *framework* aborda os mesmos conceitos que a camadas de negócio do ArchiMate, sendo assim um ponto de partida interessante para a definição da extensão para representação de KPIs.

2.5.1 Definição

Um processo apresentado em BPMN é representado por um conjunto de elementos que constituem o seu metamodelo: actividades, eventos, gateways e fluxos sequenciais. Seguidamente serão analisados cada um destes elementos com o intuito de perceber a sua influência na representação de KPIs.

Segundo a norma BPMN, uma **actividade** é definida como o trabalho que é desenvolvido dentro do processo de negócio. Estas actividades podem ser divididas em tarefas (actividades atómicas que ocorrem dentro do processo), sub-processos (conjuntos de actividades do processo que definem um sub-processo) e as denominadas *Call Activities*, actividades que permitem a reutilização de tarefas e processos dentro do modelo (The Open Group, 2011). O modelo de uma actividade inclui, entre outros elementos, os *inputs* e *outputs* desta, as suas propriedades e o trabalho por ela realizado (The Open Group, 2011).

Um **evento** é algo que acontece durante um processo e que afecta o seu fluxo, geralmente tem uma causa, um impacto e requer uma reacção. Exemplos de eventos são o início ou o fim de

uma actividade, uma alteração de estado de um documento ou a chegada de uma mensagem. Os eventos podem ser subdivididos em três tipos: Iniciais, definem o início do processo; Finais, definem o fim do processo ou de partes dele; Intermédios, eventos que ocorrem a meio do processo. Estes eventos podem ainda ser divididos em eventos que despoletam acções (*trigger events*) ou eventos que produzem resultados (*result events*) (The Open Group, 2011).

Os elementos de um processo denominados **gateways** são os pontos onde os fluxos do processo convergem e divergem e são usados para controlar o fluxo sequencial deste. Este controlo é realizado através das regras definidas em cada *gateway*. Estes elementos, tal como as actividades, podem consumir e gerar *tokens* adicionais controlando a execução semântica de um dado processo (The Open Group, 2011).

A principal diferença de *gateways* para actividades é que estas não representam trabalho de um processo e assim sendo podem ter um efeito nulo na medição de performance deste (The Open Group, 2011). Contudo nem todas as representações seguem à risca a norma de BPMN logo podem existir processos com *gateways* que executam o trabalho de decisão a que estão afectas.

Os **fluxos sequenciais** são usados para representar a ordem dos elementos dentro de um processo, estes fluxos caracterizam-se por terem apenas uma origem e um destino e a respectiva origem e destino devem ser do tipo de um dos elementos anteriormente descritos (actividades, eventos ou *gateways*). Estes fluxos podem também ser simples ou definir uma expressão condicional que condiciona os *tokens* do processo que podem passar pelo fluxo (The Open Group, 2011).

2.5.2 Extensões ao BPMN

Actualmente existe já alguma variedade de extensões a BPMN que se preocupam com a representação de elementos relevantes para dadas áreas de negócio ou para cobrir lacunas entre áreas distintas das TIs. Um bom exemplo destas extensões é a extensão sobre objectivos de processos de negócio e métricas de performance para EPC e BPMN (Korherr & List, 2007), sendo um estudo relevante para este trabalho quer a nível de extensões a BPMN quer a nível de metamodelos relacionados com métricas de performance, como é o caso do metamodelo desenvolvido nesta dissertação. Assim, este trabalho será resumidamente apresentado de seguida. Outros trabalhos interessantes neste contexto são a extensão para modelação de requisitos de segurança (Rodríguez, Fernández-Medina, & Piattini, 2007) e a extensão para representação de dados (Magnani & Montesi, 2009).

A extensão de objectivos de processos de negócio e métricas de performance para EPC e BPMN (Korherr & List, 2007) surge da necessidade de modelar objectivos de negócio e medidas de performance em *frameworks* que se focam, hoje em dia, apenas na modelação de processos de negócio. As motivações desta extensão prendem-se com: A necessidade de representar os objectivos a atingir, para que seja possível definir as actividades necessárias

que um processo de negócio deve encapsular; A compreensão dos objectivos de negócio, para a escolha das melhores alternativas de desenho e para a avaliação da qualidade de desempenho dos processos de negócio; A necessidade de representar os objectivos de negócio, para que seja mais simples a compreensão das mudanças organizacionais que influencia os processos de negócio implementados.

Com foco nestas motivações foi desenvolvido um metamodelo que permite a representação de objectivos de processos de negócio e a definição de medidas, de carácter quantitativo e qualitativo, para atingir estes objectivos, apresentado na Figura 12. Uma medida é responsável pela quantificação concreta dos objectivos e pela medição de performance dos processos de negócio. Dentro das métricas são distinguidos três tipos de medidas, qualidade, custo e ciclos de tempo, sendo que esta última pode ainda ser especializada em tempo de trabalho e tempo de espera. Todas estas medidas têm dois atributos relevantes, os valores de medição médios e máximos, que permitem avaliar melhor os resultados obtidos.

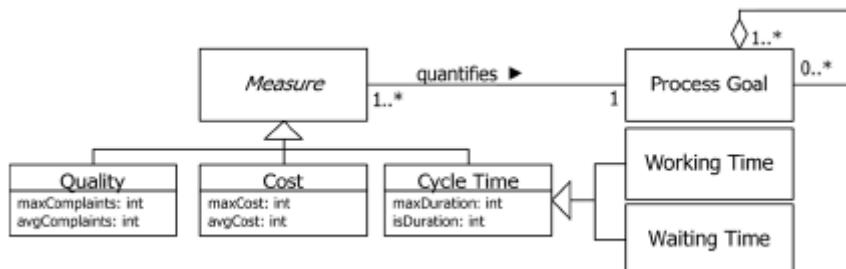


Figura 12 - Metamodelo genérico de objectivos e medidas de performance (Korherr & List, 2007).

Com base no metamodelo genérico apresentado, foram desenvolvidas as extensões para EPC e BPMN. A extensão de BPMN acrescenta ao metamodelo o conceito geral *Estrutura Organizacional* que inclui as unidades e papéis organizacionais, representados em BPMN através das *pools*. As medidas são também representadas por *pools* uma vez que a estrutura organizacional actua sobre estas. No caso de medidas de ciclos de tempo estas são representadas através de eventos temporais e posteriormente a estrutura organizacional pode ser despoletada por um evento de alerta caso uma acção ou um grupo de acções não tenham sido executados dentro dos níveis da medida de performance. A Figura 13 apresenta o modelo de BPMN estendido deste trabalho.

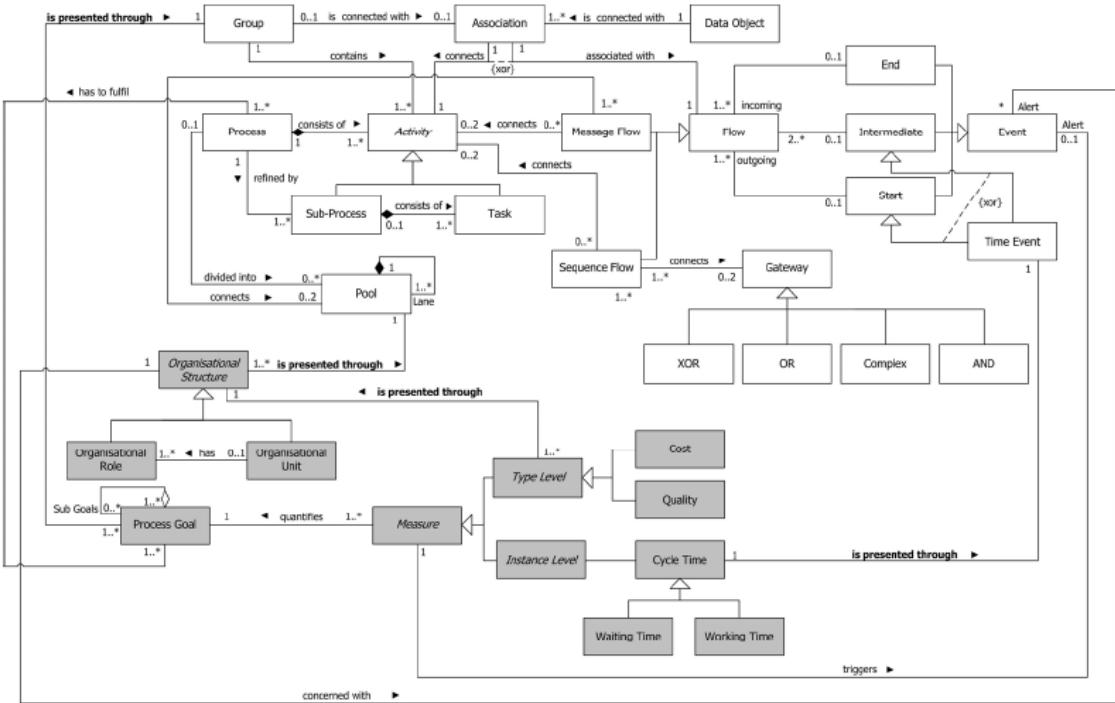


Figura 13 - Metamodelo de BPMN estendido com medidas de performance e objectivos (Korherr & List, 2007).

2.6. Resumo do Trabalho Relacionado

Nesta secção foram apresentados um conjunto de conceitos e trabalhos relacionados que contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação.

O primeiro tema focado, os KPIs, permite definir o que é um KPI e o que o caracteriza. As abordagens de D. Parmenter (Parmenter, 2007) e da API (Marr, 2010) apresentam a base do metamodelo para representação de KPIs desenvolvido neste trabalho, destacando o que caracteriza um indicador e o tipo de informação que deve ser tido em conta para o seu cálculo e consequentemente para a sua representação.

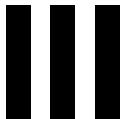
A análise de classificações de KPIs destaca algumas das principais *frameworks* de negócio que recorrem a KPIs para a gestão e avaliação da evolução do negócio, como é o caso do BSC e do EFQM. Assim, estas *frameworks* tornam-se potenciais candidatos à utilização do metamodelo para representação dos seus KPIs e integração destes numa arquitectura.

Um dos problemas abordado neste trabalho é a relação entre TI e negócio, e a introdução de KPIs neste meio. O modelo motivacional de negócio permite enquadrar os KPIs na análise de negócio relacionando-os a nível motivacional. Por outro lado o estudo realizado sobre o ArchiMate e suas extensões permite perceber como os KPIs podem ser integrados e representados numa arquitectura. Em particular a extensão motivacional ao ArchiMate apresenta uma contribuição dupla para este trabalho, permitindo perceber como esta *framework* pode ser estendida e como os aspectos motivacionais, que servem de ponte para os aspectos de avaliação onde os KPIs se enquadram, podem ser relacionados com os

elementos *core* do ArchiMate. Dentro do ArchiMate foi ainda estudado o GRAAL com vista a perceber se é possível e de que forma se podem alinhar os vários aspectos e camadas do ArchiMate com o novo aspecto de avaliação introduzido neste trabalho.

Para complementar esta análise de metodologias de extensão de *frameworks* foi analisado algum trabalho sobre extensões a BPMN uma vez que esta *framework* é equivalente à camada de negócio do ArchiMate e tem sido alvo de muito mais estudos de extensões sobre a mesma.

Com base na análise apresentada, foram desenvolvidas as contribuições apresentadas na próxima secção.



Contribuições

Nas secções anteriores foram analisados e apresentados os conceitos e trabalhos relacionados com tema da dissertação. Nesta secção a informação recolhida é consolidada, e são apresentadas as contribuições desenvolvidas para solucionar o problema de representação e documentação de KPIs em arquitecturas empresariais, no geral, e concretamente a representação através da *framework* ArchiMate.

3.1. Metamodelo para a Representação de KPIs

A definição de um metamodelo que permita a representação de KPIs implica, antes de tudo a compreensão do que é um KPI. D. Parmenter em (Parmenter, 2007) apresenta os KPIs como o tipo de medida de performance que reflecte a forma de aumentar drasticamente o desempenho de uma organização. Neste contexto a origem dos KPIs deve estar sempre relacionada com os factores críticos de sucesso da organização, sendo os indicadores vistos como a sua forma de concretização.

Por sua vez, os indicadores chave de performance reflectem-se numa organização através métricas aplicadas sobre os vários sectores organizacionais. Estas métricas podem ser definidas como uma forma de atribuição de números ou símbolos a entidades do mundo real, definindo os seus atributos através de fórmulas concretas (Fenton & Whitty, 1995).

Contudo nem todos os indicadores podem ser reflectidos em medidas, as métricas devem ser consideradas como um subconjunto dos indicadores e uma forma directa de os representar, sempre que possível (Franceschini, Galetto, & Maisano, 2007). Neste metamodelo serão considerados apenas os indicadores que podem ser expressos por meio de uma ou mais métricas, sendo assim possível assumir que no contexto deste trabalho todos os indicadores têm pelo menos uma métrica associada.

Para a especificação dos elementos base necessários à representação de KPIs, na definição do metamodelo, foram analisadas abordagens de D. Parmenter (Parmenter, 2007) e da API

(Marr, 2010) sobre o que é necessário para definir e representar um KPI. A Tabela 3 relaciona o metamodelo proposto com estas abordagens.

Tabela 3 – Relação entre as abordagens de características para KPIs e o metamodelo proposto.

