

**Redes de Nova Geração: Uma Proposta para Cadastro em Sistemas de
Informação Geográfica de Redes Fixas de Telecomunicações em Fibra
Óptica**

**Dissertação de Mestrado em Gestão do Território variante de Sistemas
de Informação Geográfica e Detecção Remota**

Outubro 2013

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território variante de Sistemas de Informação Geográfica e Detecção Remota, realizada sob a orientação científica de Professor Doutor Rui Pedro Julião.

Aos meu pais,

REDES DE NOVA GERAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA CADASTRO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DE REDES FIXAS DE TELECOMUNICAÇÕES EM FIBRA ÓPTICA

Nelson Rosas Ribeiro Filho

RESUMO

Nas últimas quatro décadas, as tecnologias de informação e comunicação têm assumido uma importância crescente para o desenvolvimento económico e para o progresso social, com impacto no aumento da produtividade, competitividade e emprego, gerando novos paradigmas nas teorias do desenvolvimento como sociedade da informação ou do conhecimento e impulsionando o processo de globalização, com o aumento do comércio internacional e da circulação de capitais, um modelo de sociedade designado por sociedade em rede. Aqueles que não colhem os benefícios desta revolução, ausentes desse processo de rearranjo da sociedade, são designados como info-excluídos, a distância ou diferença entre estes e os indivíduos, grupos, regiões ou países com acesso, é definida como um fosso ou uma clivagem digital, que - do ponto de vista político - importa combater ou eliminar.

A explosão da utilização das TIC está também associada a um aumento acelerado do tráfego digital com uma rápida e crescente implantação de redes de elevado débito em fibra óptica, usualmente designadas como redes de nova geração (RNG) ou de banda larga.

A dissertação estuda a importância da utilização da tecnologia geo-espacial para planeamento, desenho e cadastro de redes de banda larga em fibra óptica, na actividade de regulação e relação com a gestão e administração do território. Apresenta uma proposta de operacionalização, um caso de estudo de SIG para cadastro de redes de fibra óptica, observando o enquadramento e o impacto político e socioeconómico das RNG.

A evolução tecnológica levou à institucionalização e massificação dos SIG, que ao longo das duas últimas décadas transitaram de ferramentas departamentais para o *core* da infra-estrutura *mainstream* das TIC, nomeadamente através da apropriação da informação geográfica ou espacial por parte dos sistemas de gestão de bases de dados SGBD *mainstream*, possibilitando as arquitecturas e modelos de dados baseados em *Spatial Data Base Systems*, e que impõem, cada vez mais, a utilização de metodologias e conceitos de gestão de projecto de TIC e de bases de dados na implementação de bases de dados espaciais.

A dissertação está dividida em cinco capítulos sendo o primeiro e o último, Introdução e Conclusões respectivamente. O Cap. II REDES DE COMUNICAÇÃO EM FIBRA ÓPTICA apresenta: os aspectos socioeconómicos políticos e legais que enquadram e justificam o tema do cadastro das RNG; a análise e exposição de algumas das soluções comerciais SIG para telecomunicações disponíveis no mercado e; o estudo das especificações do Sistema de Informação Centralizado (SIC) do regulador nacional do sector, ICP-ANACOM. O Cap. III METODOLOGIA E CONCEITOS PARA DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO, introduz conceitos essenciais em bases de dados e bases de dados espaciais, expõe as principais metodologias de desenho, modelação e implementação de bases de dados espaciais, bem como as questões relacionadas com a implementação e a gestão dos

projectos de bases de dados espaciais. Finalmente o Capítulo IV. PROPOSTA DE SIG E OPERACIONALIZAÇÃO, apresenta, como o próprio nome indica, uma proposta de cadastro georreferenciado de RNG, definindo requisitos funcionais, modelo de dados, arquitetura e aplicações.

Palavras-chave: SIG; Cadastro; Banda Larga, RNG

ABSTRACT

In the last four decades, information and communication technologies have assumed an increasing importance in economic development and social progress, with impact on productivity growth, competitiveness and employment, generating new paradigms in development theories like knowledge or information society and driving the process of globalization, with the growth of international trade and increasing capital movements, a social model termed network society. Those who do not reap the benefits of this revolution are absent from society's rearrangement process and are labeled as info-excluded, the gap between them and individuals, groups, regions or countries with access to this revolution is defined as digital divide and, from the political point of view, important to fight, cross or eliminate.

The growing use of ICT is also associated with a rapid increase of data traffic generating an increasing deployment of optical fiber broadband networks, commonly referred to as Next Generation Networks (NGNs) or broadband.

This dissertation presents a study of the employment's significance of geospatial technology in fiber optics network planning, design and inventory, in regulatory activity and its relationship with territory management and administration. It features an implementation proposal, a case study of Geographic Information Systems(GIS)/spatial data base for inventory and cadaster of fiber optic networks, observing the socio-economic and political impact and general environment of NGNs deployment.

Technological developments led to the dissemination and institutionalization of GIS, moving from departmental tools to the core of mainstream IT infrastructure over the past two decades, including the appropriation of geographical or geospatial information by mainstream database systems, allowing new architecture and data models based on Spatial data Base Systems and increasingly imposing the adoption of IT project management methodologies and concepts.

The dissertation is divided in five chapters, being the first and the last, Introduction and Conclusions respectively. Capt. II FIBER OPTICS COMMUNICATION NETWORKS presents: the socioeconomic political and legal frames that justify the study; analysis and displays some of the commercially available GIS solutions for telecommunications and; studies the specification of the Sistema de Informação Centralizado (SIC) from the sector national regulator ICP - ANACOM. The Chapter III DESIGN AND IMPLEMENTATION METHODOLOGY AND CONCEPTS introduces key database and spatial database concepts, studies spatial database design, modeling and implementation methodologies, as well as spatial databases project management and implementation. Finally, Chapter IV. GIS PROPOSAL AND IMPLEMENTATION presents a proposal for spatially enabled cadaster of NGN, functional requirement definition, data model, architecture and applications

KEYWORDS: GIS, Cadaster, Broadband, NGN

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	1
I.1 ENQUADRAMENTO	1
I.2 OBJECTIVO	4
I.3 ESTADO DA ARTE.....	5
II. REDES DE COMUNICAÇÃO EM FIBRA ÓPTICA	9
II.1 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS, POLÍTICOS E LEGAIS	9
II.1.1 <i>Economia do Conhecimento e Sociedade em Rede</i>	9
II.1.2 <i>Infoexclusão e Clivagem Digital</i>	17
II.1.3 <i>Políticas e Legislação</i>	26
II.1.4 <i>Mercado Média e Telecom</i>	42
II.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E CADASTRO.....	45
II.2.1 <i>Soluções SIG Telecomunicações</i>	53
II.2.2 <i>O Sistema de Informação Centralizado (SIC) ICP-ANACOM</i>	58
III. METODOLOGIA E CONCEITOS PARA DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO	67
III.1 BASES DE DADOS E BASES DE DADOS ESPACIAIS	67
III.1.1 <i>Terminologia de Bases de Dados</i>	67
III.1.2 <i>Arquitectura</i>	71
III.1.3 <i>Estrutura de Dados e Indexação</i>	71
III.2 MODELOS DE BASE DE DADOS E MODELAÇÃO DE DADOS	72
III.2.1 <i>Modelo Entidade/Relação</i>	73
III.2.2 <i>Modelo Relacional</i>	75
III.2.3 <i>Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Sistemas e Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Base de Dados</i>	77
III.3 DADOS ESPACIAIS E SISTEMAS DE BASES DE DADOS ESPACIAIS / SPATIAL DATA BASE SYSTEMS (SDBS)	80
III.4 IMPLEMENTAÇÃO DE PROJECTOS DE BASES DE DADOS ESPACIAIS.....	82
III.4.1 <i>Formação dos Utilizadores do Ponto de Vista da Gestão do Projecto</i>	83
III.4.2 <i>Avaliação das Necessidades dos Utilizadores - Metodologias e Conceitos</i>	84
III.5 GESTÃO DE PROJECTOS DE BASES DE DADOS ESPACIAIS.....	87
III.5.1 <i>Princípios da Gestão de Projectos</i>	88
III.5.2 <i>Project Management Live Cycle (PMLC)</i>	89
IV. PROPOSTA DE SIG E OPERACIONALIZAÇÃO	97
IV.1 REQUISITOS FUNCIONAIS.....	99
IV.2 MODELO DE DADOS.....	102
IV.2.1 <i>Integridade dos dados</i>	112
IV.3 ARQUITECTURA.....	113
IV.4 LEVANTAMENTO, CARREGAMENTO DE INFORMAÇÃO E EDIÇÃO DE CADASTRO	114
IV.5 APLICAÇÃO WEB PARA VISUALIZAÇÃO	118
IV.6 ADMINISTRAÇÃO /MANUTENÇÃO	119
V. CONCLUSÕES	122

LISTA DE ABREVIATURAS

ADE – Agenda Digital para a Europa;

ANU – Avaliação Necessidades dos Utilizadores;

APG – Acesso de Próxima Geração;

CAF – Connect America Fund;

CASE – Computer Aided Software Engineer;

DB – Data Base;

DBA – Data Base Administrator;

DBDLC – Data Base Development Life Cycle;

DBS – Data Base Systems;

DWDM – Dense Wavelength-division Multiplexing;

EU – European Union

FMI – Fundo Monetário Internacional;

FTTB – Fiber to the Building;

FTTD - Fiber to the Desk;

FTTN – Fiber to the Node;

FTTx – Fiber to the X termo genérico para designar qualquer acesso de banda larga sobre fibra óptica que substitua total ou parcialmente o cobre no lacete local;

Gbps - Gigabits per second;

GPS – Global Positioning System;

GSM - Global System for Mobile Communications;

HDTV – High Definition Television;

HFC – Hybrid Fiber-Coaxial;

I&D – Investigação e Desenvolvimento;

IP - Internet Protocol, protocolo sob o qual assenta a infra-estrutura da Internet;

IPTV – Internet Protocol TV;

IPv4 – Internet Protocol Version 4;

IPv6 – Internet Protocol Version 6;

ISP – Internet Service Provider;

ITED - Infra-estruturas de Telecomunicações em Edifícios;

ITU - União Internacional das Telecomunicações (International Telecommunication Union);

ITUR - Infra-estruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e Condomínios;

ITU-T - Telecommunication Standardization Sector;

JAD – Joint Application Development;

KA – Knowledge Areas;

LAN – Local Area Network;

LED – Light Emitting Diode;

NPV – Net Present Value;

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico;

ODF – Optical Distribution Frame;

ONU – Organização das Nações Unidas;

OSP – Outside Plant;

OSS/BSS – Operation Support Systems/Business Support Systems;

PBC – Project Business Case;

PC – Personal Computer;

PM – Project Manager;

PMI – Project Management Institute;

PMLC – Project Management Life Cycle;

PMPG – Project Management Process Group;

PS – Proposed Solution;

QA/QC – Quality Assurance/Quality Control;

RAD - Rapid Application Development;

RNG – Redes de Nova Geração;

SDB – Spatial Data Base;

SDBS – Spatial Data Base Systems;

SDLC – System Development Life Cycle;

SFNB – Sum of flow network benefits;

SGBD – Sistema de Gestão de Base de Dados;

SIC – Sistema de Informação Centralizado (ANACOM);

SQL – Structured Query Language;

SU – Serviço Universal;

TDQM - Total Data Quality Management;

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação;

UCD – User-centric Design;

UI – User Interface;

UMIC - Agência para a Sociedade do Conhecimento IP;

UML – Unified Modeling Language;

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura;

USD – United States Dollars;

VOIP – Voice over Internet Protocol;

W3C – World Wide Web Consortium;

WAN – Wide Area Network;

WDM – Wavelength-division Multiplexing;

WSIS - World Summit on the Information Society.