Metamodelo	D. Parmenter (Parmenter, 2007)	API (Marr, 2010)
Nome do KPI	Descrição da medida de performance;	Identificador do KPI;
Descrição do KPI		Nome do KPI;
Métricas		Qual é o método de recolha de dados, por exemplo, qual o instrumento de medição a utilizar;
Regra de Calculo	Explicação de como a medida de performance deve ser calculada;	Quais as fórmulas, escalas e metodologias de avaliação utilizadas na captura dos dados;
Escala		
Responsável	Pessoa responsável pela obtenção da medida;	Responsável pelo KPI; Quem faz a recolha dos dados;
Frequência de Medição	Frequência com que deve ser medida;	Qual a frequência, a altura e a duração da análise;
FCS	Ligaçao da medida aos factores críticos de sucesso;	Questão chave de performance a qual permite identificar o contexto da origem do KPI;
Interessado	Quem decidiu efectuar a medição .	Quem procura a informação;
Elementos Arquitecturais		Quais são as fontes dos dados;
Alvo		Identificação de alvos de medição e intervalos de tolerância;

Com base nesta análise seguidamente são apresentados os elementos do metamodelo proposto:

- **Nome do KPI:** Nome sucinto para identificação do KPI;
- **Descrição do KPI:** Descrição do que vai o KPI medir;
- **FCS:** factor crítico de sucesso que está na origem do KPI e que permite fazer a ponte com os aspectos motivacionais da arquitectura;
- **Elementos arquitecturais:** Objectos da arquitectura que são alvos do KPI;
- **Métricas:** Objectos que compõem o cálculo do indicador;
- **Responsável:** Actor ou, mais genericamente, elemento da arquitectura responsável pela obtenção do indicador de performance;
- **Interessado:** Actor que motiva a medição do KPI e a quem devem ser reportados os resultados;
- **Frequência de medição:** Frequência com que o indicador deve ser medido (ex.: a cada instância do processo, diariamente, semanalmente...);
- **Alvo:** Valor expectável do indicador para que o factor crítico de sucesso relacionado seja satisfeito.
- **Regra de Calculo:** Regra que relaciona o conjunto de métricas que definem o KPI e que permite chegar ao seu resultado final. Esta regra pode ser o resultado de uma

fórmula matemática que conjuga as várias métricas ou uma relação por exemplo matricial entre resultados de métricas da qual é possível auferir um valor final para o KPI;

- **Escala:** Escala de medição aplicada na recolha de dados e cálculo do KPI. Este elemento será aprofundado mais à frente.

No âmbito dos KPIs representáveis em arquitecturas empresariais pode-se distinguir indicadores de cálculo directo (ex.: tempo de execução de uma actividade) e indicadores indirectos (ex.: média de reclamações diárias recepcionadas num serviço de apoio ao cliente). No primeiro caso consideram-se os indicadores que interferem apenas com uma instância de um elemento da arquitectura, ao passo que no segundo são tidas em conta fórmulas de cálculo mais complexas que podem envolver elementos distintos da representação em avaliação e várias instâncias dos mesmos (Perampalam).

As escalas de medida apresentadas no modelo e referenciadas em algumas abordagens, podem ser interessantes para auxiliar no tipo de representação dos KPIs ou simplesmente para categorizar o tipo de medição e ajudar na interpretação destes. S.S. Stevens em (Stevens, 1946) apresenta quatro escalas de medição possíveis: Nominal; Ordinal; Intervalo e Razão. Perampalam acrescenta ainda a escala Absoluta (Perampalam). Em conjunto estas são as escalas que serão tidas em conta na representação de um KPI (Perampalam):

- **Escala Nominal:** É a forma mais primitiva de medição, em que uma medida é classificada de acordo com um conjunto de classes sem qualquer tipo de ordenação. Por exemplo: Gasóleo, gasolina, GPL;
- **Escala Ordinal:** As medidas são classificadas por um conjunto de classes ordenadas onde cada atributo tem um peso diferente na escala. Por exemplo: Baixo, médio, alto. Nesta escala pode-se incluir um subtipo escala binária, frequentemente utilizada, por exemplo, para alvos de 100%, esta subescala pode ser considerada ordinal tendo o 0 peso inferior ao 1;
- **Escala de Intervalos:** Esta escala permite analisar dados com valores a oscilarem entre determinados intervalos. Por exemplo: Entre 12 a 24 horas;
- **Escala de razões:** Semelhante à escala de intervalos mas com um ponto de origem da escala conhecido, funcionando com base em proporções. Por exemplo: A demora 2 vezes mais tempo que B;
- **Escala Absoluta:** A medida reflecte-se pela contabilização de um atributo em concreto. Por exemplo: Número de falhas ocorridas durante a execução de uma actividade.

Estas escalas apresentam uma relação directa com o tipo de métrica em análise. Métricas qualitativas baseiam-se tipicamente em escalas nominais e ordinais, uma vez que são não numéricas tal como apresentado no trabalho relacionado. Por outro lado métricas quantitativas

baseiam-se em escalas numéricas, como é o caso das escalas de intervalos, escalas de razões e escalas absolutas.

Com base nos conceitos apresentados para a representação de KPIs foi desenvolvido o metamodelo apresentado na Figura 14.

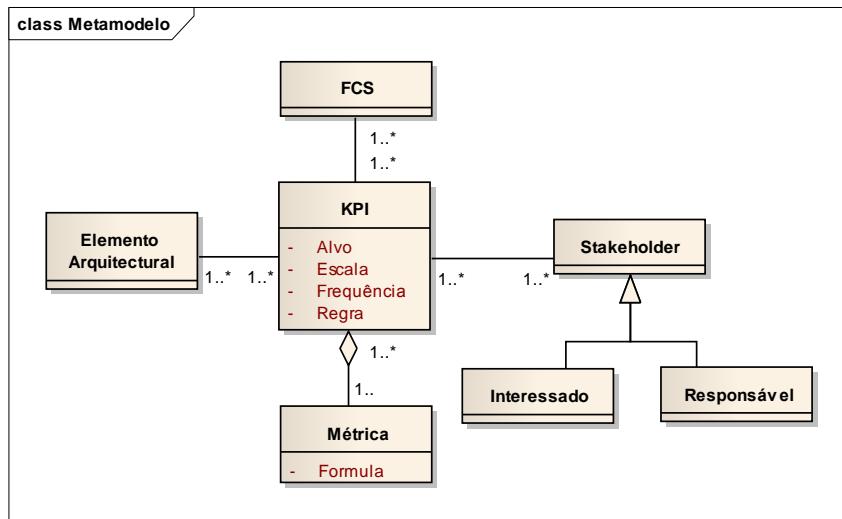


Figura 14 – Metamodelo para representação de KPIs.

Neste metamodelo são definidos dois conceitos novos, o KPI, composto pelos atributos Alvo, Escala, Frequência e Regra de Calculo e a Métrica composta por uma fórmula que a permite calcular. O conceito de KPI é relacionado, por um lado com os elementos core da arquitectura garantindo o alinhamento dos indicadores com esta, por outro com os factores críticos de negócio do sistema a modelar garantido o alinhamento com as motivações da organização. Por fim destaca-se ainda a relação com dois tipos de stakeholders, os responsáveis pela medição do KPI e os interessados na mesma medição, sendo os segundos um elemento fundamental na identificação dos indicadores do sistema.

Este modelo baseia-se também na definição de Modelo Motivacional de Negócio apresentada pelo *The Open Group* (*The Open Group*, 2010) e descrita na secção 2.3. Uma das principais dimensões deste modelo são os **fins** do negócio, esta dimensão subdivide-se em **visão** e **resultados esperados**, dentro dos resultados esperados encontram-se os objectivos gerais e específicos, é nestes objectivos específicos que se podem enquadrar os KPIs. Os objectivos específicos são caracterizados no modelo como:

- **Concretizáveis:** objectivos não concretizáveis reflectem-se em planos de negócio irrealistas;
- **Baseado em Tempo:** Todos os objectivos devem ter um alvo temporal absoluto ou relativo;
- **Mesuráveis:** Todos os objectivos específicos devem ser reflectidos numa medida para que exista um critério explícito que avalie se o objectivo foi posto em prática.

Mais genericamente o BMM defende que um objectivo específico deve seguir a regra ‘SMART’: Ser Específico, Mensurável, Concretizável, Relevante e Baseado em Tempo (do inglês *Specific, Measurable, Attainable, Relevant, and Time-Based*) (The Open Group, 2010).

Segundo este modelo os objectivos devem ser sempre mesuráveis logo a sua definição deve ser feita com base em métricas, estas métricas são estabelecidas por medidas de performance dos objectivos gerais que o objectivo específico quantifica, também referidos ao logo deste trabalho, como factores críticos de sucesso. Cada objectivo deve ter uma unidade de medida apropriada e ser expresso com base num alvo cuja métrica deve atingir num período de tempo específico. (The Open Group, 2010)

Esta definição de objectivos do BMM contribui fortemente para a definição do metamodelo apresentado e para a resposta à pergunta de investigação PI1: Como especificar KPIs?. Para melhor especificar um KPI com vista á sua representação numa arquitectura empresarial é sugerida a grelha apresentada na Tabela 4 que sintetiza a informação essencial da especificação.

Tabela 4 - Grelha para especificação de KPIs

Nome do KPI:			
Descrição:			
Métrica (M1):			
...			
Métrica (Mn):			
Escala:		Regra:	
Frequência de Medição:		Alvo:	
Responsável:		Interessado:	

3.2. Extensão a BPMN para Representação de KPIs

A framework ArchiMate, como já foi anteriormente referido, é dividida em três camadas de representação, sendo a primeira a camada de negócio. Para iniciar o desenvolvimento da extensão à framework para representação de KPIs, optou-se por analisar mais em detalhe a camada de negócio e começar por desenvolver uma extensão mais simples para a representação de KPIs em processos de negócio. Nesta primeira abordagem foi utilizado o BPMN uma vez que esta framework foi concebida na sua totalidade para a representação de processos de negócio e os seus elementos têm um mapeamento quase directo aos elementos do ArchiMate.

A linguagem BPMN permite a representação de processos de negócio e a capacidade de apresentar esses processos de uma forma *standard*. A existência deste modelo de representação gráfica facilita o entendimento das transacções e colaborações de negócios

entre vários intervenientes da organização e entre organizações diferentes que colaboram entre si.

Para a definição de uma extensão ao BPMN é necessário em primeiro lugar perceber os conceitos da framework e o seu metamodelo. Um processo representado em BPMN é constituído por um conjunto de elementos que podem ser divididos nas seguintes categorias (The Open Group, 2006):

- **Objectos de fluxo:** São os principais objectos gráficos que permitem definir o processo de negócio, nesta categoria incluem-se as actividades, gateways e eventos;
- **Conectores:** Estes são os elementos que permitem ligar os objectos de fluxo entre eles ou outros elementos do processo. Os conectores presentes no metamodelo são os fluxos sequenciais, os fluxos de mensagens e as associações;
- **Swimlanes:** Estes são os objectos que permitem agrupar elementos do processo. Dentro desta categoria encontram-se as pools e as lanes;
- **Artefactos:** São os elementos que permitem especificar informação adicional sobre o processo. Existem 3 artefactos *standard* mas é possível definir artefactos extra de acordo com as necessidades de modelação. Os três artefactos existentes são os objectos de dados, os grupos e as anotações.

O metamodelo de BPMN apresentado na Figura 15 identifica estes conceitos e respectivas relações (Korherr & List, 2007) (The Open Group, 2006) (Rodríguez, Fernández-Medina, & Piattini, 2007).

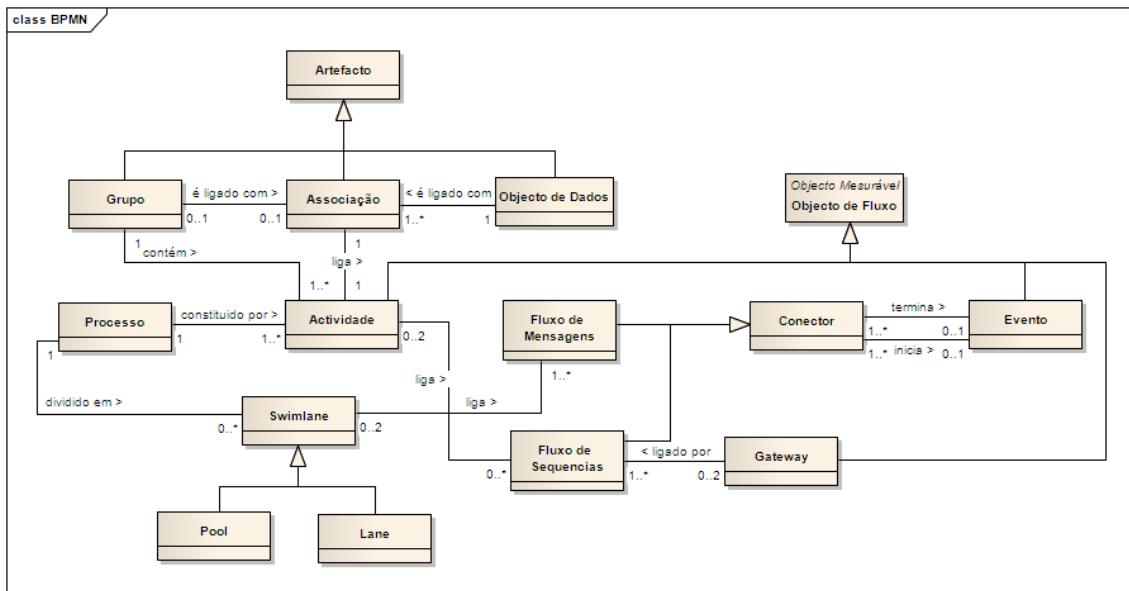


Figura 15 – Metamodelo de BPMN. Adaptado de (Korherr & List, 2007) (The Open Group, 2006) (Rodríguez, Fernández-Medina, & Piattini, 2007).

Um indicador chave de performance, a nível de processos deve-se reflectir nos seus elementos principais, os objectos de fluxo, assim consideram-se as actividades, as gateways e os eventos

como os objectos mesuráveis de um processo, ou seja aqueles que podem estar relacionados com um KPI. Apesar do conceito de objecto mensurável poder ser bastante abrangente, no contexto deste trabalho deve interpretar-se um objecto mensurável como aquele que influencia a medição de um KPI.

De acordo com a norma BPMN, a categoria em que melhor se pode incluir a representação de um KPI é como sendo um artefacto, uma vez que estes são os elementos que permitem representar informação adicional ao processo e que podem ser customizados na utilização de BPMN para a modelação de processos (The Open Group, 2006).