I. INTRODUÇÃO

I.1 Enquadramento

A evolução da sociedade da informação, baseada no capital conhecimento é sustentada no acelerado progresso tecnológico das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Julião (2001: 86) refere que *“O recurso à expressão Sociedade da Informação procura caracterizar “um modo de desenvolvimento social e económico em que a aquisição, armazenamento, processamento, valorização, transmissão distribuição e disseminação de informação conducente à criação de conhecimento e à satisfação das necessidades dos cidadãos e das empresas, desempenham um papel central na actividade económica, na criação de riqueza, na definição da qualidade de vida dos cidadãos e das suas práticas culturais” (MSI, 1997: p.8)”*

Sobre a mesma questão, Amado, Long e Silva (2007) afirmam *“A economia do conhecimento tem uma base tecnológica, cujo núcleo duro é constituído pelas TIC. Foi a revolução das TIC que permitiu intensificar a circulação de conhecimento e aumentou decididamente a quantidade de conhecimento incorporado nas economias.” (AMADO, LONG e SILVA, 2007: 73)*

O rápido desenvolvimento da tecnologia nas telecomunicações tem portanto contribuído para uma verdadeira revolução, com reflexos no crescimento económico, desenvolvimento social e claros impactos ao nível do espaço/território.

As actuais teorias do crescimento económico reflectem e evidenciam a importância do conhecimento para o crescimento económico e desenvolvimento social.

No século XXI, as sociedades desenvolvidas ou em vias de desenvolvimento assumiram a promoção da sociedade da informação como meio fundamental para as políticas de desenvolvimento. Estas políticas centram-se no desenvolvimento de uma sociedade da informação plenamente inclusiva e de acesso universal, que promova a diminuição de assimetrias regionais no acesso a produtos e serviços, bem como o acesso dos agentes económicos a novos canais e modelos de negócio.

Está-se diante de um novo paradigma, no qual, o investimento em Redes de Nova Geração (RNG) ou banda larga é considerado um meio - directo e indirecto – de promoção do crescimento económico e desenvolvimento social, integrando as políticas para o desenvolvimento, nomeadamente na União Europeia, através de investimentos avultados e objectivos ambiciosos. O Pilar IV da Agenda Digital para a Europa: *Very Fast Internet*¹ prevê, como objectivos, velocidades de *download* de 30Mbps ou mais, disponíveis para todos os cidadãos da UE e pelo menos 50% dos lares com +100Mbps até 2020. O documento impõe mesmo uma intervenção e investimento directo do sector público referindo: *“Sem uma intervenção pública forte, corre-se o risco de se obterem resultados aquém do desejável, concentrando-se as redes de banda larga rápida apenas em algumas zonas densamente povoadas, com custos significativos de entrada no mercado e tarifas elevadas. Os benefícios indirectos dessas redes para a economia e para a sociedade justificam que as políticas públicas garantam a cobertura universal pela banda larga com débitos cada vez maiores.”* (COM(2010)245 final/2: 22)

Indubitavelmente, esta massificação do acesso à Internet em banda larga tem vindo a alterar o cenário do mercado de telecomunicações; veja-se por exemplo a crescente utilização de aplicações de voz e vídeo sobre IP e o correspondente declínio do retorno nos serviços tradicionais de telecomunicações. Esta rápida transformação ultrapassa amplamente o âmbito das telecomunicações, observando-se uma crescente convergência de meios, tanto na oferta comercial dos operadores, triple play/quadruple play (TV, voz, dados) (SEO, 2007) (LEE, 2009) como na própria evolução da www como suporte a todos os média e acesso a serviços e conteúdos em meio digital, são disto exemplo a banca, os serviços públicos ou comércio, que vêm gerando novas formas de negócio, que se pretendem acessíveis a todos, cidadão e agentes económicos.

Do ponto de vista do operador ou *provider*, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), têm já um papel fundamental em todas as fases do ciclo, desde o

¹http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/pillar.cfm?pillar_id=46&pillar=Very%20Fast%20Internet

planeamento, desenho/projecto, construção, à operação e manutenção das redes de nova geração, banda larga, FTTX.

Os SIG têm vindo a transitar gradualmente de sistemas departamentais e proprietários para o *core* da infra-estrutura TI (DRUMMOND E FRENCH, 2008) o que também se verifica no mercado das telecomunicações. A evolução tecnológica em termos de *hardware* e *software* permitiu uma crescente utilização de informação geográfica nas TI, com técnicas e métodos para o tratamento da informação espacial a evoluírem em paralelo com a crescente disponibilidade de dados e aumento da consciência da importância da utilização de informação geográfica, estas mudanças não teriam o impacto actual sem o poder dos sistemas de bases de dados espaciais ou Spatial Data Base Systems (SDBS) (HALL E YEUNG, 2007).

Existem diversas soluções específicas desenvolvidas em diferentes plataformas comerciais, permitindo uma relativamente rápida implementação de projectos de cadastro, através da utilização de regras e modelos de dados predefinidos e próprios do negócio.

No entanto, o papel dos SIG não se esgota no suporte à decisão e operações do ponto de vista do *provider*, indo mais além nos processos de implementação de políticas de desenvolvimento e na regulação (*compliance*) (BUTT E KHAN, 2011).

O efectivo conhecimento das redes instaladas através da implementação de sistemas de cadastro, é fundamental na canalização do investimento público e subsidiação da implementação das RNG, bem como no controlo e fiscalização por parte das entidades reguladoras e governamentais na prossecução de objectivos de política económica e social (JOHNSON, 2011).

Em Portugal a legislação em vigor, Decreto-Lei nº123/2009, de 21 de Maio, enquadra-se nas Directivas Europeias e na definição da prioridade estratégica para o país no sector das comunicações electrónicas e promoção do investimento em RNG, definindo como princípios enformadores do regime aplicável à construção e instalação destas redes; os princípios da concorrência, do acesso aberto, da não discriminação, da eficiência e da transparência. Entre outras definições, cria o cadastro nacional das RNG, o Sistema de Informação Centralizado (SIC), que irá conter informação de todos

os detentores de infra-estruturas aptas, dos operadores e entidades públicas ou da esfera do estado, pretendendo funcionar como ponto de ligação entre a administração do território e os intervenientes do mercado através da partilha de informação de localização de infra-estruturas, condições e procedimentos para acesso, partilha de encargos e redução do número de intervenções para construção e implantação de redes.

Ainda em 2009, com financiamento Europeu, foram lançados concursos públicos para a construção de RNG em fibra óptica em municípios rurais, reflectindo a tendência em economias desenvolvidas (ITU, 2009) (OCDE, 2009) e adoptando as Directivas Europeias para o sector incluídas na Agenda Digital para a Europa.

1.2 Objectivo

Pretende-se abordar o estudo da utilização dos SIG nas várias fases do ciclo de vida das redes, do planeamento e projecto à construção e operação e ainda as necessidades do ponto de vista da regulação.

É ainda objectivo desta dissertação elaborar uma proposta de operacionalização para a implementação de um SIG de cadastro de redes de fibra óptica.

Pretende-se também fazer a análise ao enquadramento político, económico e social na implementação das RNG.

A metodologia para o presente estudo será dividida em duas fases. A primeira, a pesquisa bibliográfica e conseqüente análise e descrição teórica das condicionantes e impactos políticos, económicos e sociais, a descrição do estado da arte no que toca a sistemas e aplicações para projecto e cadastro SIG de redes fixas de telecomunicações. A segunda fase, com a operacionalização ou proposta de implementação de um SIG de cadastro de redes é objectivo desta dissertação, adoptar e adaptar uma metodologia para gestão de projecto na implementação de sistemas de bases de dados espaciais. Esta metodologia terá em consideração a especificidade formal de uma dissertação de mestrado, em contraste com a implementação de um projecto de base de dados espaciais no âmbito de uma organização, com as restrições e condicionantes próprias de uma instituição (ex.: operador), infra-estrutura, universo de utilizadores e estrutura

organizacional. No entanto não se descarta a possibilidade de apresentar recomendações e conclusões sobre eventuais dificuldades e constrangimentos organizacionais na implementação de projectos desta natureza.

1.3 Estado da Arte

Embora não seja assim tão recente a relevância atribuída às TIC para o crescimento económico e o desenvolvimento social, a pesquisa bibliográfica não identificou uma correspondente atenção a esta problemática por parte da Geografia ou outras ciências do território.

O desenvolvimento dos sistemas de cadastro para redes de telecomunicações e especificamente para redes de banda larga em fibra óptica, com base em sistemas de informação geográfica (SIG), tem sido sobretudo levado a cabo pela indústria de *software*, em resposta às necessidades do sector das telecomunicações e impulsionado pelo desenvolvimento da base tecnológica. De acordo com Drummond e French (2008), nas últimas três décadas, a evolução da base tecnológica proporcionou um aumento acelerado da capacidade computacional (armazenamento e processamento), crescente largura de banda em comunicações de dados, multiplicação de dispositivos cliente e explosão da utilização de GPS. As soluções SIG acompanharam o desenvolvimento da base tecnológica e evoluíram de aplicações departamentais altamente especializadas para o *core* da infra-estrutura tecnológica das empresas, processo a que o sector das telecomunicações não foi de todo alheio. De aplicações desktop nas áreas de planeamento, desenho e controlo de qualidade das redes, passaram a ser utilizados sistemas de gestão de bases de dados (SGBD) *standard* da indústria, beneficiando do potencial de processamento, gestão e manutenção centralizada de aplicações e dados. Este processo associou-se ao desenvolvimento de plataformas *web-enabled*, com interfaces intuitivos e de fácil utilização, possibilitando a disponibilização de informação e processamento geo-espacial a um número alargado de utilizadores não técnicos como marketing, vendas ou técnicos de manutenção, aumentando drasticamente o poder da localização nos sistemas de informação, permitindo extrair maior valor dos dados corporativos.

A actividade regulatória sofreu também um incremento significativo com a privatização generalizada das empresas de telecomunicações e liberalização do mercado, a este processo associa-se o reconhecimento da banda larga e das redes de nova geração como uma *utility*, cada vez mais considerada uma necessidade e consagrada como um serviço universal (DUARTE, MADUREIRA E MATIAS-FONSECA, 2010), reforçando a necessidade de sistemas de cadastro, que permitam o conhecimento objectivo e concreto da implantação das redes e a partilha de informação entre os diversos intervenientes, que em última análise contribuam para uma regulação escrupulosa da actividade, no sentido dos objectivos de cobertura global actualmente na agenda política.

A acuidade dos sistemas de cadastro é ainda mais relevante considerando a grande diversidade de infra-estruturas aptas ao alojamento de redes de comunicações electrónicas. De facto, cabos de fibra óptica são instalados numa grande diversidade de meios, aquático, aéreo, suspenso em fachadas e utilizando infra-estruturas de diversas redes de distribuição, electricidade, gás, água, saneamento ou águas residuais. A questão do cadastro das redes e infra-estruturas aptas a serem utilizadas na sua implantação, ultrapassa assim largamente a actividade do operador ou prestador de serviço, inserindo-se na questão muito mais ampla da gestão e ordenamento do território, do crescimento e desenvolvimento económico, e do relacionamento entre a gestão do território, regulação e a dinâmica do mercado.

Por outro lado, como notado por Yahia e Bertin (2006), o aumento do tráfego digital tem sido exponencial, com a crescente procura e banalização de serviços inovadores, sua agregação na Internet e disponibilização em banda larga. O conceito de RNG é introduzido seguindo as mudanças observadas nas comunicações e resultantes da evolução tecnológica e liberalização do mercado. São redes baseadas em pacotes, capazes de prestar serviços incluindo serviços de telecomunicações e utilizando múltiplas tecnologias de transporte de banda larga, em que as funções relacionadas com os serviços são independentes das tecnologias de transporte. É relevante a separação entre a rede de transporte e os serviços, o que permite a sua evolução separada e independente, que vai no sentido da integração de serviços

envolvendo múltiplas redes de acesso e agregando diversos elementos de serviço como voz, vídeo, ferramentas comunitárias, videoconferência, jogos, difusão de TV etc.