De acordo com as possibilidades de extensão existentes para a representação BPMN, onde é defendida a reutilização de elementos do seu metamodelo e a customização apenas de artefactos (The Open Group, 2006), e considerando o metamodelo para a representação de KPIs apresentado na secção anterior, apresenta-se o diagrama da Figura 16 como o metamodelo de BPMN estendido para a representação de KPIs.

Esta extensão baseia-se na classificação de um KPI como um artefacto de BPMN, na identificação do responsável pelo indicador através de uma *swimlane*, na relação entre FCS da organização e os processos de negócio definidos em BPMN e na definição do conceito de Objecto Mensurável que relaciona no metamodelo os elementos que podem ser alvo de medição na representação de processos.

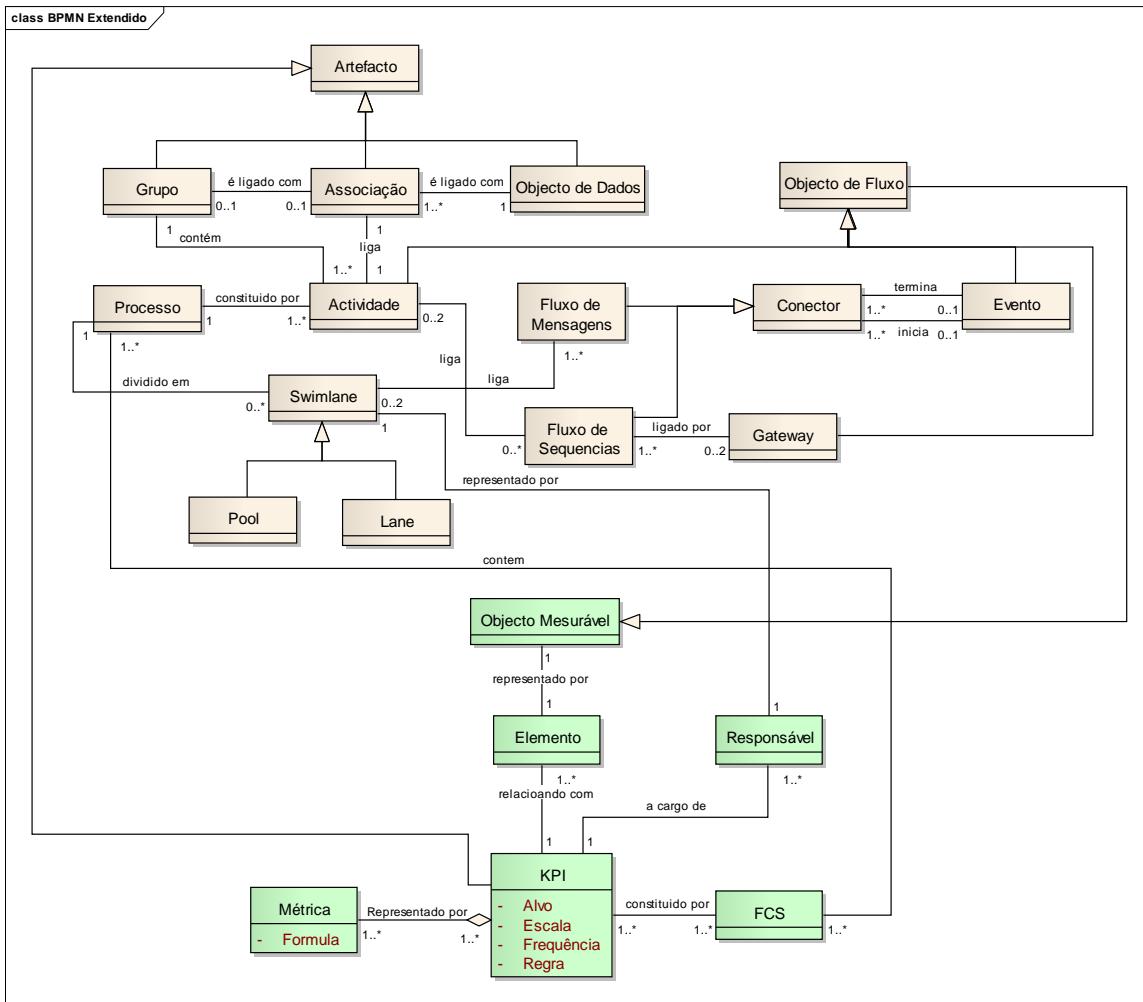


Figura 16 – Metamodelo de BPMN estendido para representação de KPIs.

3.3. Extensão a ArchiMate para Representação de KPIs

O ArchiMate como *framework* arquitectural permite actualmente representar três camadas arquitecturais nos seus aspectos activos, comportamentais e passivos, e alinhar estas três camadas quer vertical quer horizontalmente. A extensão para representação de KPIs, proposta nesta secção, acrescenta um novo aspecto à representação ArchiMate, a avaliação.

O trabalho relacionado com o desenvolvimento de extensões a esta *framework* sintetiza alguns aspectos que devem ser respeitados no desenvolvimento de novas extensões, defendendo que deve ser mantida a consistência com os elementos *core* do ArchiMate, e respeitada a estrutura da linguagem e os princípios de desenho, definindo as relações da extensão com os elementos base; Devem ser adicionados o mínimo de conceitos e relações novas possíveis dando relevância à reutilização de conceitos e relações existentes; Devem ser seguidas as regras e boas práticas de gestão de programas e projectos (MSP, PRINCE2, PMBoK...) devendo ser possível definir os principais conceitos de forma genérica e excluindo da extensão à linguagem conceitos muito específicos, que podem mais tarde ser apresentados como especializações dos conceitos gerais (Jonkers, Van den Berg, Iacob, & Quartel, 2010).

Segundo os exemplos conhecidos de extensões ao ArchiMate, seguidamente apresenta-se o metamodelo estendido com o novo aspecto de avaliação, os conceitos referentes à extensão necessários para a modelação do novo aspecto e as respectivas relações entre estes e os elementos *core* da linguagem.

3.3.1 Metamodelo Estendido

O metamodelo genérico da *framework* ArchiMate apresenta três aspectos base que se relacionam entre si: a estrutura activa que inclui os actores do negócio, os componentes aplicacionais e os dispositivos que interagem com os elementos comportamentais; O aspecto comportamental ou aspecto dinâmico que representa os comportamentos modelados da arquitectura; E a estrutura passiva que representa os objectos sobre os quais o comportamento actua (The Open Group, 2009). Os indicadores chave de performance não se enquadram facilmente em nenhum destes aspectos, uma vez que não são representáveis nem como elementos estruturais (não acrescentam quaisquer estruturas a uma arquitectura), nem como elementos comportamentais (não definem o comportamento dos elementos da arquitectura), tendo como objectivo medir e avaliar os factores críticos de sucesso de uma organização e consequentemente assegurar que a arquitectura respeita o cumprimento destes factores. Desta forma, optou-se por estender a *framework* ArchiMate com mais um aspecto, o aspecto de avaliação. Este novo aspecto é transversal às três camadas arquitecturais e permite representar os KPIs da organização, relacionando-os com os elementos base da linguagem. A Figura 17 ilustra esta extensão.

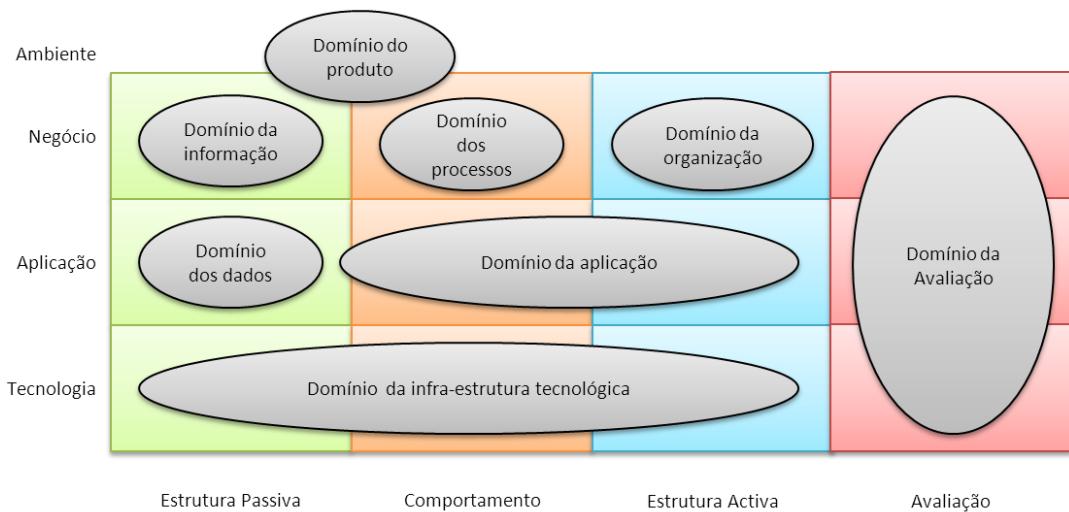


Figura 17 - Extensão de avaliação à *framework* ArchiMate.

Segundo o metamodelo definido anteriormente para a representação de KPIs, o indicador actua sobre um ou vários elementos da arquitectura, estes elementos são realizados na extensão ao ArchiMate maioritariamente por elementos comportamentais, uma vez que os KPIs medem o comportamento da organização, no entanto alguns elementos estruturais podem também estar na origem de um KPI. Outra definição derivada do metamodelo é a necessidade de atribuição de um responsável pelo indicador e da identificação de interessados

no mesmo, estes elementos podem ser representado em ArchiMate como elementos estruturais activos uma vez que são aspectos que desenvolvem trabalho sobre os elementos comportamentais alvo de medição. A Figura 18 apresenta o metamodelo genérico da framework ArchiMate estendido por forma a contemplar o aspecto de avaliação, ou seja, a representação dos KPIs da organização.

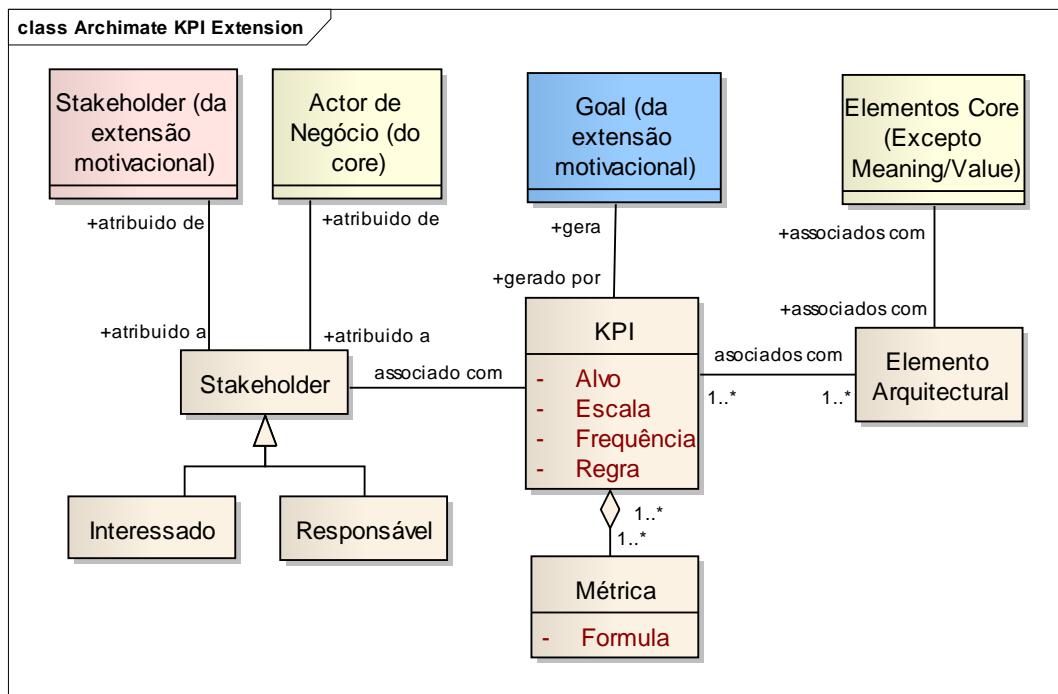


Figura 18 - Metamodelo ArchiMate estendido para a representação de KPIs.

3.3.2 Relação com a Extensão Motivacional

O aspecto de avaliação inserido, de acordo com o metamodelo, apresenta também uma relação forte com a extensão motivacional ao ArchiMate introduzida pelo *The Open Group*. Tal como foi definido no metamodelo anteriormente apresentado, um dos elementos a considerar na representação de KPIs são os factores críticos de sucesso que estão na origem do indicador, referidos como objectivos de alto nível no BMM. Desta forma, os FCSs tornam-se elementos chave do modelo fazendo a ligação com a extensão motivacional e permitindo identificar e justificar a origem dos KPIs representados. As características motivacionais dos KPIs, apresentadas nas abordagens analisadas na secção de trabalho relacionado, reflectem-se também nesta extensão motivacional, o que destaca mais ainda a relação desta com a extensão de avaliação proposta.

Os objectivos de alto nível permitem representar os fins que os *stakeholders* pretendem atingir (Azevedo, Almeida, Sinderen, Quartel, & Guizzardi, 2011), complementarmente os KPIs são o mecanismo para avaliar o cumprimento desses objectivos e o alcançar dos fins definidos.

3.4. Viewpoints para a Representação de KPIs

Um *viewpoint* em ArchiMate é um subconjunto relevante de conceitos e respectivas relações que permite representar parte de uma arquitectura expressa em diversos diagramas que vão

de encontro aos interesses dos *stakeholders* (The Open Group, 2012). Para a extensão ao ArchiMate de avaliação, definida neste trabalho, foi especificado um conjunto de *viewpoints* que pretendem responder às necessidades dos principais interessados na definição de KPIs. Estes *viewpoints*, à semelhança dos definidos no ArchiMate e suas extensões, seguem a ISO 42010 (ISO/IEC; IEEE, 2011) e a *framework* de classificação explicada na secção 2.4.3 do trabalho relacionado. Assim são apresentados os seguintes *viewpoints*:

- **Viewpoint de especificação de indicadores**, que se foca na modelação detalhada dos KPIs do sistema apresentando as suas métricas e características de medição;
- **Viewpoint motivacional de indicadores**, que pretende identificar os objectivos e preocupações dos stakeholders, que estão na origem de cada KPI;
- **Viewpoint de interacção de indicadores com elementos arquitecturais**, que tem como objectivo identificar os elementos *core* da arquitectura que se relacionam com os KPIs definidos e que permitem efectuar as medições necessárias para os seus cálculos.

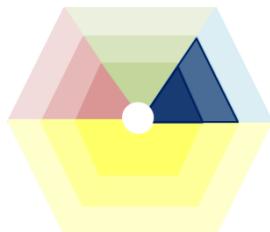
Cada um destes *viewpoints* é aprofundado seguidamente, sendo apresentada uma descrição, um enquadramento na *framework* de classificação de *viewpoints*, os conceitos e relações utilizados e um exemplo de uma vista resultante de cada caso. A validação deste trabalho segue a definição destes *viewpoints*, apresentando outros exemplos concretos dos cenários de validação.

3.4.1 Viewpoint de Especificação de Indicadores

O *viewpoint* de especificação de indicadores tem como objectivo explicar o KPI, apresentando as características que o definem e relacionando-o com os *stakeholders* por ele responsáveis ou interessados. Este *viewpoint* pode ser utilizado para explicar a metodologia de medição de um KPI. No decorrer do desenho de vistas deste é possível identificar lacunas na definição do sistema, relacionadas com a medição dos indicadores em causa. Isto verifica-se quando as características do indicador ficam parcialmente indefinidas. Quanto mais bem definido um KPI se encontrar, mais fidedignos se tornam os seus resultados.

Tabela 5 - Viewpoint de especificação de indicadores.

Viewpoint de Especificação de Indicadores	
Stakeholders	Gestor de negócio, analista de negócio e Responsáveis e Interessados.
Preocupações	Perceber como podem ser calculados os KPIs e quais as partes interessadas neles.
Motivação	Informação
Conteúdo	Coerência e detalhe
Camadas	Negócio, aplicacional e tecnológica
Aspectos	Avaliação



O diagrama da Figura 19 apresenta os conceitos e relações que compõem este viewpoint.

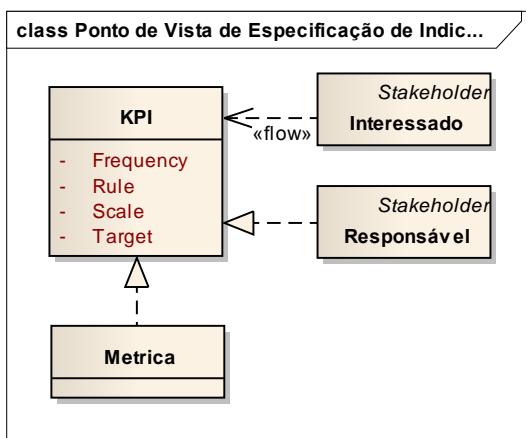


Figura 19 - Conceitos e relações do viewpoint de especificação de indicadores.

O diagrama da Figura 20 apresenta uma vista exemplo da aplicação deste viewpoint.

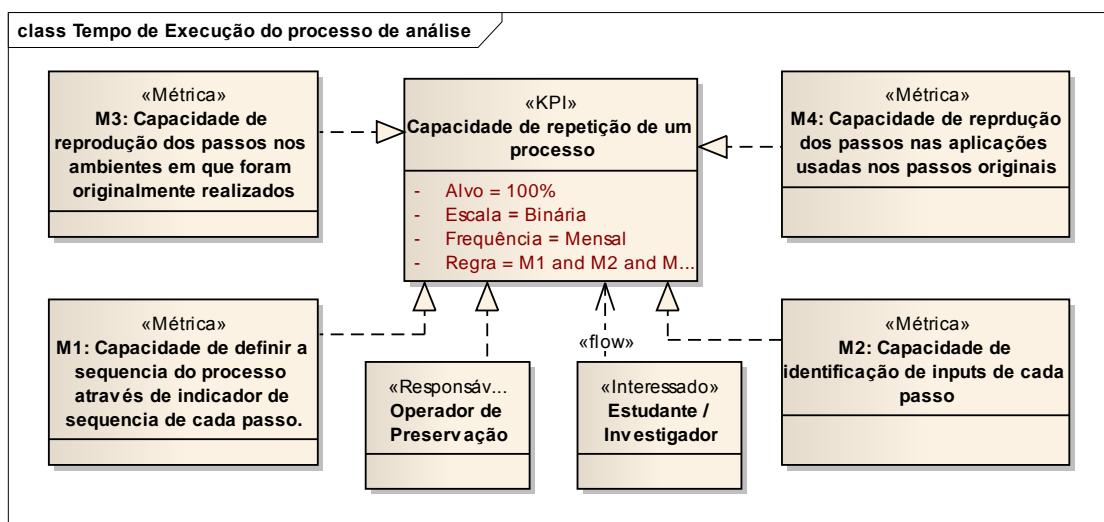


Figura 20 - Exemplo de vista de especificação de indicadores.

3.4.2 **Viewpoint Motivacional de Indicadores**

Este é um *viewpoint* baseado no de *stakeholders* da extensão motivacional, podendo ser visto como uma extensão ao mesmo. O *viewpoint* de *stakeholders* permite ao analista modelar os *stakeholders*, os *drivers* internos e externos de mudança, e os *assessments* desses *drivers*. E permite ainda relacionar os objectivos de alto nível com as preocupações e *assessments* descritas (The Open Group, 2012). O *viewpoint* motivacional de indicadores acrescenta aos conceitos modelados do *viewpoint* de *stakeholders* o conceito de KPI, permitindo assim ao analista identificar os objectivos e preocupações que dão origem aos KPIs do sistema.

Tabela 6 - Viewpoint motivacional de indicadores.

Viewpoint Motivacional de Indicadores	
Stakeholders	Gestores de negócio, arquitectos e analistas de negócio.
Preocupações	Origens dos indicadores, motivação
Motivação	Informação, desenho e decisão
Conteúdo	Coerência e detalhe
Camadas	Negócio, aplicacional e tecnológica
Aspectos	Motivação e avaliação

O diagrama da Figura 21 apresenta os conceitos e relações deste *viewpoint*.

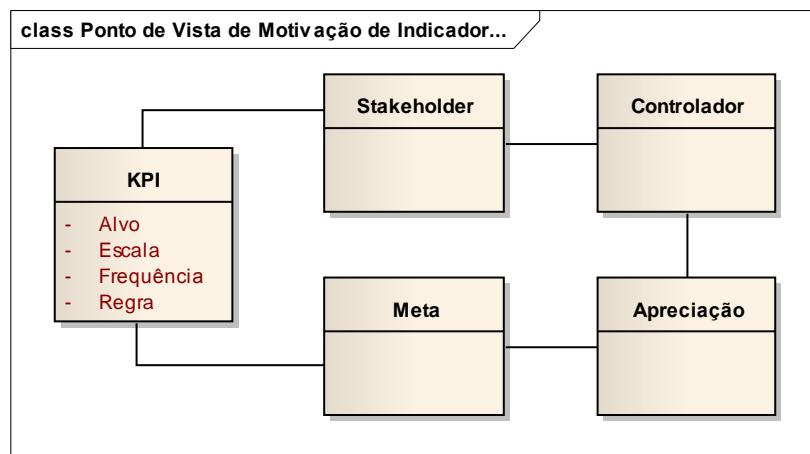


Figura 21 - Conceitos e relações do viewpoint de motivação para indicadores.

O diagrama da Figura 22 apresenta uma vista exemplo da aplicação deste *viewpoint*.

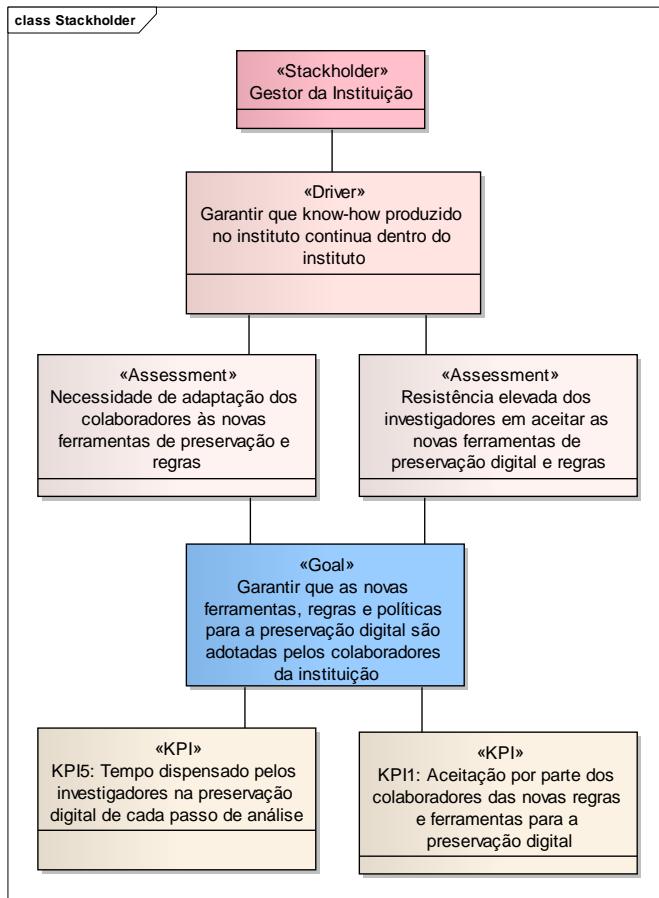


Figura 22 – Exemplo da vista de motivação de indicadores.

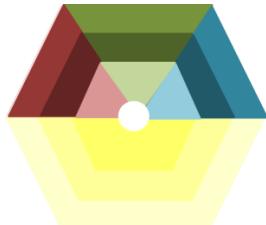
3.4.3 *Viewpoint* de Interacção de KPIs com Elementos Arquitecturais

O *viewpoint* de interacção entre KPIs e elementos arquitecturais tem como objectivo dar a perceber a analistas, gestores e arquitectos como é que os KPIs estão relacionados com a arquitectura do sistema quer a nível de negócio, aplicacional ou tecnológico. Este *viewpoint* abrange as três camadas ArchiMate e permite tanto a representação de uma visão geral do sistema relacionado com os indicadores, como a representação de subvistas que podem relacionar os KPIs com uma camada da arquitectura em particular ou mostrar a rastreabilidade dos KPIs entre camadas. A representação deste *viewpoint* é baseada no *viewpoint* de *layers*, um dos *viewpoints* definidos na especificação do ArchiMate 2.0 (The Open Group, 2012), e o seu principal objectivo é proporcionar uma visão geral do sistema no que se refere a KPIs num só diagrama servido posteriormente com ferramenta de análise de impacto da mudança e análise de performance.

Este *viewpoint* tem também como objectivo responder às preocupações de alinhamento do GRAAL (Lankhorst, 2009) explicadas na secção 2.4.6 do trabalho relacionado. As vistas resultantes destes *viewpoints* permitem representar directamente as dimensões de aspectos do sistema e agregação/decomposição de sistemas, uma vez que usam os conceitos core do ArchiMate e suas relações e relacionam o novo aspecto da extensão com estes.

Tabela 7 - *Viewpoint* de interacção de KPIs com elementos arquitecturais.

Viewpoint de Interacção de KPIs com Elementos Arquitecturais	
Stakeholders	Analistas, gestores, arquitectos e CEO
Preocupações	Garantir que os elementos core da arquitectura permitem a medição dos KPIs definidos. Perceber em que medida a arquitectura satisfaz as necessidades do negócio.
Motivação	Desenho, decisão e informação
Conteúdo	Visão geral, coerência
Camadas	Negócio, aplicacional e tecnológica
Aspectos	Estrutural, comportamental e avaliação



Uma vez que este *viewpoint* abrange toda a arquitectura, os conceitos e relações são todos os do core da arquitectura, juntamente com o conceito de KPI do aspecto de avaliação. A Figura 23 apresenta estes conceitos.

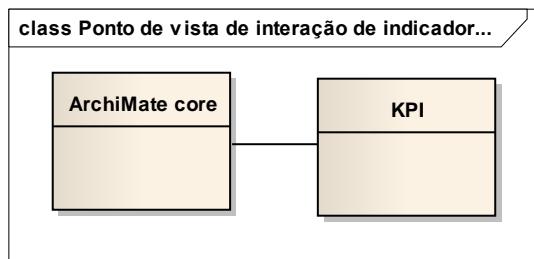


Figura 23 - Conceitos e relações do *viewpoint* de interacção de indicadores com elementos arquitecturais.

O diagrama da Figura 24 apresenta uma vista exemplo da aplicação deste *viewpoint*.

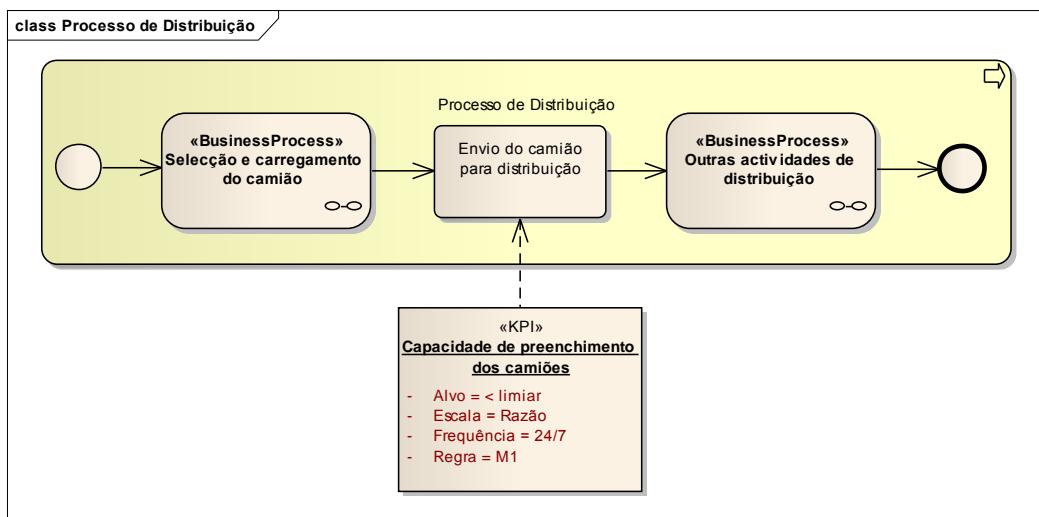


Figura 24 – Exemplo da vista de interacção de KPIs com elementos arquitecturais.