Dimitrescu e Smerranu (2010) na sua proposta de implementação de uma aplicação SIG para gestão de redes sustentam também que o acelerado aumento da procura e do tráfego digital levou a um crescimento caótico e acelerado da infraestrutura, com aumento da dimensão espacial e da capilaridade das redes e uma crescente complexidade no desenho, descrição, modelação e localização dos seus elementos.

As RNG introduzem ainda novos aspectos do ponto de vista técnico e económico com reflexos na produtividade e competitividade e impactos socioculturais, acelerando o processo de globalização e da sociedade em rede, o que fundamenta também o interesse na análise e desenvolvimento de métodos e técnicas para a sua modelação e cadastro, nomeadamente devido à importância da intersecção e interacção com distintas problemáticas do espaço /território e do desenvolvimento.

Em resumo podemos afirmar que, com base nos desenvolvimentos da base tecnológica assiste-se a uma crescente importância na implementação e utilização de sistemas de cadastro SIG para redes de telecomunicações. Esta importância é consequência da acelerada expansão das redes de nova geração /banda larga, impulsionada pelo crescimento explosivo do tráfego digital, consequência da capacidade agregadora de média da Internet. Para esta crescente relevância contribui também a massificação da disponibilidade e utilização de informação geográfica e capacidade de geoprocessamento, proporcionados pelo aumento da capacidade computacional e surgimento dos *Spatial Data Base Systems* (SDBS), pela ampla disponibilidade de cobertura de rede fixa e móvel, pela multiplicação de dispositivos conectados e ainda pela massificação da utilização de dispositivos com receptor GPS. Os SIG são, cada vez mais, fundamentais na actividade dos operadores, prestadores de serviços e detentores de infra-estruturas aptas à instalação de redes de comunicações electrónicas, na actividade reguladora e das entidades às quais compete a gestão e administração do território. As soluções corporativas SIG desenvolvem-se hoje sobre plataformas TI *core*, *SGBD standard*, de forma modular, cobrindo os vários graus de necessidade de um universo de utilizadores em expansão.

II. REDES DE COMUNICAÇÃO EM FIBRA ÓPTICA

II.1 Aspectos Socioeconómicos, políticos e Legais

Neste subcapítulo são abordadas questões essenciais para o enquadramento do presente estudo, temas tais como: economia do conhecimento e sociedade em rede, o problema da infoexclusão e clivagem digital e suas interpretações teóricas, o contexto político Europeu e internacional, as estratégias e políticas sectoriais e para o desenvolvimento e a legislação nacional. Questões que fundamentam a relevância dos pontos de vista operacional, político e de regulação, dos sistemas de cadastro de Redes de Nova Geração e Infra-estruturas aptas à sua implantação.

II.1.1 Economia do Conhecimento e Sociedade em Rede

Pretende-se neste ponto analisar de forma sucinta, a abordagem teórica, sociológica e económica, do processo de mudanças económicas, sociais e culturais, que fundamentadas no desenvolvimento tecnológico das TIC, permitiram nas últimas décadas o acelerar do processo de globalização, também designado como economia do conhecimento, sociedade em rede ou sociedade pós-industrial. Esta análise abre o capítulo II. REDES DE COMUNICAÇÃO EM FIBRA ÓPTICA, 2.1 Aspectos Socioeconómicos, políticos e legais. Pretende fazer o enquadramento do objectivo do estudo, a utilização dos SIG para cadastro de redes de nova geração ou banda larga, mais especificamente redes de telecomunicações em fibra óptica.

Os autores que se debruçaram sobre as mudanças consequentes do desenvolvimento das TIC, com reflexo nos modelos e organização da economia e sociedade, teorizaram sobre a transição da sociedade para uma nova era civilizacional, que inicialmente designaram por sociedade pós-industrial e posteriormente como sociedade da informação ou sociedade em rede.

Já na década de 60 do século XX, autores como Fritz Machlup e Peter Drucker, preconizaram o surgimento de uma sociedade baseada na informação e no conhecimento. Estes primeiros estudos foram seguidos por autores (Bell, Touraine, Galbraith, Arrow, Toffler, Tourraine, Naville, Masuda) que identificaram o surgimento da sociedade pós-industrial e reconheciam a importância do conhecimento e da

informação, recursos essenciais das sociedades humanas. (AMADO, LONG E SILVA, 2007).

Com estes autores surgem os conceitos de “Sociedade da Informação” e “Sociedade do Conhecimento” designando as sociedades pós- industriais.

A **Sociedade de Informação** é assim consequência do desenvolvimento e generalização das TIC e do resultante aumento dos fluxos de informação.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico em 1994 definia que *“uma Sociedade da Informação designa uma estrutura social e económica onde o uso produtivo de um recurso como a informação, bem como a produção intensiva em conhecimento, desempenha um papel preponderante [...] e onde os indivíduos, sejam eles consumidores, trabalhadores, ou produtores usam extensivamente a informação”* (in AMADO, LONG E SILVA, 2007: 91).

Daniel Bell, em *O Advento da Sociedade Pós-Industrial* (1973) emprega provavelmente pela primeira vez o termo no intuito de descrever uma sociedade cujo eixo principal assentaria sobre o conhecimento teórico. Para Bell os serviços baseados no conhecimento seriam a coluna vertebral desta nova economia e de uma sociedade sustentada na informação.

Na década de 1990 generalizou-se o uso da expressão - Sociedade da Informação - com à sua inclusão nas políticas governamentais dos países.

A expressão Sociedade de Informação surge na agenda dos encontros mais mediáticos, promovidos pelo G8, OCDE, Nações Unidas, Banco Mundial, União Europeia... Em 2005 ocorre a Cimeira Mundial da Sociedade da Informação (WSIS).

Da Cimeira Mundial da Sociedade da Informação, realizada em 2003, em Genebra, e dois anos depois, em Túnis, resulta uma declaração política que define:

- **Uma visão comum da sociedade de informação:** inclui referências à carta da ONU, à Declaração Universal dos Direitos Humanos, ao papel da educação, conhecimento, informação, comunicação e ciência na Sociedade da Informação e do Conhecimento, ao reconhecimento de que as TIC são instrumentos que devem ser colocados ao serviço do diálogo, da qualidade de vida e do bem-estar dos indivíduos e do crescimento económico, ao papel da juventude e das mulheres na

Sociedade da Informação e do Conhecimento, à necessidade de incluir os países em desenvolvimento e as camadas mais desfavorecidas da população na Sociedade da Informação e do Conhecimento, à necessidade de ultrapassar o fosso digital;

- ***Os princípios-chave de uma Sociedade do Conhecimento para todos:*** *Incluindo, nomeadamente, o papel dos Governos e de todos os stakeholders na promoção das TIC, como motor para o desenvolvimento; a infra-estrutura de informação e comunicação, como um alicerce essencial da Sociedade da Informação e do Conhecimento; a questão do acesso à informação e ao conhecimento; a construção da confiança e segurança no uso das TIC; a criação de um ambiente favorável à disseminação da Sociedade da Informação e do Conhecimento; os benefícios associados à utilização das TIC em todos os sectores da vida; a diversidade e identidade cultural e a diversidade linguística; os média; as dimensões éticas da Sociedade da Informação e do Conhecimento; e a cooperação internacional e regional, entre outros. A Cimeira Mundial da Sociedade da Informação pretendeu lançar o debate sobre os desafios de um crescimento equilibrado no contexto do novo paradigma social, económico e político em que vivemos, criando orientações gerais que possam ajudar os Governos a ultrapassar esses desafios.” (In AMADO, LONG E SILVA, 2007: 97)*

Alguns autores mais recentes dão preferência ao termo Sociedade do Conhecimento, considerando que o conhecimento expressa melhor a realidade.

“A Sociedade do Conhecimento não é apenas de uma sociedade onde a informação circula e se dissemina a ritmos acelerados; é também uma sociedade em que essa informação é processada e aplicada para reestruturar os sistemas sociais, políticos, económicos e culturais.” (AMADO, LONG E SILVA, 2007: 92)

Inquestionavelmente, a partir dos anos 60, mas sobretudo nas últimas três décadas, dá-se um processo de transformação estrutural multidimensional, a nível mundial, associado ao surgimento de um novo paradigma tecnológico, baseado nas tecnologias de informação e comunicação (CASTELLS, 2006). Para Manuel Castells a designação sociedade da informação ou do conhecimento não é correcta, conhecimento e informação sempre foram centrais na sociedade, a novidade é serem

actualmente de base microelectrónica, através de redes tecnológicas, alterando a organização da sociedade. A sua simples definição de sociedade em rede:

“ (...) uma estrutura social baseada em redes operadas por tecnologias de comunicação e informação fundamentadas na microelectrónica e em redes digitais de computadores que geram, processam e distribuem informação a partir do conhecimento acumulado nos nós dessa rede.”(CASTELLS, 2006: 20).

Para o autor, as redes de comunicação são de facto a coluna vertebral da sociedade em rede, no entanto esta manifesta-se de variadas formas, conforme a cultura, instituições e a trajectória histórica de cada sociedade.

Dado que a comunicação em rede transcende fronteiras e a sociedade em redes é global, a sua lógica chega a todo o planeta difundindo-se através do poder integrado nas redes globais de capital, bens, serviços, comunicação, informação, ciência e tecnologia. A sociedade em rede é uma designação do que se convencionou chamar globalização, que embora afecte todo o planeta através da sua lógica e relações de poder que interagem na rede global da organização social, exclui a maior parte das pessoas.

A aceleração da globalização nos últimos 25 anos do século XX materializou-se num crescente e imparável crescimento do comércio e serviços e num enorme movimento de capitais facilitados pela desmaterialização financeira e facilidade crescente nas comunicações, levando a que no ano 2000 comércio internacional representasse já 25% da produção mundial (AMADO, LONG E SILVA 2007).

Na análise da literatura levada a cabo por estes autores está também explicito que a sociedade em rede é caracterizada também por uma profunda transformação cultural e organizacional dos negócios, empresas, corporações e sociedades, que se estruturam de forma global, apátrida, multicultural e organizadas em rede.

Para Castells algumas das consequências desse processo de globalização são óbvias e facilmente se associam ao processo de desindustrialização ou transição para uma sociedade pós-industrial dos países desenvolvidos, nomeadamente os EUA:

*“A **Economia em rede** é uma nova e eficiente forma de organização da produção, distribuição e gestão, que está na base do aumento da produtividade nos EUA entre*

1996-2005 que mais que duplicou em relação ao período 1975-1995.” (CASTELLS, 2006: 20)

Ainda no seguimento desta constatação o autor explica que o crescimento da produtividade está associado a três processos:

- i. Geração e difusão de novas tecnologias microelectrónicas/digitais de comunicação e informação com bases em investigação científica e inovação tecnológica;
- ii. Transformação do trabalho, crescimento do trabalho qualificado, autónomo, capaz de inovar e de se adaptar a mudanças globais contraentes e à economia local;
- iii. Difusão de uma nova forma de organização em torno de redes.

Na prática esses factores acabam por concorrer para o processo de desindustrialização e terciarização da economia, com eliminação por deslocalização de trabalho não qualificado. Se associarmos o facto de que após um período de 10 anos em que a produtividade mais que duplica 1996/2005, em 2008 os EUA entram numa profunda crise financeira, económica e de dívida pública, não podemos deixar de questionar o paradigma de desenvolvimento e crescimento económico fundamentado no conhecimento e nas TIC. Ou seja, a mais duplicação do índice de produtividade nos EUA, aparentemente, não teve como consequência directa nem o desenvolvimento social, nem uma maior equidade na distribuição da riqueza, nem tão pouco o equilíbrio das contas públicas.

Por outro lado economias em desenvolvimento que se articularam neste período, com o núcleo dinâmico da rede da economia global, mostraram taxas de crescimento da produtividade ainda maiores, as designadas economias emergentes, lideradas pela China.