3.5. Resumo das Contribuições

Em suma, este trabalho apresenta, como contribuições, um metamodelo para representação de KPIs e uma extensão ao ArchiMate para o aspecto de avaliação, onde estes KPIs estão inseridos.

O metamodelo para representação de KPIs é constituído pelo conceito base de KPI e pelos elementos necessários à sua volta para o seu cálculo e representação: Métricas, Elementos Arquitecturais, Stakeholders e FCSs. Estes elementos são integrados por um lado com os elementos *core* do ArchiMate ou de qualquer outra *framework* arquitectural e por outro com o BMM permitindo a fundamentação e ligação dos indicadores ao negócio.

Como auxiliar ao desenvolvimento da extensão de avaliação foi também desenvolvida uma extensão ao BPMN para a representação de KPIs. Esta extensão permitiu perceber como os KPIs se podem relacionar com a camada de negócio de uma arquitectura, relação que foi posteriormente passada para a representação de KPIs nas várias camadas do ArchiMate.

Por fim a extensão de avaliação ao ArchiMate, concretiza o objectivo principal desta dissertação, respondendo à questão inicial: Como representar KPIs na *framework* ArchiMate? O metamodelo apresentado de extensão ao ArchiMate, em conjunto com os *viewpoints* descritos traduz-se na resposta a esta pergunta.

IV

Validação

De acordo com a metodologia de investigação descrita na introdução do trabalho, a validação foi realizada com base em dois dos métodos de avaliação de desenho apresentados por Hevner *et al.* (Hevner, March, Park, & Ram, 2004):

- **Método Observável:** Este método pode ser aplicado através da realização de um caso de estudo onde os artefactos da investigação são aplicados num ambiente real. Neste sentido foi realizado um caso de estudo sobre um projecto de preservação digital para o Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), onde foram aplicados os artefactos desenvolvidos no âmbito desta investigação;
- **Método Descritivo:** Este método pode ser aplicado através da definição de cenários relevantes para a demonstração da utilidade dos artefactos produzidos. Para o efeito são apresentados nesta secção alguns casos da literatura relevantes na aplicação dos artefactos produzidos e introduzido um cenário de representação de métricas para avaliação de EAs.

4.1. Caso de Estudo LIP

O LIP³ é uma associação científica e tecnológica ao dispor de investigadores da área da Física Experimental de Altas Energias e Instrumentação Associada. As principais actividades do laboratório são desenvolvidas em conjunto com o CERN⁴ e outras organizações internacionais e infra-estruturas. Um dos principais objectivos dos investigadores deste laboratório é a análise, observação e medição de processos físicos reais para validar teorias actuais e lançar novas questões que darão origem a novas teorias. Para atingirem este objectivo é essencial a preservação de informação sobre as experiências e análises realizadas de forma a existirem as referências necessárias para trabalho futuro (TIMBUS, 2012).

³ <http://www.lip.pt/>

⁴ <http://public.web.cern.ch/public/>

A preservação digital de informação é essencial para o trabalho desenvolvido por esta organização uma vez que existem bastantes casos em que a possibilidade de acesso a dados antigos pode ser útil, acelerando o processo de revisitação e reutilização dos dados, reduzindo os custos inerentes à construção de novos resultados e permitindo a pesquisa de informação desconhecida na altura da análise em dados antigos, entre outras vantagens (TIMBUS, 2012).

4.1.1 Análise Motivacional

Com base na informação obtida junto do TIMBUS (organização responsável pelo projecto de preservação digital do LIP) e na documentação de análise disponibilizada foi construída a Tabela 8 que pretende sintetizar as principais preocupações e requisitos que daí advém, referentes ao projecto de preservação digital do LIP, actualmente em curso. Após o entendimento destes requisitos e preocupações foi possível derivar os principais objectivos da instituição no que diz respeito à preservação digital e propor um conjunto de KPIs que devem ser alvos de atenção no desenvolvimento do projecto.

Tabela 8 - Identificação e relação entre stakeholders, preocupações e requisitos do LIP.

Stakeholder	Preocupações	Requisitos
Gestor de TI do LIP (administrador)	Ter uma ferramenta inteligente que permita seguir e monitorizar todos os passos de análise realizados por um investigador, minimizando o esforço actual no apoio aos utilizadores na revisitação de análises.	Armazenamento de informação sobre acções de investigações. Armazenamento de informação sobre objectos digitais produzidos nas investigações. Armazenamento de informação sobre os diferentes tipos de infra-estruturas e serviços utilizados pelo investigador.
	Aplicação de políticas e regras de preservação.	Garantir o acesso a esta informação apenas a utilizadores com permissões de acesso e não a todos os utilizadores do sistema; estas mudanças devem-se reflectir nos contratos e acordos.
Estudante/ Investigador Sénior	Preservação dos dados de análise	Redução do número de formatos usados para formatos de preservação conhecidos. Manutenção da sequência de acções dentro de uma tarefa de análise. Manutenção do ambiente onde as acções são executadas. Manutenções dos objectos digitais iniciais e finais, produzidos durante a actividade de pesquisa.

		Armazenamento de dados experimentais.
	Reutilização de informação para novas pesquisas. Aprimorar os mecanismos de captura dos metadados (saber quais as versões dos programas, os scripts, e a localização dos ficheiros disponíveis numa determinada altura no passado, quando e onde corriam os programas e scripts e que informação era usada como entrada e saída para cada acção). Aprimorar os mecanismos de gestão dos metadados.	Armazenamento de documentos com descrições detalhadas dos formatos de dados experimentais.
		Acesso aos programas de simulação e respectivas bibliotecas, bem como aos dados de entrada necessários.
		Acesso aos programas de análise e respectivas bibliotecas, bem como aos dados de entrada necessários.
		Conhecimento do ambiente onde os programas são executados.
		Devem existir sistemas para executar ambientes armazenados.
		Manutenção de uma representação adequada da informação, para que o utilizador possa compreender e usar esta informação (por exemplo, a semântica, processos envolvidos).
	Garantir a autenticidade e confidencialidade dos dados consumidos.	Manter o registo dos passos envolvidos na transformação de dados.
		Garantir que os dados são consumidos apenas uma vez.
		Garantir que os dados não se encontram corrompidos.
		Garantir que não se perde o contexto durante o transporte.
		Garantir que não se perde o contexto durante a transformação.
		Garantir a consistência e autenticidade dos dados consumidos.
	Transferência de dados. No caso de o projecto terminar, deve haver um mecanismo capaz de empacotar a informação de um modo coerente, de forma a não se perder qualquer conteúdo ou contexto, para transferir a informação entre as organizações continuando a sua preservação.	
Instituição Científica	Fornecer dados para análise	Recebe solicitações dos dados necessários
		Fornece dados solicitados

Operador de Preservação	Responsável pela segurança no manuseamento dos activos digitais sensíveis do cliente.	
	Encarregado da migração, do arquivamento, da verificação e da preservação desses bens.	Ferramenta inteligente para a preservação que substitui este papel.

Através da análise de requisitos e preocupações dos vários *stakeholders* e recorrendo aos conceitos motivacionais do BMM descritos na secção 2.3 e à extensão motivacional de ArchiMate foram identificados os objectivos do projecto que estão na origem dos KPIs utilizados neste caso. A Tabela 9 apresenta os objectivos encontrados e introduz os KPIs a analisar. Em anexo é apresentado o viewpoint de *stakeholders* estendido onde são identificados os *stakeholders*, *drivers*, *assessments* e *goals* do projecto. Ambos os *viewpoints* encontram-se estendidos através da extensão ao ArchiMate de indicadores proposta neste trabalho.

Tabela 9 – Identificação e relação entre objectivos e KPIs do projecto do LIP.

Objectivos	KPIs
1. Garantir que as novas ferramentas, regras e políticas para a preservação digital são adoptadas e utilizadas pelos colaboradores da instituição.	KPI 1: Aceitação por parte dos colaboradores das novas regras e ferramentas para a preservação digital. KPI5: Tempo dispensado pelos investigadores na preservação digital de cada passo de análise.
2. Ferramenta para acompanhar e monitorizar todos os passos de um processo de análise realizado pelos investigadores.	
2.1. Preservar a sequência de passos de um processo de análise.	KPI3: Capacidade de repetição de um processo.
2.2. Preservar os metadados de um processo de análise.	KPI2: Preservação digital dos metadados de um processo de análise.
3. Capacidade de reutilização de dados em novas investigações.	KPI3: Capacidade de repetição de um processo. KPI4: Tempo de execução da repetição de um processo de análise.
4. Definição e alinhamento com as novas políticas e regras de preservação digital.	

4.1.2 Indicadores Chave de Performance

Seguidamente são descritos os KPIs propostos para este projecto de preservação digital, os quais foram identificados com base na análise motivacional realizada e validados pelo TIMBUS.

Tabela 10 - Descrição do KPI 1 do caso de estudo do LIP.

Nome do KPI:	Aceitação por parte dos colaboradores das novas regras e ferramentas para a preservação digital
---------------------	---

Descrição:	O KPI valida a percentagem de utilização dos sistemas de preservação digital com que os colaboradores têm de interagir e o cumprimento das regras de preservação digital definidas.		
Métrica (M1):	Cumprimento das regras de preservação digital		
Métrica (M2):	Utilização das ferramentas de preservação digital disponibilizadas		
Escala:	Ordinal	Regra:	Matriz de M1 por M2
Frequência de Medição:	Indefinida	Alvo:	Indefinido
Responsável:	Operador de preservação	Interessado:	Administrador

Tabela 11 - Descrição do KPI 2 do caso de estudo do LIP.

Nome do KPI:	Preservação digital dos metadados de um processo de análise		
Descrição:	O KPI valida a preservação digital (entre 4 a 10 anos) dos metadados das experiencias (formatos de ficheiros, ferramentas, eventos e agentes envolvidos, versões de objectos, simulações, comandos executados, snapshots de aplicações e detalhes do ambiente dos SOs usados)		
Métrica (M1):	Capacidade de armazenamento dos metadados dos passos de um processo de análise		
Escala:	Binária	Regra:	M1
Frequência de Medição:	Mensal	Alvo:	100%
Responsável:	Operador de preservação	Interessado:	Operador de preservação

Tabela 12 - Descrição do KPI 3 do caso de estudo do LIP.

Nome do KPI:	Capacidade de repetição de um processo		
Descrição:	O KPI valida a capacidade de repetição de experiencias com base na informação digitalmente preservada.		
Métrica (M1):	Capacidade de definir a sequência de passos de um processo através do indicador de sequência de cada passo		
Métrica (M2):	Capacidade de identificação e utilização de <i>inputs</i> de cada passo		
Métrica (M3):	Capacidade de repetição dos passos nos ambientes onde foram originalmente realizados		
Métrica (M4):	Capacidade de reprodução dos passos nas aplicações usadas nos passos originais		
Escala:	Binária	Regra:	M1 & M2 & M3 & M4
Frequência de Medição:	Mensal	Alvo:	100%
Responsável:	Operador de preservação	Interessado:	Operador de preservação

Tabela 13 - Descrição do KPI 4 do caso de estudo do LIP.

Nome do KPI:	Tempo de execução da repetição de um processo de análise		
Descrição:	O KPI mede o tempo que os processos de análise demoram para poderem ser correctamente repetidos.		

Métrica (M1):	Tempo de obtenção da sequência de passos		
Métrica (M2):	Recuperação dos ambientes originais onde os passos foram realizados		
Métrica (M3):	Recuperação das aplicações usadas pelos passos originais		
Métrica (M4):	Recuperação dos dados de input dos passos originais		
Escala:	Absoluta	Regra:	M1+M2+M3+M4
Frequência de Medição:	Indefinida	Alvo:	Indefinido
Responsável:	Operador de preservação	Interessado:	Investigador

Tabela 14 - Descrição do KPI 5 do caso de estudo do LIP.

Nome do KPI:	Tempo dispensado pelos investigadores na preservação digital de cada passo de análise		
Descrição:	O KPI mede o tempo que os investigadores têm de dispensar diariamente para garantirem a preservação digital do seu trabalho nomeadamente através dos mecanismos de acompanhamento e monitorização e dos sistemas de log diário.		
Métrica (M1):	Tempo dispensado no registo da meta informação de cada passo de análise		
Métrica (M2):	Tempo dispensado no log diário de um processo de análise		
Escala:	Intervalo	Regra:	M1+M2
Frequência de Medição:	Indefinida	Alvo:	Indefinido
Responsável:	Investigador	Interessado:	Investigador e Administrador

A identificação e definição dos KPIs propostos de acordo com os conceitos do metamodelo apresentado neste trabalho permite, logo à partida, identificar algumas lacunas nestes indicadores, uma vez que alguns apresentam objectos indefinidos, nomeadamente a frequência de medição e o alvo. Outro problema identificado *à priori* é a utilização de frequências de medição muito espaçadas (frequência mensal) para indicadores chave de performance, os quais segundo a literatura e tal com explicado na secção 2.1 devem ser medidos com frequência bastante elevada por exemplo diariamente ou mesmo 24/7.