Castells afirma que num determinado ponto no tempo a actividade económica é organizada por redes de redes construída em torno de negócios específicos. A empresa continua unidade legal e unidade para acumulação de capital mas a unidade operacional é a rede de negócios. A empresa é o nó de ligação entre as redes de

produção construídas em torno de projectos de negócio e de redes de acumulação organizadas em volta das finanças globais.

Estas redes seguem a instabilidade global do mercado de trabalho impondo a necessidade de flexibilidade do emprego, mobilidade do trabalho e constante requalificação da força. Relações entre capital e trabalho são crescentemente individualizadas. Se as mudanças tecnológicas não provocam desemprego no mercado agregado, na verdade quanto menos tecnologicamente avançada for uma região, mais exposta está à fuga de emprego, não conseguindo acompanhar a competitividade.

Esta crescente integração económica fundamentada na evolução tecnológica das TIC é reconhecida também no âmbito dos estudos sobre desenvolvimento regional. JULIÃO (2001) refere o surgimento de um novo paradigma espacial do desenvolvimento, em que o território é considerado de forma multifacetada, no qual um dos aspectos essenciais é a articulação em rede do território e conjuntos de territórios numa perspectiva global.

“No final dos anos 80 acentuam-se as tendências de globalização da economia mundial. Perante este novo enquadramento, as regiões valorizam-se, não apenas pelos seus recursos, pelas suas capacidades produtivas, mas principalmente pelas suas capacidades de inovação e de inserção no mercado global. Com a globalização “o que importa não é apenas o bom funcionamento interno do sistema territorial de produção, mas as suas relações com o exterior, a sua capacidade de perceber as transformações do seu ambiente tecnológico e de mercado, mas também e sobretudo a evolução dos outros sistemas territoriais de produção.” (MAILLAT, D; 1995a: 25, in JULIÃO 2001).

Trata-se de uma constatação que reconhece plenamente a importância fundamental das TIC para o desenvolvimento regional. Nesta perspectiva interterritorialista é central o conceito de rede em todos os aspectos, espacial e regional, tecnológico, económico e social.

Na descrição de novos paradigmas espaciais de desenvolvimento emergentes o autor identifica claramente que *“Com o crescente desenvolvimento tecnológico e com a dinâmica imposta pelos processos de globalização dos mercados, surge a*

necessidade de reequacionar as teorias políticas de intervenção em termos de desenvolvimento regional". (JULIÃO, 2001: 57)

Surgem como tal novas teorias que do nosso ponto de vista partilham alguns aspectos relevantes, nomeadamente, e ainda segundo Julião, dois pontos-chave:

- Importância do conceito de competitividade territorial (Quadrado-Roura, Krugman, Maillat e Porter) em que é dada relevância à produtividade enquanto elemento determinante da competitividade.
- Papel fundamental da inovação e do progresso tecnológico enquanto elementos chave da produtividade;

A importância destes dois aspectos essenciais nos novos paradigmas espaciais do desenvolvimento é fundamental no processo político e nas mudanças socioeconómicas que assistimos actualmente na nossa sociedade. Prendem-se com a aceleração das transformações económicas, organizacionais e culturais da sociedade em rede (globalização), mas também com o direccionamento das políticas que visam crescimento económico e desenvolvimento, e sobretudo, como pretendemos demonstrar, para a crescente importância do investimento público directo e incentivos para a implementação de infra-estruturas de redes tecnológicas (TIC), mais especificamente RNG. Seja com o objectivo do aumento da produtividade e competitividade, seja no acesso aos mercados cada vez mais globalizados, seja ainda no combate as assimetrias regionais do desenvolvimento e no reforço da coesão territorial.

O impacto das TIC no domínio económico acaba por influenciar, positiva e negativamente, muitos aspectos da sociedade, não se resumindo no entanto as mudanças sociais à questão económica. Surgem novos paradigmas, políticos, culturais, sociais correspondendo a estas alterações a nível comportamental e de sociabilidade do indivíduo.

Cada vez mais na discussão política encontramos o conceito de **democracia digital** e promoção da participação mais directa da sociedade civil no processo político. O fácil acesso à informação, conhecimento e comunicação, como é o exemplo das redes sociais, tem sido preponderante nas aceleradas mudanças culturais, sociais e

políticas que assistimos no mundo actual. *“Esta “consciencialização” e esta “aproximação” têm as TIC como suporte enquanto instrumentos de partilha e disseminação de informação, de interactividade e de livre expressão”* (NORRIS, 2000, in AMADO, LONG, SILVA 2007).

Como conceito de democracia digital os autores propõe: *“(…) designa a situação de democracia directa baseada em novos mecanismos de participação em que se promove o envolvimento dos cidadãos nas decisões políticas, assumindo que estes são capazes de debater os factos políticos em igualdade de condições”* (AMADO, LONG, SILVA 2007: 86). Esta crescente democratização do processo político, se por um lado permite uma maior e efectiva participação dos cidadãos, por outro também levanta algumas preocupações sendo a principal relativa à exclusão dos cidadãos que não tem acesso e/ou capacidade para utilizar estas tecnologias. Interessante constatar que já em 2007 os autores se questionavam sobre a crise da classe política, com a percepção negativa de grande parte da população e o “perigo” da fragmentação do poder político e o surgimento de forças alternativas “grupos extremistas” dispendo de novas formas de propaganda e comunicação. Inegavelmente, as TIC e nomeadamente a Internet, permitem o acesso e disseminação rápida da informação e a comunicação dos cidadãos para além dos média tradicionais, condições que estão a permitir a evolução de sistemas políticos e de governação em todo o mundo, mas permitindo também sistemas de controlo da privacidade e comunicação sem precedentes, utilizados por estados totalitários e instituições nas áreas da inteligência, defesa ou segurança.

A comunicação e os média transformam-se a grande velocidade, com forte concentração de capitais em grandes grupos económicos que tem como objectivo aglomerar os negócios de média e comunicação. Dá-se ao mesmo tempo uma crescente digitalização e interactividade em sistemas multimédia especializados e fragmentados. Apesar da crescente concentração do negócio há uma espontaneidade na comunicação horizontal impossível de ser controlada pelos grupos de média ou governos, utilizando canais não convencionais, que influencia forte e directamente a mudança cultural e política, que Castells designa por *“a emergência da comunicação de massa auto comandada”*

Observa-se assim uma crescente aglomeração dos negócios de média e comunicação, crescente digitalização e interactividade, migrando dos sistemas de mass média para multimédia especializados e fragmentados. Ao mesmo tempo cresce de forma descontrolada a comunicação horizontal, a “*comunicação de massa auto comandada*”.

“A sociedade em rede constitui comunicação socializante para la do sistema de mass média que caracterizava a sociedade industrial, mas não representa o mundo de liberdade entoado pelos profetas da ideologia libertária da internet, ela é constituída simultaneamente por um sistema oligopolista de negócios multimédia e pela explosão de redes horizontais de comunicação local e global.” (CASTELLS, 2006: 24).

Todas estas rápidas mudanças e transformações têm como é óbvio reflexo **do ponto de vista do indivíduo e da sociabilidade**. A internet permite novas formas de relacionamento, sejam laborais, seja no acesso ao comércio e serviços, seja ainda no relacionamento interpessoal. Essas novas formas têm um aspecto comum, o fim da necessidade da presença física, mas ao contrário do que seria de esperar os utilizadores da internet têm mais amigos e contactos, são social e politicamente mais activos, não há isolamento mas hipersocialidade (CASTELLS, 2006).

Dá-se a emergência do individualismo em rede, suportada pela importância do conhecimento e informação, que se concentram no indivíduo e que são essenciais nas novas estruturas económicas, sociais e políticas.

II.1.2 Infoexclusão e Clivagem Digital

O ponto 2.1.2 Infoexclusão e Clivagem Digital pretende explorar várias abordagens teóricas à problemática da Infoexclusão e Clivagem Digital (*digital divide*). É objectivo desta breve análise enquadrar a questão das redes de nova geração, a sua relação com a problemática do desenvolvimento e suas políticas. Este ponto pretende especificamente analisar a Infoexclusão e a Clivagem Digital, dentro da temática do desenvolvimento regional, das assimetrias regionais e da coesão territorial, nomeadamente abordando a questão da Infoexclusão nas áreas rurais e o esperado impacto da implementação das redes de telecomunicações de banda larga.

Para análise teórica do conceito de Clivagem Digital é necessário começar pela sua definição, examinar as teorias que explicam o processo de adopção e difusão das inovações e investigar as diferenças entre níveis de acesso entre distintas regiões e os eventuais impactos socioeconómicos destas diferenças.

Numa análise econométrica da Clivagem Digital entre países desenvolvidos e em desenvolvimento JAMES (2011), define como Clivagem Digital relativa o rácio do *stock* de tecnologia de informação nos países desenvolvidos para o *stock* em países em desenvolvimento, o autor afirma que o conceito de clivagem digital relativa é o mais comumente utilizado, considerando a definição do termo como: a extensão do diferencial entre países pobres e ricos no benefício das TI em geral e da Internet em particular. Obviamente que num sentido lato esta definição pode ser alargada para a extensão do diferencial entre quaisquer duas dadas regiões no benefício das TI e Internet. Esta definição encaixa bem em um estudo econométrico que isola uma determinada variável (número de telefones celulares), para numa análise temporal e uma regressão linear simples demonstrar uma tendência para o aumento do *digital divide* entre países pobres e países ricos. No entanto é insuficiente para um enquadramento comum, que dê resposta às questões de quem (indivíduos, regiões, comunidades, países, etc.), com que características (rendimento, geografia, idade, etc.), como se conecta a quê (telefone, internet, tv digital etc.). As múltiplas combinações destes diversos factores, levam a uma série de possibilidades na definição de Clivagem Digital. Alguns autores como HILBERT (2011) consideram que não é teoricamente fazível, nem empiricamente justificável uma única definição para Clivagem Digital. Para o autor, o conceito é melhor definido em termo dos impactos desejáveis das políticas, sendo estes diversos, também diversas devem ser as definições.

Com o reconhecimento de que está em curso uma revolução da informação nas sociedades modernas e que as relações sociais, económicas e políticas são crescentemente sustentadas nas TIC e na *Internet*, vem também a verificação de que nem toda a população está incluída neste processo de reorganização social. Este facto empírico convencionou-se designar *digital divide* ou clivagem digital.

As diferenças de acesso à informação e consequente exacerbação da segregação económica e sócio espacial levaram a que a questão tivesse crescente relevo nas agendas políticas nacionais ou de organizações internacionais, tornando-se o emblema de gigantescos programas de financiamento, cujo objectivo é a suposta remoção de um obstáculo ao movimento de pessoas e lugares ao longo de um eixo temporal e espacial pré-definido do desenvolvimento.

A OCDE e o Banco Mundial definem o termo como, a lacuna entre pessoas e lugares no que diz respeito ao acesso a tecnologia de informação e comunicação (TIC) e o seu uso da internet para variadas actividades (OCDE,2008 in GRAHAM, 2011).

A União Europeia por seu lado define “Clivagem Digital”, como o desnível existente entre as pessoas, as empresas e os territórios em termos de oportunidades de aceder e de utilizar as TIC (EU, COM 129 final, 2006).

Se ligações virtuais não próximas são o pilar de uma nova economia e da sociedade em rede, então, consequentemente, estar desconectado é estar económica e socialmente ausente ou excluído da revolução do conhecimento/informação, situação que tem como consequência a polarização entre indivíduos, grupos ou regiões, exacerbando em muitos casos as já existentes assimetrias territoriais de desenvolvimento. De acordo com GRAHAM (2011), a questão do dualismo tecnológico internacional e do benefício económico e social das tecnologias de informação não é nova, embora não fosse antecipada a dimensão do impacto da internet na sociedade. Nos últimos anos o termo passou do simples acesso a *hardware* de computação, para o acesso a tecnologias de comunicação e mais especificamente o acesso à *Internet*, que se mantem o foco de todas as referências contemporâneas à clivagem digital.