4.1.3 Representação dos KPIs em ArchiMate

Após a análise de requisitos do projecto do LIP e da identificação e descrição de alguns KPIs significantes, procedeu-se ao desenho destes indicadores na *framework* ArchiMate, de acordo com a extensão para KPIs definida neste trabalho a qual se encontra descrita na secção de contribuições. Para isso foram desenhadas vistas de acordo com os *viewpoints* aconselhados para a extensão.

Seguidamente são apresentados alguns exertos ilustrativos das vistas sugeridas para esta extensão.

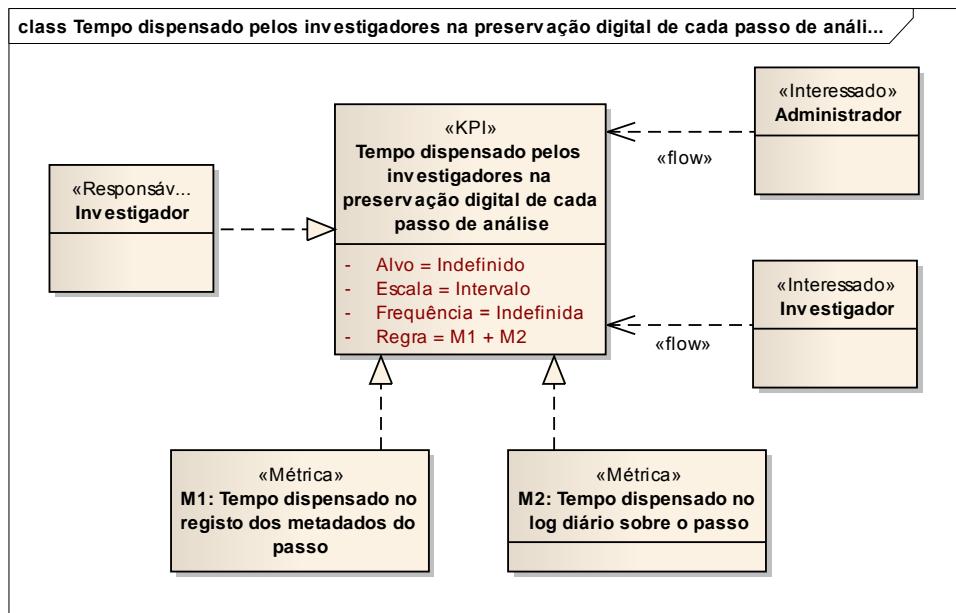


Figura 25 - Vista parcial de especificação de indicadores para o KPI 5 do caso de estudo do LIP.

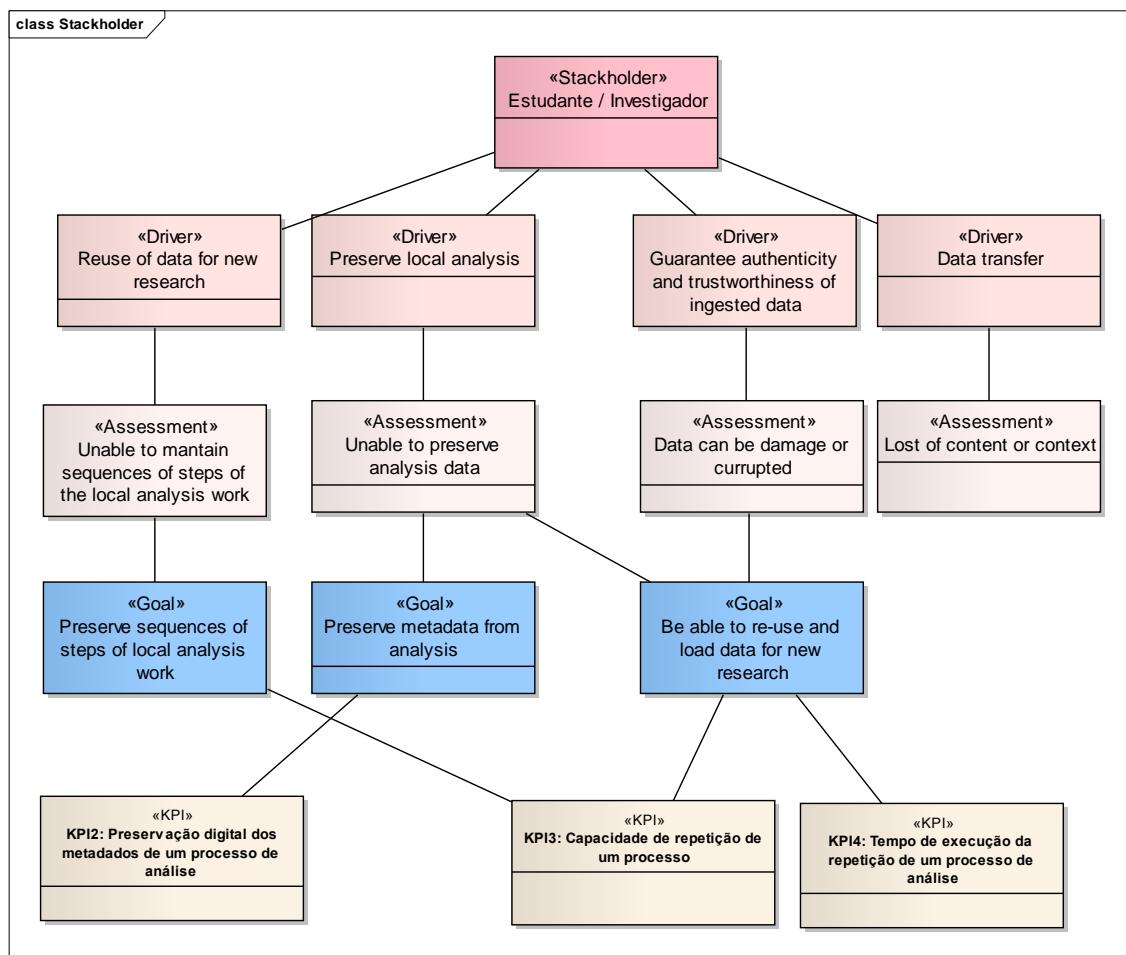


Figura 26 - Vista motivacional de indicadores, parcial com foco no stakeholder Estudante/Investigador.

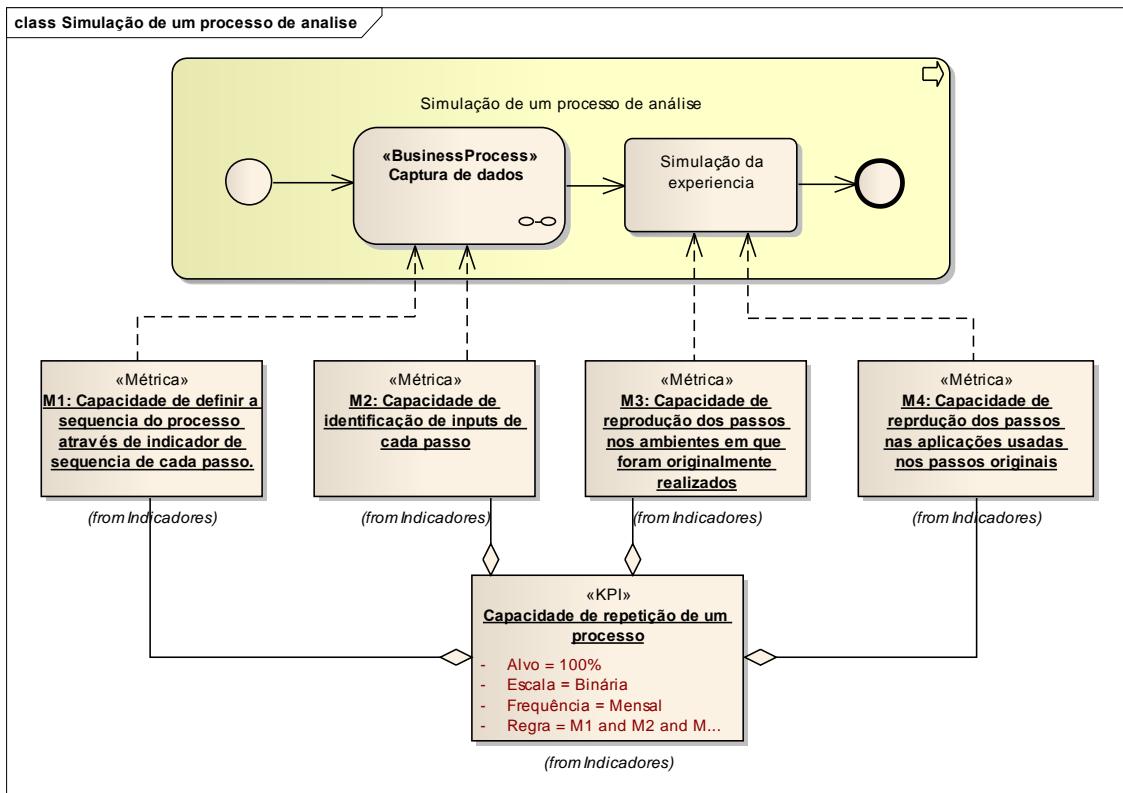


Figura 27 - Vista de interacção de indicadores com os elementos core do AchiMate para o KPI3.

4.1.4 Conclusões do Caso de Estudo

O trabalho desenvolvido para a representação de KPIs no projecto de preservação digital do LIP contribuiu essencialmente para perceber a necessidade de identificação de KPIs e representação dos mesmos desde o início de um projecto. Neste projecto em particular, a identificação destes KPIs e a sua representação através da extensão proposta permitiu perceber que para os principais objectivos dos *stakeholders*, de onde derivam os KPIs propostos, não existem ainda bem planeadas avaliações que validem a concretização destes. Uma prova disso é a indefinição de alguns aspectos considerados essenciais na definição de um KPI como por exemplo o alvo de medição.

Desta forma este caso de estudo permite perceber a relevância de uma definição e representação de KPIs concreta desde o início do projecto, representação esta que pode mesmo auxiliar no refinamento de cada KPI e dos modelos arquitecturais core do sistema, através da identificação dos elementos que contribuem para a concretização dos indicadores.

Este caso de estudo foi realizado em simultâneo com o desenvolvimento do metamodelo para a representação de KPIs apresentado, tendo contribuído assim para o refinamento deste e para validar que a representação de indicadores é possível através do mesmo.

4.2. Casos da Literatura

Para consolidar a validação deste trabalho foram também analisados alguns exemplos bem definidos de KPIs que são seguidamente apresentados e representados na *framework* ArchiMate de acordo com o modelo definido.

4.2.1 Caso da Companhia Aérea

Este é um exemplo de um KPI de uma companhia aérea, apresentado por D. Parmenter (Parmenter, 2007). Este indicador diz respeito a um oficial sénior que começou a gerir a *British Airways* (BA) por volta na década de 1980 concentrando-se essencialmente num KPI. O oficial era notificado, independentemente da parte do mundo onde estivesse, se um voo da companhia fosse adiado. O gerente da *British Airways*, do aeroporto em questão, sabia que se um voo fosse adiado para lá de um determinado “limiar”, iria receber uma chamada pessoal do oficial.. Este tipo de controlo resultou, num curto espaço de tempo, numa reputação positiva de pontualidade para os aviões desta companhia aérea.

O KPI apresentado neste caso de estudo é explicado na Tabela 15:

Tabela 15 - Descrição do KPI atraso de voos.

Nome do KPI:	Atraso de Voos		
Descrição:	Medição do tempo de atraso de um voo e comparação com um limiar de atraso estipulado.		
Métrica (M1):	Tempo de atraso de cada voo.		
Escala:	Absoluta	Regra:	M1
Frequência de Medição:	24/7	Alvo:	< limiar definido
Responsável:	Gerente do Aeroporto	Interessado:	Oficial Sénior

Para este KPI foi desenhada a vista de especificação de indicadores, descrita na secção 3.4 de contribuições deste trabalho, a qual é apresentada na Figura 28.

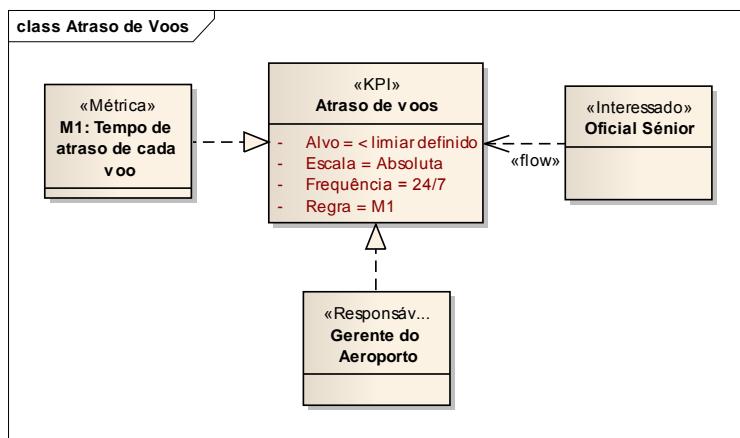


Figura 28 - Vista de especificação do KPI atraso de voos.

4.2.2 Caso da Companhia de Distribuição

Este é mais um exemplo de um KPI apresentado na obra de D. Parmenter (Parmenter, 2007) que representa um indicador bem definido. Este caso apresenta um CEO de uma empresa de distribuição que percebeu que um factor crítico de sucesso para o seu negócio consistia nos seus camiões partirem para as distribuições com a sua capacidade de carga o mais próximo possível do limite. Até à data um caminhão grande, com capacidade para transportar mais de 40 toneladas, era enviado para distribuição com pequenas cargas, uma vez que os

responsáveis pelo despacho estavam focados no objectivo de entrega no prazo estipulado. Todos os dias, às 9h, o presidente passou a receber um relatório dos camiões que tinham sido enviados para distribuição abaixo do peso máximo estipulado. Nestes casos o CEO chamava o responsável de distribuição e perguntava se tinha sido tomada alguma acção para perceber se o cliente poderia ter recebido mais cedo ou mais tarde a encomenda, encaixando-a assim com um caminhão anterior ou posterior que tivesse um percurso semelhante. O impacto sobre a rentabilidade foi significativo.