Na revisão da literatura sobre a revolução da informação e da sociedade em rede, GRAHAM (2011) constata que, para grande parte dos estudiosos, aqueles sem acesso à “aldeia global” são vistos como segregados da revolução socioeconómica contemporânea em curso.

A idealização da “aldeia global” como uma realidade etérea, alternativa, simultaneamente em todo o lado e infinita, uma realidade virtual partilhada, alucinação consensual, um novo espaço distinto e separado, atribui um poder às TIC

que justifica o discurso político em torno da clivagem digital bem como os enormes fundos canalizados para a resolução do problema, sem que no entanto se consigam ainda perceber por completo os tão apregoados efeitos benéficos sobre a economia e sociedade.

Para GRAHAM (2011) a assunção de muitos autores, de que a internet é um tipo distinto de geografia torna-se fundamental na compreensão da dimensão assumida pela “Clivagem Digital”. Ciberespaço, aldeia global, mercado global, são alguns dos conceitos que levam a uma divisão dicotómica da realidade, separação de lugares e pessoas entre os que tem acesso ao mercado global e à revolução da informação e os que não conseguem acesso ou participação. Para o autor, múltiplos outros factores, para além do simples acesso, têm implicação na participação ou não na revolução da informação, factores económicos, culturais, políticos, tecnológico e pessoais, questões materiais e obstruções linguísticas e organizacionais à própria circulação no mundo digital. Estes factores levam-no a questionar a imagem problemática da internet enquanto panaceia do desenvolvimento económico afirmando – *“Acabar com a exclusão digital é muitas vezes visto como a panaceia para questões de desenvolvimento: permitindo a pessoas e lugares deslocarem-se temporalmente para a frente num caminho de desenvolvimento ao estarem mais próximos no espaço relativo aos locais da revolução da informação. (GRAHAM, 2011: 223)”*, mas reconhecendo no entanto - *“Enquanto as TIC, por si só, não podem acabar com as forças estruturais e sociais da exclusão, elas podem mesmo assim ser um poderoso ímpeto à mudança social e económica” (GRAHAM, 2011: 223).*

HILBERT (2011) assume uma perspectiva mais prática na análise da questão da Clivagem Digital, identificando na literatura quatro classes de variáveis:

1. Tipo de tecnologia de informação e comunicação em causa;
2. Escolha do sujeito;
3. Os diversos atributos dos sujeitos escolhidos;
4. Níveis de adopção, do simples acesso à efectiva utilização.

Desta identificação resulta uma matriz que permite vastas possibilidades de combinação na obtenção de definições com utilidade prática, nomeadamente pela

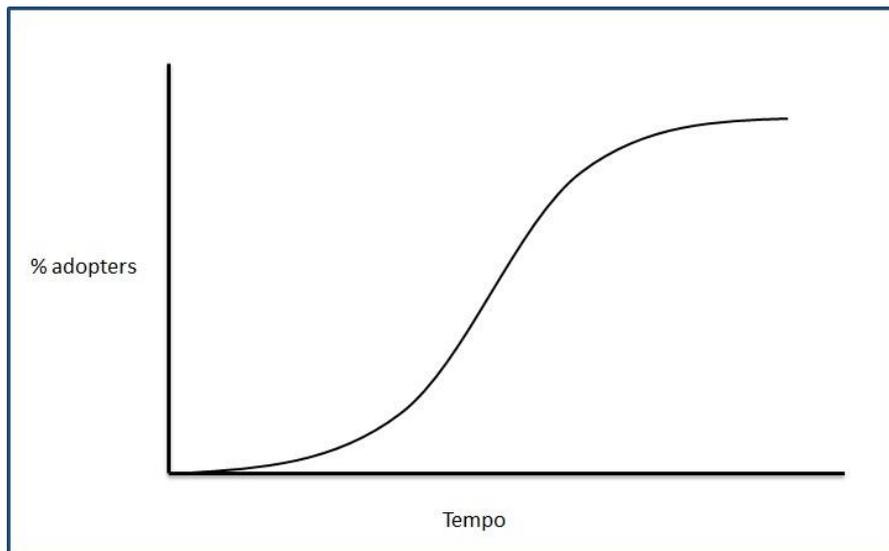
forma como as definições irão afectar a compreensão do problema e influenciar os decisores políticos.

As pesquisas sobre clivagem digital invariavelmente fundamentam a sua estruturação teórica nos estudos sobre a difusão da inovação, pelo que é pertinente no âmbito desta dissertação a sua discussão.

O conceito base da teoria da difusão, com o foco na perspectiva temporal e social na decisão individual de adopção de uma inovação, foi originalmente definido por Tarde (1903) (WHITACRE, 2010) Everett Rogers em “Diffusion of Innovations” 1962 (WHITACRE, 2010) explica a inovação como interacção de quatro elementos básicos: Uma inovação; canais de comunicação, tempo e um sistema (rede) social. A componente temporal compreende cinco categorias de *adopters*.

1. *Innovators* – Ansiosos em adoptar novas ideias, normalmente com mais anos de educação formal e maiores níveis de rendimento;
2. *Early adopters* – Modelo /exemplo para outros membros da rede social;
3. *Early Majority* – Interagem frequentemente com os seus pares. Deliberam antes de adoptar inovações;
4. *Late Majority* – Respondem á pressão. Abordam inovações com cuidado;
5. *Laggards* – Resistentes à inovação, desconfiança com a mudança, isolados.

A difusão da inovação, é portanto, o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais aos membros de um sistema social (ROGERS 2003 in HILBERT 2011). A lógica desta abordagem é a análise de redes sociais, a difusão numa rede social, tanto por contágio como por inovação é determinada pelo tipo de ligação entre os nós/indivíduos (estrutura da rede) e as características de cada um (limite pessoal de adopção). A difusão da inovação rapidamente atinge uma curva de difusão em S.



Curva da adoção (HILBERT, 2011)

A curva aumenta lentamente no início do processo quando há apenas um pequeno grupo de indivíduos inovadores, o crescimento acelera à medida que os menos inovadores (menores custos) participam no processo, por outro lado a utilidade de adoção aumenta também com crescimento do número de utilizadores.

A desigualdade de adoção da Internet é maior no estágio inicial do processo, os *early adopters* são inovadores com tolerância ao risco e à incerteza, tipicamente de estratos mais elevados da população, com mais educação formal e mais influenciáveis pelos média. Como resultado as desigualdades na adoção sobrepõem-se geralmente às desigualdades socioeconómicas já estabelecidas aumentando a clivagem entre ricos e pobres em informação.

HILBERT (2011) diferencia quatro abordagens da clivagem digital, duas centradas no que é representado em cada nó dessa rede e quais os atributos para cada nó, as outras centram-se na difusão da inovação – que tipo de inovação se propaga na rede?

Definição do nó: O que constitui o nó?

- Quem é o sujeito (país, organização, indivíduo)?
- Que atributos (rendimento, educação, tipo de propriedade, geografia, dimensão)?

Definição do Divide: Quando é que um nó está em que lado do divide?

- Que tecnologia (telefone, internet, banda larga, storage, combinação de vários)?
- Quem está conectado (acesso, utilização, adoção efectiva)?

Os sujeitos enquanto indivíduos podem ser distinguidos por rendimento, nível de educação, localização geográfica, idade e género, os sujeitos organizações pelo tipo de propriedade, dimensão, sector, geografia, maturidade e cultura de organização. Sociedades (países e regiões) podem ser caracterizadas por nível de desenvolvimento, riqueza, dimensão, geografia, etnicidade.

A escolha dos atributos é importante e define muitas vezes a natureza das políticas. Devido às dificuldades de implementação territorial das redes fixas, tradicionalmente o foco era no indivíduo e na assimetria urbano-rural, hoje o foco é cada vez mais no rendimento e nível de educação, o que leva à implicação de outro tipo de instituições no processo de combate à infoexclusão e clivagem digital.

A escolha do tipo de tecnologia pode determinar os resultados, é o caso de estudos que criam um mix de tecnologias com indicadores ponderados, telefonia, fixa e móvel, largura de banda, lares com computador com acesso, etc. Outra abordagem comum é a largura de banda ou performance, *per capita*. Estas duas escolhas exemplificam resultados diametralmente opostos, ou, como a clivagem pode estar simultaneamente a aumentar ou diminuir entre países ricos e pobres. Enquanto aumenta o acesso a dispositivos nos países em desenvolvimento, continua a aumentar a discrepância de largura de banda/performance em relação aos desenvolvidos.

Partilhando a visão do autor, medir a infoexclusão significa definir e seguir a difusão do necessário e suficiente, é uma decisão normativa e parte do processo alargado de formação da vontade política na sociedade.

A clivagem digital pode ser definida para além do simples acesso mas tendo em conta o nível de adoção digital. ROGERS (2003) in HILBERT (2011) define cinco estágios de adoção:

1. Exposição inicial a uma inovação;
2. Convencimento e desenvolvimento de uma atitude positiva ou negativa;
3. Decisão de aceder ou rejeitar a inovação;

4. Implementação e utilização;
5. Confirmação da utilidade para continuar e melhorar.

A passagem de 4 para 5 é subjectiva e depende de múltiplos factores, por exemplo, a observação de dados de diversos países revela que serviços mais sofisticados como governo, banca e comércio digitais são muito mais comuns em países desenvolvidos, enquanto em outros países a utilização da internet é sobretudo para comunicação.

A análise de diferentes níveis e padrões de adopção dependentes da capacidade de reorganização sociocultural torna claro que se assiste ao aumento da clivagem digital entre ricos e pobres, mesmo enquanto em termos de acesso e dispositivos de acesso aparentemente essa clivagem diminui.

CARLOTA PEREZ (2004) in HILBERT (2011) define três requisitos para a adopção bem-sucedida das TIC:

- a) Desenvolvimento dos serviços (infra-estrutura, fornecedores, distribuidores, serviços de manutenção etc.);
- b) Adaptação cultural à lógica das tecnologias interconectadas envolvidas (engenheiros, gestores, vendas e serviços, consumidores, etc.);
- c) Facilitadores institucionais (regras, regulação, formação e educação).

Segundo SANGMOON (2010) há controvérsia sobre se a clivagem digital está a aumentar ou diminuir, os optimistas apontam para a tese da normalização enquanto os pessimistas apontam para a da estratificação. Para os segundos, grupos já em vantagem irão manter a margem na economia digital, realçando que o tipo de uso e actividade online tem paralelo com o status socioeconómico, utilizadores de mais elevado status mais provavelmente engajam em actividades que permitem o aumento de capital.

No estudo sobre a difusão da internet com dados do Current Population survey (EUA) de 1994 a 2007, SANGMOON conclui que a adopção universal não parece provável num futuro próximo expondo razões como, custos de *hardware* e acesso, o problema das competências digitais, a questão da necessidade ou utilidade. O

processo de adopção é profundamente social, utilizadores com uma rede social pequena ou sem acesso não têm incentivo para a adopção. O correio electrónico foi o factor crítico de sucesso da internet e é a maior causa identificada na continuidade do uso, o que revela que a difusão é muito mais de natureza social do que tecnológica.

Independentemente dos diversos aspectos socioeconómicos e culturais que influenciam a adopção da tecnologia e mais especificamente a utilização da Internet, não se põem em causa a disponibilidade de infra-estrutura como factor necessário para que a mesma ocorra. Desta forma, a questão coloca-se do ponto de vista económico do lado da oferta. Em áreas rurais o investimento na rede é frequentemente inviável para os operadores dado que dificilmente conseguem obter retorno em áreas de baixa densidade populacional, por outro lado, a este incontornável obstáculo junta-se o facto de que, regra geral, a população residente nestas áreas se encontra em grupos tipicamente classificados como *Late Majority* ou *Laggards*, quer devido à sua estrutura etária envelhecida, quer devido a baixos níveis de rendimento e educação. Do ponto de vista das políticas acaba por se colocar a questão de forma inversa, questionando-se a capacidade de atracção de emprego e jovens em áreas rurais bem servidas por redes de banda larga.

Apesar da óbvia importância da disponibilização de infra-estrutura, também nos estudos sobre clivagem digital urbano-rural predominam os que defendem que políticas para combater o hiato urbano rural no acesso à banda larga não devem recair explicitamente nos diferentes níveis de infra-estrutura mas promover programas orientados à procura, como cursos básicos de computação e utilização da internet ou demonstrações de formas efectivas de utilizar estas tecnologias (WHITACRE 2010, HALE et al 2010)

Os mesmos factores do lado da procura exerceram igual influência no acesso à electricidade e telefonia no século XX, tendo também sido adoptadas políticas de financiamento público no sentido do serviço universal e cobertura do território.

Uma definição abrangente da clivagem digital pede uma ampla abordagem do desenvolvimento digital que vai muito para além da simples criação da infra-estrutura no sentido da criação de um ambiente propiciador, com criação de capacidade e formação. Ao definir a clivagem digital em termos amplos torna-se imperativo

abranjer um largo leque de expertise no desenho e execução das políticas direccionadas ao seu combate.

A existência de infra-estrutura por si só não garante a efectiva adopção, uma adopção com impactos socioculturais e económicos positivos e visíveis, no sentido da transformação social na rota de uma sociedade em rede verdadeiramente inclusiva e baseada na economia do conhecimento. Não são suficientes o envolvimento do regulador do mercado e corporações ligadas directamente no negócio das telecomunicações, é necessária a participação de agentes e organizações preocupadas com as questões complementares, sob o risco de se criarem condições legais e de financiamento (com dinheiros públicos) que proporcionam pouco mais do que o aumento do negócio de televisão por cabo.

II.1.3 Políticas e Legislação

O estudo e teorização sobre a transformação da sociedade, consequente do progresso tecnológico das TIC e dos problemas no desigual acesso às vantagens económicas e sociais da sociedade em rede, têm reflexo e materialização nas políticas para o desenvolvimento e evolução do quadro legal e regulatório, para um sector cada vez mais considerado estratégico e central nas políticas para o crescimento da competitividade, produtividade e inovação.

As políticas estratégicas para o desenvolvimento e coesão territorial têm consequência no enquadramento legal e regulatório, impactam na actividade dos operadores e regulador, bem como na gestão e ordenamento territorial, e apresentam implicações claras para o objecto de estudo, os SIG para cadastro de infra-estruturas de redes de nova geração em fibra óptica.

Como refere CASTELLS (2006), a sociedade em rede caracteriza-se por uma profunda alteração nas instituições políticas consequência do processo de globalização, o Estado da sociedade em rede não pode funcionar apenas no contexto nacional mas está comprometido com a governação global em formas de gestão conjunta de que o melhor exemplo é a União Europeia, mas que incluem outras instituições formais ou informais, internacionais ou supranacionais, como alianças militares, ONU, OCDE, FMI, Banco Mundial etc.

De facto, as políticas nacionais para o sector das TIC, os respectivos enquadramentos legais e regulatórios, resultam da transposição de directivas, estratégias para o sector e políticas para o desenvolvimento, idealizadas, discutidas e elaboradas no âmbito da referida governação supranacional. Como tal, neste ponto, propomos a análise do contexto das políticas para o desenvolvimento e do sector TIC a nível Europeu e internacional, tomando também como referência o quadro regulatório e político nos Estados Unidos da América (EUA) e paralelamente analisando o caso específico Português.

As políticas com objectivo de retirar um maior benefício da evolução associada à Sociedade da informação não são novas na União Europeia, ainda no Seculo XX foram tomadas medidas como a liberalização das telecomunicações, a instauração de um quadro jurídico claro para o comércio electrónico e a concessão de apoio à indústria, investigação e desenvolvimento.

Na preparação do Concelho Europeu de Março de 2000 (Lisboa), que daria origem à Estratégia (Agenda) de Lisboa, foi publicada, em Dezembro de 1999, a comunicação da Iniciativa eEurope – Uma Sociedade de Informação para todos (EU COM(1999) 687 final), Uma iniciativa política para lançar orientações e programas cujos objectivos seriam:

- Colocar cidadão, famílias, empresas e organismos públicos na era digital, em linha;
- Criar uma Europa digitalmente instruída, apoiada numa cultura empresarial pronta a financiar e desenvolver novas ideias;
- Assegurar a inclusão social no processo, ganhar confiança dos consumidores e reforçar a coesão social;

Na prossecução desses objectivos foram lançadas dez acções prioritárias destacando-se entre estas, o incentivo à cultura digital através da ligação de todas as escolas, ligação da comunidade científica a acessos “internet rápida”, governo e saúde em linha e alterações regulatórias no sentido de maior concorrência na oferta, de forma a tornar as ligações economicamente mais acessíveis.

A Estratégia de Lisboa colocou as TIC no centro da problemática do crescimento nas economias modernas e lançou o primeiro plano e-Europe 2002, tornou-se

prioritário para os políticos, a criação de um ambiente favorável à expansão, através de políticas públicas que pudessem estimular o crescimento da produtividade e da coesão social (LIIKANEN, 2006).

O eEurope 2002 tinha como objectivo tornar a União Europeia, até 2010, na economia do conhecimento mais competitiva e dinâmica, com melhoria do emprego e da coesão social e centrava-se no alargamento da conectividade com a Internet na Europa.

Em 2002 é lançado o plano de acção eEurope 2005, que pretendia, proporcionar um ambiente favorável ao investimento privado e criação de emprego, impulsionar a produtividade, modernizar os serviços públicos e oferecer a todos a oportunidade de participarem na sociedade mundial da informação. São reconhecidos, já em 2002, dois progressos tecnológicos recentes à data, que viriam a ser essenciais no desenvolvimento da Internet, a convergência multiplataforma e a banda larga. Estes seriam catalisadoras de benefícios sociais e económicos, da coesão e da diversidade cultural, melhorando diversos aspectos da vida das empresas e dos cidadãos, no trabalho, na interacção com família e amigos, na saúde e no relacionamento com o estado/governo. O objectivo do plano consistia em estimular, serviços, aplicações e conteúdos seguros, com base numa infra-estrutura de banda larga amplamente disponível. O plano pretendia despertar uma interacção positiva entre o melhoramento da infra-estrutura e o desenvolvimento de serviços.

As acções propostas no Plano de Acção dão prioridade à massificação da banda larga no contexto Europeu até 2005, *“A banda larga é um dos componentes mais importantes do e-Europe. Para além do seu impacto no crescimento do sector, assegura a infra-estrutura apropriada para a entrega daqueles serviços interactivos, necessários para a reorganização do trabalho e processos de produção.”* (LIIKANEN 2006: 373). De acordo com o autor, o plano de acção do eEurope 2005 era baseado na interacção entre a promoção da infra-estrutura de banda larga segura e os conteúdos atraentes nos serviços e aplicações de governo digital, e-Learning, e-saúde e e-business.

O investimento viria essencialmente do sector privado, sendo recomendado aos Estados-Membros que garantissem uma concorrência efectiva nos lacetes locais,

que levaria ao investimento, à inovação e à redução de preços. As medidas políticas deveriam incidir sobre aspectos em que a concorrência não era eficaz ou estivessem em causa objectivos políticos como a coesão territorial (cobertura).

O quadro regulatório proposto vai no sentido de incentivar a inovação e investimento através da redução da insegurança regulamentar.

Entre as acções propostas realçam-se:

- O apoio dos Estados-Membros e da Comissão à implantação de redes de banda larga em áreas menos favorecidas, com recurso a fundos estruturais e incentivos financeiros;
- Redução de obstáculos à implantação da banda larga, através da facilitação do acesso a direitos de passagem, poste, condutas, através da eliminação dos obstáculos legislativos.

Em Portugal, e ainda em 2002, a Resolução do Concelho de Ministros nº135/2002 define o enquadramento institucional da actividade do governo em matéria de inovação, sociedade da informação e governo electrónico. Nas suas intenções o diploma pretende impulsionar o crescimento e recuperar o atraso estrutural, crescendo mais rapidamente que os parceiros europeus, para isso investindo na indução de uma cultura empreendedora e inovadora, determinantes num modelo de desenvolvimento baseado na produtividade. A sociedade da informação e do conhecimento representaria a oportunidade para modernizar o estado, melhorar a relação entre cidadãos e estado e reforçar a competitividade económica.

Objectivos fulcrais da Resolução de Concelho de Ministros 135/2002 são, aumentar a adesão, confiança e motivação no acesso à internet, combater a info-exclusão e a generalizar o acesso em banda larga.

São assumidos de forma explícita os objectivos do “Plano de Acção e-Europe 2005: uma sociedade de informação para todos”, fomentar o emprego, impulsionar a produtividade e modernizar os serviços públicos e oferecer a oportunidade de participação a todos, nomeadamente através da massificação da banda larga. É criada a Unidade de Missão Inovação e Conhecimento (UMIC), estrutura de apoio ao

desenvolvimento da política de inovação, sociedade da informação e governo electrónico e lançado o Programa Integrado de Apoio à Inovação (PROINOV).

Na sequência da Resolução de Conselho de Ministros 135/2002 a UMIC apresentava a Iniciativa Nacional para a banda Larga, tendo como objectivo massificar o acesso, contribuindo para aumentar os níveis de produtividade e competitividade da economia nacional e para uma maior coesão social. A Resolução do Conselho de Ministros 109/2003 apresentava a Iniciativa Nacional para a banda Larga, cujo objectivo era assegurar que Portugal integrasse o grupo dos países líderes do eEurope 2005, até 2005, cumprindo para isso, entre outras com as seguintes metas:

- Pelo menos 50% dos agregados e 50% das empresas com mais de 9 trabalhadores com acesso a ligações de banda larga;
- 100% dos organismos públicos com acesso a ligações de banda larga;
- Nº de postos com acesso público à banda larga superior a 16/100.000 habitantes.

Eram considerados factores críticos de sucesso, a Infra-estruturas e os acessos, conteúdos, aplicações e preços, mas abordados outros factores potencialmente inibidores do acesso como, formação em TI, modernização empresarial e modernização da administração pública.

Em Junho de 2005 foi apresentada ao Parlamento Europeu a iniciativa “i2010 – Uma sociedade da informação europeia para o crescimento e o emprego”, como reflexo da crescente convergência de meios foi apontada pela primeira vez uma iniciativa que abordava simultaneamente as políticas para a sociedade da informação e políticas para os audiovisuais. Os principais objectivos apresentados prendiam-se com, a criação do espaço único Europeu da informação, o reforço do investimento em investigação e desenvolvimento em TIC e a concretização de uma sociedade da informação e dos média inclusiva.

No que toca à banda larga as medidas apresentadas na iniciativa i2010 davam continuidade aos objectivos das iniciativas anteriores, aumentar a velocidade dos serviços de elevado débito e combater a info-exclusão, introduzindo a criação de um mercado interno aberto e concorrencial para a sociedade da informação e dos média que permitisse comunicações de elevado débito, seguras e a preços acessíveis,

conteúdos de qualidade diversificados e serviços digitais. Em relação à inclusão, mantêm-se a tónica na cobertura territorial em elevado débito para facilitar a utilização de sistemas TIC a um maior número de pessoas (UE COM(2005) 229 final).

O relatório para competitividade para a Europa em matéria digital (UE COM (2009) 390 final), apresentava um balanço positivo da estratégia i2010 entre 2005 e 2009, considerando que a iniciativa tinha contribuído para modernizar a Europa do ponto de vista económico e social, resultado no aumento do número de utilizadores da internet, com destaque para grupos desfavorecidos, e na liderança Europeia no domínio da Internet de banda larga e telefonia móvel. A comunicação referente ao relatório antecipava ainda uma “nova agenda digital” para a Europa, com maior foco na investigação e desenvolvimento tecnológico, área em que EUA, Japão ou Coreia do Sul mantinham à data um notório avanço.