A Tabela 16 resume as características fundamentais deste KPI.

Tabela 16 - Descrição do KPI capacidade de preenchimento dos camiões.

Nome do KPI:	Capacidade Preenchimento dos Camiões		
Descrição:	Medição da carga dos camiões de distribuição.		
Métrica (M1):	Percentagem de carga dos camiões de distribuição em relação ao seu limite máximo.		
Escala:	Razão	Regra:	M1
Frequência de Medição:	24/7	Alvo:	< limiar definido
Responsável:	Responsável de distribuição	Interessado:	CEO

Para este KPI foi desenhada a vista de especificação de indicadores, descrita na secção 3.4 de contribuições deste trabalho, a qual é apresentada na Figura 29.

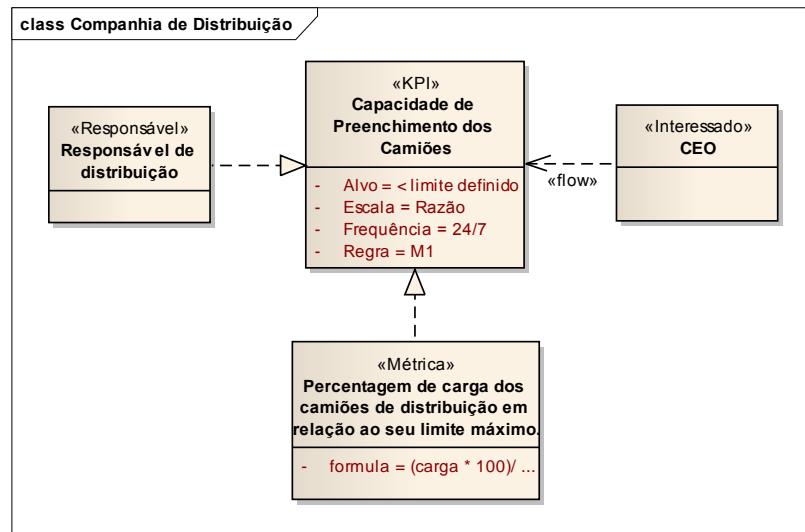


Figura 29 - Vista de especificação do KPI capacidade de preenchimento dos camiões.

4.3. Representação de Métricas para a Avaliação de Arquitecturas

Como foi apresentado neste trabalho (secção 3.2) os KPIs são medidos essencialmente através de métricas. Até agora foram apresentados indicadores cujas métricas associadas se focam principalmente nos processos de negócio do sistema ou da organização a modelar, no entanto é possível que alguns KPIs tenham métricas associadas relacionadas com qualidades do sistema a nível aplicacional e/ou tecnológico. Neste contexto foi analisado um trabalho

sobre definição de métricas para avaliação de arquitecturas, o qual apresenta um conjunto de métricas bem definidas que permitem medir atributos de qualidade ao nível aplicacional e tecnológico entre outros (Vasconcelos, 2007).

Este trabalho apresenta um vasto número de métricas descritas sobre a *framework* arquitectural FCEO (Framework do Centro de Engenharia Organizacional para Modelação de Arquitecturas dos Sistemas de Informação) também apresentada no mesmo. O objectivo da análise é demonstrar a aplicação de algumas dessas métricas a camadas aplicacionais e tecnológicas da *framework* ArchiMate explicando que através da metodologia de representação de KPIs apresentada é possível calcular métricas, por exemplo a nível de funcionalidade, que se relacionam com a interoperabilidade técnica e portabilidade do sistema e que podem estar presentes nos KPIs de qualquer sistema.

Para a representação das métricas escolhidas, é assumido o paralelismo existente entre o FCEO e o ArchiMate uma vez que apresentam conceitos muito semelhantes a nível aplicacional e tecnológico (Vasconcelos, 2007).

4.3.1 Métrica DTISSF – Factor de Tecnologias em que os <<IS Service>> são disponibilizados

Esta é uma métrica de funcionalidade relacionada com a interoperabilidade técnica e portabilidade de um sistema. O seu objectivo é medir o factor de tecnologias em que os serviços aplicacionais (<<IS Services>> no FCEO) são disponibilizados, sendo calculada através da contabilização para cada serviço aplicacional do número de serviços infra-estruturais de integração existentes (Vasconcelos, 2007).

Aplicando esta métrica ao metamodelo ArchiMate obtém-se a vista Figura 30:

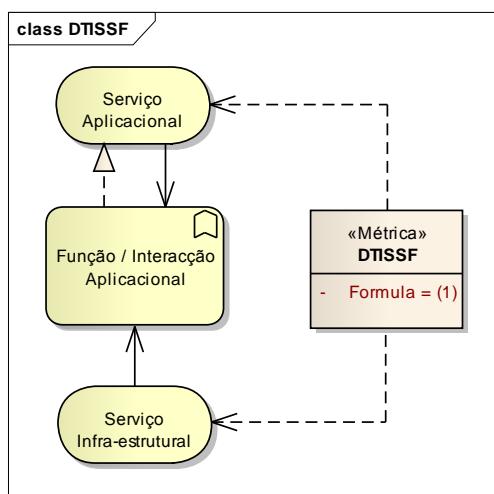


Figura 30 - Metamodelo para a representação da métrica DTISSF em ArchiMate.

$$DTISSF = 1 - \frac{\# \text{<<IS Service>>}}{\sum_{i=1}^{\# \text{<<IS Service>>}} \# \text{<<IT Service>>} \text{Integration}_i} \quad (1) \text{ (Vasconcelos, 2007)}$$

4.3.2 Métrica CISITMF - Factor de Desalinhamento Sistema Crítico – Tecnologia

Um outro tipo de métricas apresentadas, no trabalho em análise, são as de alinhamento arquitectural que se enquadram numa das preocupações desta tese, o alinhamento de KPIs entre camadas. A métrica apresentada nesta secção mede o factor de desalinhamento tecnológico em sistemas críticos. A sua fórmula relaciona componentes aplicacionais com componentes tecnológicos demonstrando o alinhamento entre as respectivas camadas ao nível dos sistemas críticos.

O diagrama da Figura 31 apresenta a vista resultante da aplicação desta métrica ao metamodelo ArchiMate (Vasconcelos, 2007).

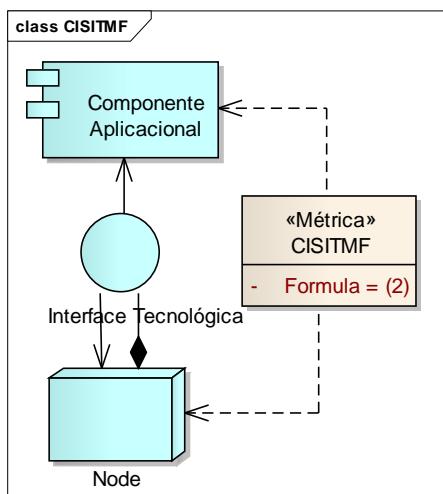


Figura 31 - Metamodelo para a representação da métrica CISITMF em ArchiMate.

$$CSTMF = 1 - \frac{\# ISBlock_C \in ITBlock_{NC} + \# ISBlock_{NC} \in ITBlock_C}{\# \ll ISBlock \gg} \quad (2). \text{ (Vasconcelos, 2007)}$$

4.4. Resumo da Validação

Nesta secção foram apresentadas duas aplicações distintas para a representação de KPIs em arquitecturas empresariais, mostrando a versatilidade do metamodelo e da extensão desenvolvidos.

Em primeiro lugar foi apresentada a aplicação da extensão de avaliação proposta a um cenário real, o caso de estudo do LIP. Este estudo desenvolvido permitiu refinar as contribuições deste trabalho, quer a nível do metamodelo quer a nível da extensão de avaliação e respectivos *viewpoints*. Complementar a este caso foram analisados alguns casos da literatura apresentados como KPIs bem definidos, onde foi possível, essencialmente, validar a aplicação do metamodelo proposto para representação de KPIs.

Paralelamente foi apresentada uma aplicação do metamodelo a um trabalho de métricas para arquitecturas empresariais, do qual se pode concluir que este e a sua extensão são suficientemente versáteis para representar não só KPIs mas também métricas isoladas.

V

Conclusões

O trabalho apresentado, fruto de uma análise teórico-prática aprofundada, permitiu responder ao conjunto de perguntas de investigação apresentadas inicialmente que se focam na pergunta base de como representar KPIs na *framework* ArchiMate. As contribuições apresentadas permitem reduzir a lacuna existente na área de arquitecturas empresariais e *frameworks* arquitecturais, que consiste na avaliação da concretização de objectivos de negócio através das TIs da organização.

Nesta secção são apresentadas as respostas às perguntas de investigação introduzidas e o trabalho futuro que pode vir a ser realizado em torno desta investigação.

5.1. Perguntas de Investigação

O objectivo principal deste trabalho consistiu na definição de uma forma de representação de KPIs na *framework* ArchiMate, com base neste objectivo foi introduzido um conjunto de perguntas de investigação que recorrendo aos artefactos produzidos nas contribuições da dissertação respondem à base do trabalho. As respostas a estas perguntas de investigação são apresentadas de seguida:

PI1: Como especificar KPIs?

De acordo com o trabalho apresentado, a especificação de KPIs pode ser realizada através dos conceitos e relações que constituem o metamodelo desenvolvido. O caso de estudo e os casos de literatura apresentados neste trabalho permitem perceber como o metamodelo pode ser aplicado para especificar os indicadores necessários para os cenários propostos.

PI2: Como categorizar KPIs com vista à sua representação na *framework* ArchiMate?

A análise realizada e o metamodelo apresentado permitem tirar algumas conclusões em relação a esta preocupação:

1. A *framework IT scorecard*, derivada do BSC, introduzida na secção 2.2 deste trabalho, apresenta uma boa classificação para KPIs com vista á sua representação em frameworks arquitecturais. Qualquer KPI das dimensões apresentadas nesta framework pode ser representável em ArchiMate através da extensão de avaliação desenvolvida e recorrendo ao metamodelo apresentado.
2. Uma distinção importante que este trabalho apresenta para KPIs é a separação entre indicadores baseados em métricas quantitativas e qualitativas. De acordo com a API (Marr, 2010) as organizações tendem a preferir métricas quantitativas uma vez que são mais fáceis de obter e analisar, contudo o ideal é a conjunção dos dois tipos de indicadores tornando-os numa forma poderosa de destacar as preocupações dos clientes e *stakeholders*.
3. A distinção acima apresentada relaciona-se directamente com outra caracterização possível e necessária para a utilização do metamodelo apresentado, o conceito de escala para a medição dos KPIs. Na descrição do metamodelo, apresentada na secção 3.1 deste trabalho é identificado um conjunto de escalas sugerido para a sua utilização e uma relação entre estas escalas e as métricas qualitativas e quantitativas referidas no ponto 2.

PI3: Como avaliar KPIs face à possibilidade de representação destes na framework ArchiMate?

A extensão de avaliação apresentada permite representar KPIs que estejam orientados para a validação do cumprimento dos objectivos do negócio através das TIs. Desta forma são considerados KPIs interessantes para a extensão de avaliação aqueles que derivam de frameworks que se focam no alinhamento entre TIs e o negócio, como é o caso da framework *IT Scorecard*, já anteriormente mencionada, ou das frameworks de decomposição empresarial também apresentadas nas secções de trabalho relacionado.

Para além do recurso a estas frameworks o metamodelo descrito apresenta um conjunto de elementos que devem ser especificados com vista á representação do KPI em frameworks empresariais. O caso de estudo apresentado permitiu perceber o quão fundamental pode ser a identificação destes elementos, por exemplo sem a definição de um alvo ou uma frequência aceitável no contexto de um KPI, a medição de resultados perde valor. Da mesma forma a indefinição de quem vai realizar a medição do indicador, por exemplo, deixa uma lacuna aberta no modelo. Assim, a identificação e avaliação de KPIs para a representação destes na framework ArchiMate deve ter em conta se os KPIs se encontram bem definidos de acordo com o metamodelo especificado.

PI4: Como representar KPIs na framework ArchiMate?

O trabalho desenvolvido apresenta como uma das suas principais contribuições a extensão de avaliação ao ArchiMate, esta extensão tem como principal objectivo responder a esta pergunta e consequentemente à pergunta base deste trabalho.

Resumidamente a extensão desenvolvida consiste na definição de um novo aspecto para a framework ArchiMate, o aspecto de avaliação, o qual contempla a definição de KPIs e dos elementos a estes associados, e a relação destes elementos com os elementos core do ArchiMate e com os elementos da extensão motivacional, permitindo fazer o alinhamento deste aspecto com as TIs e com o negócio.

PI5: Como realizar a rastreabilidade de KPIs entre as 3 camadas do ArchiMate?

Para concretizar a representação de KPIs em ArchiMate é necessário ter em mente a preocupação de rastreabilidade e alinhamento dos KPIs com as três camadas do ArchiMate. Para o efeito, foi analisado o projecto GRAAL, introduzido no trabalho relacionado. Este projecto apresenta a rastreabilidade possível entre elementos do ArchiMate através de um conjunto de directrizes que devem ser seguidas. A extensão desenvolvida foi realizada com vista a respeitar estas directrizes mantendo as possibilidades de rastreabilidade do ArchiMate, não tendo contudo acrescentado valor ao ArchiMate neste sentido.

Para a representação da extensão desenvolvida foi ainda sugerido um conjunto de *viewpoints* que pretendem uniformizar as representações resultantes da utilização da extensão. Dentro destes *viewpoints* destaca-se o Viewpoint de Iteração de Indicadores com Elementos Arquitecturais que tem dentro dos seus objectivos a preocupação de rastreabilidade dos KPIs na arquitectura empresarial.