Em Portugal, a Iniciativa Ligar Portugal de Julho de 2005, foi um dos vectores estratégicos do Plano Tecnológico do XVII Governo e deu resposta aos desafios da iniciativa i2010 da União Europeia. Manteve-se, neste documento político, a tónica do discurso na importância da Internet e TIC no desenvolvimento e modernização da sociedade, sendo que para tal seria necessária uma “ampla apropriação social” das tecnologias (MCTES, 2005: 4). Seria portanto indispensável, a difusão por todos os sectores, o combate à infoexclusão, o desenvolvimento da investigação e do ensino, a exploração de novos produtos e serviços e uma competitividade robusta no sector. Os objectivos alinham-se totalmente com a iniciativa Europeia i2010, governo digital, regulação, I&D e estímulo crescente à adesão de todos os sectores da sociedade. São definidas metas claras quanto aos números a atingir:

- 1- Duplicação do nº utilizadores da Internet (de 25% em 2004 para 60% em 2010);
- 2- Triplicação dos agregados com acesso a banda larga (de 17% em 2004 para mais de 50% em 2010);
- 3- Multiplicação de computadores em escolas (atingir 1 comp./5 estudantes);
- 4- Preços de acesso entre os três mais baixos da Europa.

Do ponto de vista político definiram-se um conjunto de intenções claras para a modernização da sociedade Portuguesa, posicionando-a colectivamente como uma

sociedade onde conhecimento e inovação seriam valores sociais, culturais e económicos fundamentais, na qual se promoveria a inclusão, o trabalho cooperativo em rede, em que o desenvolvimento tecnológico seria instrumental na geração de riqueza, crescimento económico e emprego, crucial para a competitividade, e finalmente, onde a apropriação social das TIC seria sinónimo de uma cultura de verdade, transparência, liberdade de expressão e acesso à informação, eficiência organizativa e abertura internacional.

A crise financeira de 2007/2008 levou muitos países desenvolvidos à recessão e à diminuição do ritmo de crescimento das economias emergentes. O anúncio da lenta recuperação não tinha ainda uma clara ideia da quão lenta seria, com muitos países a enfrentarem o fenómeno do *double dip*, um segundo período recessivo quando o crescimento ainda era extremamente incipiente. A crise teve um claro impacto no sector das TIC, com os operadores a travarem o investimento no *roll out* de RNG ou *upgrade* de antigas, sobretudo devido às crescentes dificuldades de crédito mas também incerteza de retorno de investimento. A dimensão dos investimentos bem como a crescente importância dada às RNG como factor de desenvolvimento económico e social, levou a que o Estado voltasse a intervir directamente no sector.

Ainda em 2008, a Resolução do Conselho de Ministros nº120/2008, alinhada com o Plano Tecnológico, pilar para o crescimento e competitividade do Programa Nacional de Acção para o Crescimento e o Emprego - que traduzia declaradamente a aplicação em Portugal da Estratégia de Lisboa - resolvia definir como prioridade estratégica nacional a promoção do investimento em RNG e estabelecia as orientações para esse investimento. Eram então decididas uma série de acções com o foco na promoção da massificação do acesso em banda larga e a ligação em banda larga das instituições da esfera do estado (ensino, saúde, justiça, museus e bibliotecas). A Resolução lançava também as bases para o incentivo ao investimento em zonas remotas ou de reduzida densidade, bem como para a adopção de actos legislativos que garantissem o acesso em condições não discriminatória, e a todos os operadores, às infra-estruturas aptas à instalação de RNG de todas as entidades que as detivessem, bem como a eliminação de entraves à instalação em edifícios de soluções ópticas, com

alterações às regulamentações técnicas em vigor à data. Estas medidas viriam posteriormente a ser materializadas em Decreto-lei (123/2009).

As orientações estratégicas para o desenvolvimento e investimento em RNG reflectiam o enquadramento das directivas e iniciativas Europeias para o sector, nomeadamente, garantir uma atitude de confiança no investimento através do acesso aberto e não discriminatório, da criação de um ambiente de confiança e certeza regulatória, num modelo baseado na concorrência ao nível da infra-estrutura, promover um mercado das comunicações electrónicas concorrencial e garantir a remoção de obstáculos ao acesso ao mercado pelos operadores, destacando-se o apoio a investimento público em infra-estruturas de banda larga de alto débito em áreas onde as forças de mercado não encontrassem condições operacionais à oferta.

Perante os efeitos da crise nos sectores financeiro e imobiliário e a consequente quebra de confiança no consumo e no investimento, que conduziam já à contracção da economia e subida do desemprego, a CE decidiu, ainda no ano de 2008, avançar com o Plano de Relançamento da Economia Europeia, impulsionando uma rápida acção por parte da UE e Estados-Membros, que deveriam tirar partido dos pontos fortes da União, a coordenação e os enquadramentos credíveis do Pacto de Estabilidade e Crescimento e Estratégia de Lisboa, e os benefícios de escala proporcionados pelas moeda e mercados únicos.

Os objectivos estratégicos para o plano eram:

- Estimular a procura e restabelecer a confiança;
- Regressar ao crescimento sintonizando as necessidades do futuro, com reformas estruturais, apoio à inovação e criação de uma economia do conhecimento;
- Acelerar a transição para uma economia de baixo carbono.

O plano propunha “uma resposta anti cíclica de carácter macroeconómico” com um conjunto de acções que evitariam a recessão profunda e que assentavam no pacto de estabilidade e crescimento e na estratégia de Lisboa. Consistia basicamente num estímulo orçamental de 200 mil milhões de euros para um conjunto de acções prioritárias baseadas na Estratégia de Lisboa. Propunha uma flexibilização da política

orçamental permitindo aos países, na prossecução dos objectivos de curto e médio prazo, ultrapassarem o limite dos 3% do PIB nos défices públicos.

As acções propostas assentavam nos quatro domínios da Estratégia de Lisboa – cidadãos, empresas, infra-estrutura e energia, investigação e inovação. No âmbito do domínio “Infra-estruturas e Energia” era lançada a Acção 5 – Acelerar o investimento com vista a modernizar as infra-estruturas Europeias – para a qual eram mobilizados 5 mil milhões de euros para projectos no domínio da interconexão das redes europeias de energia e infra-estruturas de banda larga. No domínio “Investigação e Inovação”, a Acção 10 – Internet de alta velocidade para todos – Partia do pressuposto que as ligações de alta velocidade promoveriam a rápida divulgação das tecnologias, fomentando a procura de produtos e serviços inovadores. Era definido como objectivo 100% de taxa de cobertura até 2010, com financiamento público para *upgrade* de redes existentes, alargamento a áreas mal servidas (que os operadores não conseguissem cobrir) e promoção de investimento em redes concorrenciais em fibra óptica. Foram disponibilizados mil milhões de euros para o período de 2009/2010.

Do outro lado do Atlântico nos EUA a Federal Communications Commission (FCC), seguindo indicações políticas do Congresso, lança em 2009 o plano, Connecting America: the National Broadband Plan, cujo objectivo era assegurar o acesso à banda larga a todos os Norte-Americanos.

Partindo do pressuposto que a banda larga seria a fundação para o crescimento económico, criação de emprego, competitividade global e melhor qualidade de vida, o Congresso Norte-americano requereu uma estratégia detalhada para atingir a acessibilidade e a maximização do uso, cobrindo as áreas do comércio electrónico, participação cívica, segurança, desenvolvimento das comunidades, prestação de serviços de saúde, independência e eficiência energética, educação e formação profissional.

A influência do estado sobre o ecossistema da banda larga poderia ser exercida do ponto de vista da regulação, através reforma das políticas e da legislação, mas também directamente através de investimento e financiamento. Pretendia-se obter uma concorrência robusta, a reforma dos mecanismos do Serviço Universal (SU),

reforma das leis, políticas, *standards* e incentivos para maximizar os benefícios no sector público e garantir a gestão e alocação eficiente dos recursos.

De entre as várias acções destacavam-se, a permissão para que entidades estaduais e locais fornecessem banda larga nas suas comunidades, o estabelecimento das políticas e regras para utilização de infra-estruturas aptas à instalação de RNG (acesso a postes e outras, fixação direitos de passagem, facilitação da construção), a criação de incentivos para a disponibilidade universal (ex: Connect America Fund (CAF) 15.000 milhões USD), a criação subsídios para acesso de populações carentes, a criação de uma rede nacional de segurança com fundos de 6.500 milhões de USD.

Tratava-se pois de um plano ambicioso nos objectivos de longo prazo (10 anos):

- 1- 100 Milhões de lares com acesso min. 100/50 Mbps (*up/down*) a custos acessíveis;
- 2- Liderança mundial na inovação móvel com a maior e mais extensa rede;
- 3- Todos os Norte-Americanos com acesso a serviço e literacia digital;
- 4- Todas as comunidades com acesso mínimo de 1 Gbps em instituições ancora;
- 5- Rede nacional de segurança e emergência em banda larga;
- 6- Capacidade de registo e gestão do consumo energético em tempo real por todos os cidadãos;

Entre as recomendações do plano figuravam a criação de um repositório central da banda larga como recurso público para informação.

Em 2009 foi também aprovada a lei *“The American Recovery and Reinvestment Act”* um pacote de estímulo económico que, entre outros, tinha como objectivo a aceleração da implementação de redes de banda larga em áreas rurais sem serviço ou mal servidas, ou instituições estratégicas com potencial para a criação de emprego ou geração de benefícios públicos significativos, dedicava um total 7.200 milhões de USD em programas de incentivos e subsídios a projectos relacionados com banda larga.

Como já referido, o Decreto-Lei 123/2009 de 21 de Maio, materializou o conjunto de orientações estratégicas com vista à prossecução do objectivo da promoção do investimento em RNG. O decreto fixou os princípios gerais enformadores

de todo o regime, designadamente, os princípios da concorrência, do acesso aberto e não discriminação, da eficiência e da transparência.

Paralelamente ao regime que visava a remoção e atenuação das barreiras à construção de infra-estruturas para alojamento de RNG, proceder-se-ia à criação de um Sistema de Informação Centralizado (SIC), repositório de informação sobre cadastro de infra-estruturas detidas pelas entidades da área pública e operadores de telecomunicações.

Reafirmava-se o direito à utilização do domínio público para implantação, passagem ou atravessamento, através de procedimentos céleres, não discriminatórios e adequadamente publicitados, com harmonização da taxa municipal de direito de passagem. A consagração do direito de acesso em condições de igualdade, transparência e não discriminação, também pressupunha a implementação do SIC, que deveria conter informação relevante para assegurar, quer o direito de utilização do domínio público, quer o direito de acesso a infra-estruturas aptas por parte dos operadores. O SIC seria de importância central para o acesso à informação das infra-estruturas por parte dos operadores, podendo consistir também num auxiliar para o planeamento de outras redes e no ordenamento do território. Todas as entidades detentoras de infra-estruturas aptas e todos os operadores, ficariam obrigados ao fornecimento de informação georreferenciada das infra-estruturas e condições e procedimentos para o acesso e utilização. Como tal, seria uma imposição legal para todas as entidades e operadores, a elaboração de cadastro e a implementação de procedimentos de resposta rápida e não discriminatória a pedidos de informação.

Foram também, de acordo com os já enunciados princípios enformadores do regime, redefinidas as regras técnicas para construção das infra-estruturas em loteamentos, urbanizações e conjuntos de edifícios (ITUR), bem como para a construção das mesmas em edifícios (ITED), estabelecendo um novo regime jurídico que garantisse a não monopolização do acesso.