5.2. Trabalho Futuro

Com base no trabalho apresentado, é possível desenvolver trabalhos futuros que podem contribuir para a sua sustentação e relevância dentro da área:

- Criação de novos *viewpoints* que contribuam para a análise e compreensão dos KPIs na organização;
- Automatização do processo de definição e representação de KPIs. Pode ser feito através da criação de uma aplicação que agilize a identificação de KPIs num sistema ou organização, e que culmina na sua representação de acordo com o metamodelo.
- Integração dos elementos da extensão de avaliação proposta em aplicações que permitem a representação de arquitecturas em ArchiMate, como por exemplo a aplicação Enterprise Architect⁵.
- Criação de uma biblioteca de KPIs, onde se podem inserir alguns dos KPIs apresentados no trabalho, facilitando o processo de representação de KPIs nas arquitecturas através de exemplos tipo de representações;
- Utilização do metamodelo para representação de KPIs noutras frameworks arquitecturais, como por exemplo o EPC referido num dos pontos do trabalho relacionado;

⁵ <http://www.sparxsystems.com.au/>

- Aplicação da extensão desenvolvida a outros casos de estudo, aumentando a relevância do trabalho desenvolvido e demonstrando mais casos práticos da utilização do metamodelo e extensão.

Bibliografia

- Azevedo, C. L., Almeida, J. P., Sinderen, M., Quartel, D., & Guizzardi, G. (2011). An ontology-based semantics for the Motivation Extension to ArchiMate. *15th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference*. Filandia: IEEE.
- Bhatt, D. (2009). *EFQM: Excellence Model and Knowledge Management Implications*. Obtido em 24 de 01 de 2012, de <http://www.comp.dit.ie/dgordon/Courses/ResearchMethods/Countdown/3Elements.pdf>
- Bonham, S. (2008). *Actionable Strategies Through Integrated Performance, Process, Project, and Risk Management*. Artech House Publishers.
- Caputo, E., Corallo, A., Damiani, E., & Passiante, G. (2010). KPI Modeling in MDA Perspective. *Proceedings of the 2010 international conference on On the move to meaningful internet systems*. Alemania: Springer.
- Cleven, A., Winter, R., & Wortmann, F. (2011). Process Performance Management – Illuminating Design Issues through a Systematic Problem Analysis. *Proceedings of the 2011 ACM Symposium on Applied Computing*. E.U.A.: ACM.
- Fenton, N., & Whitty, R. (1995). *Software Quality Assurance and Measurement: A Worldwide Perspective*. International Thomson Computer Press.
- Franceschini, F., Galetto, M., & Maisano, D. (2007). *Management by Measurement: Designing Key Indicators and Performance Measurement Systems*. Springer.
- Grembergen, W., & Saull, R. (2001). Aligning Business and Information Technology through the Balanced Scorecard at a Major Canadian Financial Group: It's Status Measured with an IT BSC Maturity Model. *Hawaii International Conference on System Sciences*. E.U.A.: IEEE.

- Hevner, A., March, S., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *Management Information Systems Quarterly*. E.U.A.: MIS Research Center-School of Managment.
- Iacob, M., Meertens, L., Jonkers, H., Quartel, D., Nieuwenhuis, L., & Sinderen, M. (s.d.). *From Enterprise Architecture to Business Models and back*. Obtido em 21 de Abril de 2012, de <https://doc.novay.nl/dsweb/Get/Document-132790/BM2Arch%20-%20final.pdf>
- ISO/IEC; IEEE. (2011). *ISO/IEC/IEEE 42010*. Suíça.
- Jonkers, H., Proper, E., & Turner, M. (2009). TOGAF and ArchiMate : A Future Together. White Paper. *The Open Group*.
- Jonkers, H., Van den Berg, H., Iacob, M.-E., & Quartel, D. (2010). ArchiMate Extension for Modeling TOGAF's Implementation and Migration phases, White Paper. *The Open Group*.
- Juran, J. M. (2005). *Quality Control Handbook*. McGraw-Hill.
- Kaplan, R., & Norton, D. (1992). The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance. *Harvard Business Review*. E.U.A.: Harvard Business School Publication Corp.
- Korherr, B., & List, B. (2007). Extending the EPC and the BPMN with Business Process Goals and Performance Measures. *9th International Conference on Enterprise Information Systems*. Portugal: Citeseer.
- Lankhorst, M. (2009). *Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis*. Springer.
- Magnani, M., & Montesi, D. (2009). BPDMN: A Conservative Extension of BPMN with Enhanced Data Representation Capabilities. *Computing Research Repository*.
- Marr, B. (2010). *How to Design Key Performance Indicators*. Advance Performance Institute.
- Parmenter, D. (2007). *Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs*. Wiley.
- Perampalam, S. (s.d.). *Software Metrics*. Obtido em 16 de Dezembro de 2011, de <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/w.emmerich/lectures/3C05-01-02/aswe12.pdf>
- Quartel, D., Engelsman, W., & Jonkers, h. (2010). ArchiMate Extension for Modeling and Managing Motivation, Principles and Requirements in TOGAF, White Paper. *The Open Group*.

- Rodríguez, A., Fernández-Medina, E., & Piattini, M. (2007). A BPMN Extension for the Modeling of Security Requirements in Business Processes. *IEICE - Transactions on Information and Systems*. Inglaterra: Oxford University Press.
- S. Wongrassamee, J. S. (2003). Performance measurement tools: the Balanced Scorecard and the EFQM Excellence Model. *Measuring Business Excellence*. Inglaterra: MCB University Press.
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. K. (2010). Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*.
- Stevens, S. (1946). On the Theory of Scales of Measurement. *Science*. AAAS.
- The Open Group. (2006). *Business Process Modeling Notation*. OMG.
- The Open Group. (2009). *Archimate 1.0 Specification*. OMG.
- The Open Group. (2010). *Business Motivation Model*. OMG.
- The Open Group. (2011). *Business Process Model and Notation v2.0*. OMG.
- The Open Group. (2012). *Technical Standard ArchiMate 2.0 Specification*. OMG.
- TIMBUS. (2012). *Use Case Definition and Digital Preservation Requirements*.
- Vasconcelos, A. (2007). *Disertação de Doutoramento - Arquitecturas dos Sistemas de Informação: Representação e Avaliação*. IST.
- Wieringa, R., & Zarvic, N. (2006). An Integrated Enterprise Architecture Framework for Business-IT Alignment. *Proceedings of Workshops and Doctoral Consortium of the 18th International Conference on Advanced Information Systems Engineering*. Luxemburgo: Namur University Press.

Anexos

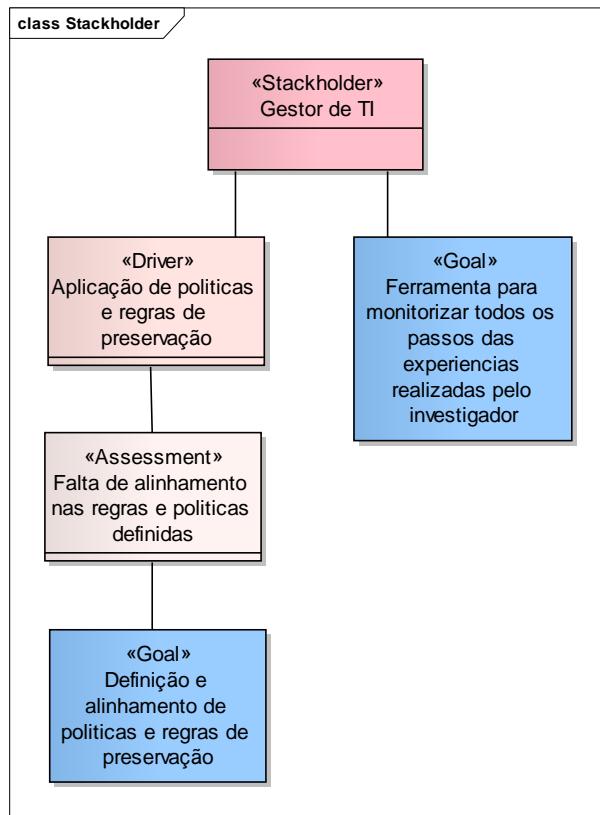


Figura 32 - Vista de *stakeholder* estendida (parte 1).

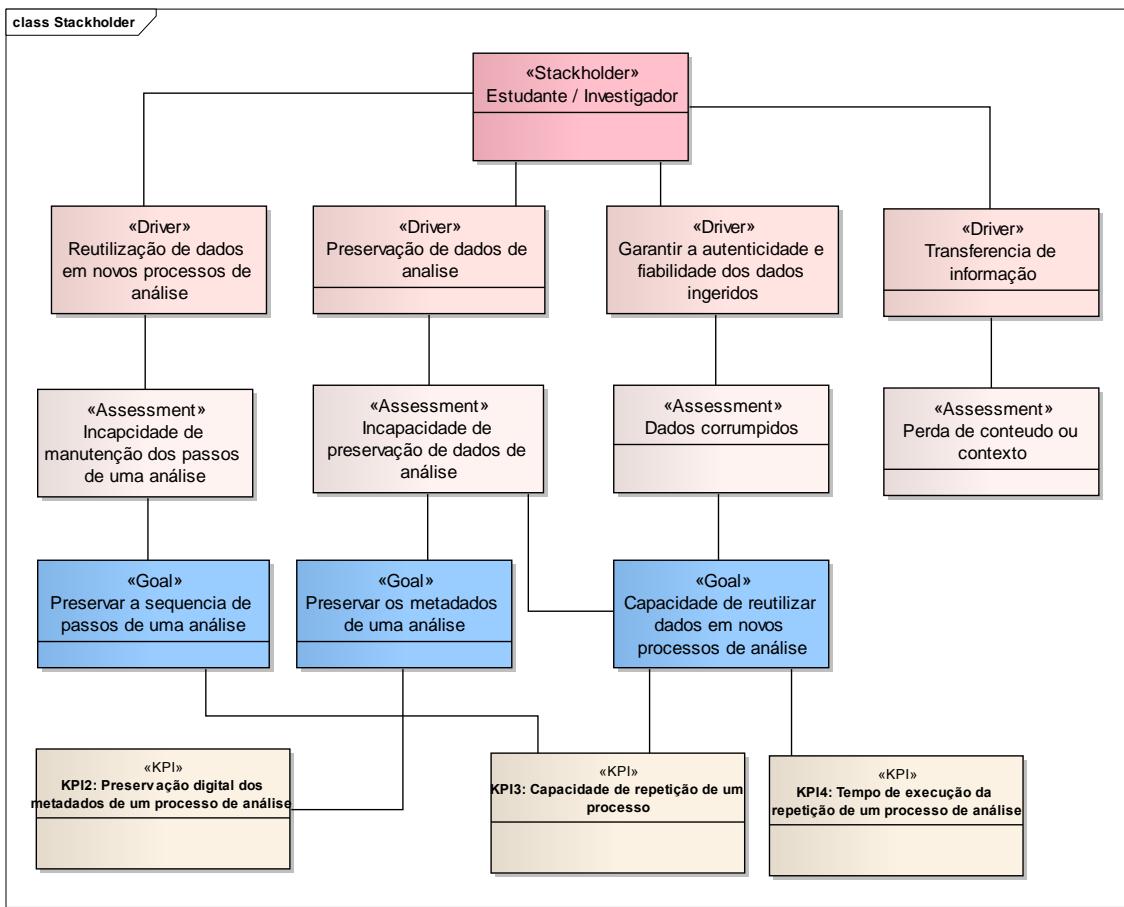


Figura 33 Vista de *stakeholder* estendida (parte 2).

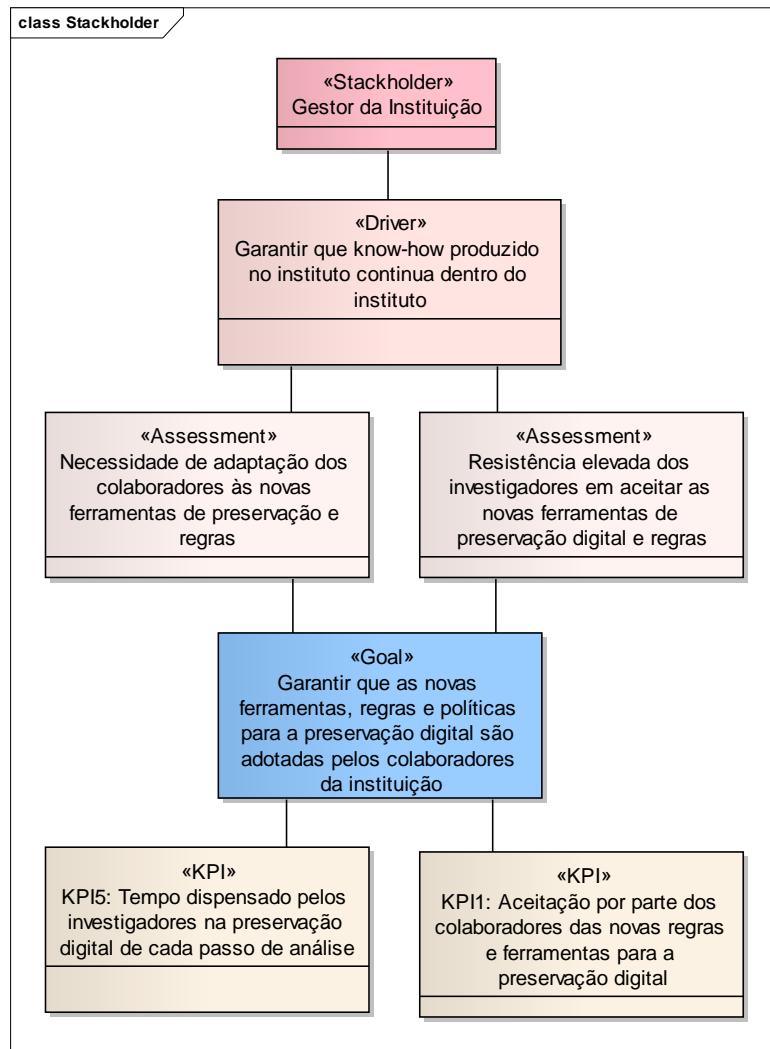


Figura 34 - Vista de stakeholder estendida (parte 3).