Ainda em Maio de 2009, foi lançado o primeiro concurso público de um total de cinco, para instalação, gestão, exploração e manutenção de redes de comunicações electrónicas de alta velocidade em zonas rurais, para um total de 140 municípios sem oferta de banda larga. O concurso previa a aplicação de 50 milhões de euros de

financiamento público para infra-estrutura de redes de “Nova Geração de Acesso” NGA das zonas rurais. As redes a implementar estavam sujeitas à obrigatoriedade da oferta grossista durante um período de vinte anos, cobrindo um mínimo de 50% da população do concelho, num prazo de vinte e quatro meses e com um débito mínimo de 40Mbps (sentido descendente).

No relatório, *“Confronting the crisis: ICT Stimulus Plans for Economic Growth –* da International Telecommunications Union (ITU), publicado ainda no decorrer do ano de 2009, é reafirmada a importância do investimento nas TIC no contexto do combate à recessão e retorno ao crescimento económico e mencionados vários casos e exemplos dessas políticas. São também explicitados argumentos a favor do investimento público no sector das telecomunicações, um sector em que o Estado foi gradualmente forçado a ceder a sua posição a favor dos privados nas últimas duas a três décadas. A argumentação baseava-se nos efeitos multiplicadores no crescimento económico a longo prazo. Os estudos econométricos – levados a cabo sobre séries estatísticas em períodos de crescimento económicos – assim o justificavam. Existiriam portanto fortes externalidades no investimento, com poucas possibilidades de fuga capitais e com um enorme retorno social, só possível com a agregação do investimento público. Segundo o relatório o investimento em RNG e TICs representaria um investimento de longo prazo em infra-estrutura nacional e de base de conhecimento, capaz de gerar crescimento económico robusto e durável. *“Com base nisto muitos países da OCDE incluíram TIC e banda larga nos seus planos de estímulo, com novos financiamentos públicos para infra-estruturas nacionais de banda larga. Depois de duas décadas de participação privada o estado está de volta e há sinais de crescente envolvimento público no financiamento do roll out de redes e infra-estruturas em números países.”* (ITU, 2009: 10).

O relatório advertia para questões problemáticas como, a escolha por parte dos Estados, de tecnologias, de vencedores ou comunidades, com distorção da concorrência, bem como o aumento da clivagem digital entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, caso estes últimos não optassem por investir nesse tipo de infra-estruturas.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), publica também em 2009 o relatório: *The Impact of the Crisis in the ICT's and their Role in the Recovery* - O documento descreve a forma como os Estados da OCDE estavam a criar pacotes de estímulo económico e a importância das TIC nesse contexto. Os programas de estímulo centravam-se no refinanciamento da banca, incentivo da procura de curto prazo e protecção do emprego. Enquanto importante para as TIC a intervenção do Estado para contrariar a pressão da procura negativa, mais importante seria a “ingerência” no lado da oferta, com o objectivo de criação de condições favoráveis à inovação e crescimento económico de longo prazo, em muitos casos directamente com investimento em infra-estrutura ou aplicações.

A comunicação da Comissão ao parlamento Europeu - *Uma Agenda Digital para a Europa (ADE)* (CE COM (2010) 245 final/2) no verão de 2010, surge enquadrada com a *Estratégia Europa 2020*, que definia linhas para a saída da crise e preparação para os desafios da década seguinte. A estratégia era acompanhada de um plano para bons níveis de emprego, produtividade e coesão social e construção de uma economia hipocarbónica, que lançasse a Europa numa rota de crescimento inteligente, sustentável e inclusivo tendentes a uma economia e uma sociedade crescentemente digitais.

A ADE visava definir o papel das TIC na prossecução desses objectivos, concebendo um roteiro para o sector TIC, com o foco na internet, que maximizasse directa e indirectamente o potencial económico e a inovação, com os reflexos positivos para a economia, a sociedade e os cidadãos, que vinham sendo apregoados ao longo da década anterior.

Foram elencados os obstáculos à exploração do potencial das TIC e aos quais deveria ser dada uma resposta e que consistiam em:

- Fragmentação dos mercados digitais,
- Falta de interoperabilidade;
- Cibercriminalidade
- Falta de investimento em redes – havia que garantir a implantação e acesso a banda larga para todos a débitos crescentes, facilitar o investimento em redes

rápidas, abertas e concorrenciais através de incentivos ao investimento privado complementado por investimento público direccionados.

- Insuficiente investigação e inovação;
- Falta de Literacia e qualificação em matéria digital;
- Oportunidades perdidas de resposta aos desafios sociais;

A ADE definia inequivocamente a internet com acesso rápido e ultra-rápido como fundamental para o crescimento, emprego e prosperidade na Europa. *“A economia do futuro será uma economia do conhecimento baseada em redes, que terá no seu centro a internet.”* (CE COM (2010) 245 final: 22).

A estratégia Europa 2020 tem como principais metas, fazer chegar a banda larga a todos Europeus até 2013 e garantir que, até 2020 todos os Europeus tenham acesso a débitos superiores a 30 Mbps, e que 50% ou mais dos agregados familiares terão ligações à Internet com débitos superiores a 100 Mbps.

A ADE introduziu o conceito de cobertura universal para serviços de banda larga, prevendo um quadro comum Europeu para as políticas nacionais. As políticas seriam direccionadas à redução dos custos económicos e administrativos da implantação das redes sendo um dos exemplos a seguir *“(...) a regulação dos direitos de passagem e o mapeamento das infra-estruturas passivas existentes adequadas a cablagem.”* (CE COM (2010) 245 final: 22).

Foi ainda reafirmada a política de financiamento público das redes de telecomunicações em banda larga; *“Os instrumentos de financiamento nacionais, da UE e do BEI deverão ser utilizados para investimentos em banda larga bem direccionados em zonas onde, do ponto de vista comercial, há poucos motivos para investir e onde, por conseguinte, apenas uma intervenção focalizada desse tipo pode garantir a sustentabilidade dos investimentos.”* (CE COM (2010) 245 final: 22).

Foram também incluídos na ADE incentivos à instalação de redes de acesso ultra-rápido ou acesso da próxima geração (APG), visando a consecução do objectivo de cobrir um mínimo de 50% dos agregados familiares a 100Mbps ou mais, mantendo-

se critérios de regulação, respeito pela concorrência e promovendo co-investimentos e mecanismos de partilha de riscos.

A Acção-Chave 8 – previa a adopção de uma Comunicação sobre banda larga que incluísse o reforço do financiamento e crédito, a política de espectro e medidas regulatórias de incentivo. Entre as obrigações dos Estados-Membros figuravam a de elaborar e por em prática um plano nacional para a banda larga, medidas e imposições legais para facilitar o investimento como a regulação de direitos de passagem e o mapeamento das infra-estruturas passivas.

No Sec. XXI, a evolução das políticas e estratégias para o desenvolvimento, a todos os níveis de governação, tem sido fortemente influenciada pela revolução tecnológica das TIC e pela convicção, da grande maioria da comunidade académica e científica e experts da indústria, de que o caminho para o desenvolvimento socioeconómico das sociedades passa pelo aumento da produtividade, da competitividade e da inovação, sustentado cada vez mais em redes de nova geração de banda larga.

No relatório da ITU e da UNESCO de 2011, *“Broadband a Platform for Progress”*, a banda larga é considerada fundamental para que países e comunidades tirassem partido da revolução das TIC de forma a progredir nos “objectivos de milénio” definidos pelas Nações Unidas como metas para 2015, e que consistem em:

1. Reduzir a pobreza extrema e a fome;
2. Alcançar o ensino primário universal;
3. Promover a igualdade de género e o empoderamento das mulheres;
4. Reduzir a mortalidade infantil;
5. Melhorar a saúde materna;
6. Combater o VIH/SIDA, a malária e outras doenças;
7. Garantir a sustentabilidade ambiental;
8. Criar uma parceria mundial para o desenvolvimento.

Os países incapazes de o fazer perderiam a oportunidade de colher os benefícios económicos e sociais da banda larga.

Com base na “evidência” dos seus poderosos efeitos económicos e numa visão global da importância da banda larga na criação de sociedades do conhecimento, o relatório partilha a estratégia da ADE, uma coordenação dos esforços entre o sector privado e os Estados no sentido de produzir investimento com efeitos multiplicadores, conducentes ao desenvolvimento socioeconómico, através da promoção da competição e estímulo do fornecimento nos termos de um mercado justo. Para tal são cobertas as questões políticas, de regulação, gestão do espectro e relativas ao Serviço Universal (SU).

O relatório constitui mais um documento produzido sob a influência directa da indústria, a afirmar a importância da banda larga, listando cerca de cem estudos económicos e estatísticos sobre o seu impacto no emprego e crescimento económico, afirmando que a banda larga como panaceia para os problemas do desenvolvimento. Aponta casos de sucesso de investimento público e indica alguns dos princípios gerais que deveriam reger a implantação de uma rede nacional de banda larga como por exemplo, independência tecnológica, separação entre infra-estrutura de suporte, oferta grossista (rede física) e retalhista (serviços), partilha de infra-estrutura, promoção da provisão em áreas rurais etc.

É introduzida o tema do Serviço Universal de banda larga, sendo afirmado que os países estariam a incluir a banda larga como parte das obrigações de SU, citando o exemplo da Finlândia como o primeiro país a declarar, em 2009, a banda larga como um direito legal de todos os cidadãos, mas que mais de dois terços dos 132 países com definição de SU já teriam mandatado a banda larga.

De acordo com DUARTE, MADUREIRA E MATIAS-FONSECA (2010) no seu estudo sobre o Serviço Universal em Portugal, o conceito de SU parecia acabado nos anos 90, com a chegada das telecomunicações móveis e a ampla cobertura do território, no entanto com o surgimento e crescente relevância das RNG o tema voltaria a estar no debate Europeu, antevendo-se uma novo capítulo na história do SU.

Com ou sem SU, com ou sem pressão da indústria, assiste-se a actualmente uma expansão acelerada da cobertura de RNG, com forte apoio estatal directo e indirecto. Esse facto leva a que a questão mapeamento e cadastro das redes e das infra-estruturas aptas ao seu alojamento seja de extrema importância, quer no contexto político e de regulação, quer por consequência directamente na actividade dos operadores. No caso Português a opção técnica foi a da criação do SIC e obrigatoriedade de fornecimento de dados por parte de todas as entidades, operadores ou detentores de infra-estruturas aptas. Ainda está para ser demonstrada a eficácia de um projecto dessa magnitude, que inclua a compatibilização de dados de inúmeras fontes e formatos, bem como de que formas serão – efectivamente - obrigadas as entidades a fornecer e manter actualizados os dados necessários a um sistema útil, sobretudo quando se tratem de entidades de pequena dimensão e sem grandes recursos. A ANACOM publicou em 2010 a deliberação final relativa à consulta pública do SIC, na qual é definida a informação a ser fornecida por operadores e entidades detentoras de infra-estrutura aptas à instalação de RNG e que será objecto de análise mais profunda neste estudo.

No exemplo Norte-americano, a Autoridade Reguladora (FCC) criou um projecto de cadastro, com 56 áreas atribuídas em concurso, com um investimento total de 102 milhões de USD. São reconhecidas as dificuldades na integração de dados de vários fornecedores, nas especificações técnicas, no entrave dos operadores na disponibilização da informação e nos métodos de obtenção, verificação e validação da mesma. De acordo com HENRY (2010) o braço de ferro com os grandes operadores, sobre a informação a fornecer, levaram à perda de detalhe de informação pondo em causa a utilidade do sistema tanto do ponto de vista do regulador como da informação ao público, no entanto positivamente demonstraria, como facto incontornável, a incomportabilidade dos custos de cobertura de algumas áreas.

II.1.4 Mercado Média e Telecom

O ponto 2.1.3 Mercado Média e Telecom procura apresentar as principais condicionantes aos sistemas de cadastro SIG de redes de telecomunicações em fibra óptica que derivam da evolução do mercado das telecomunicações e média.

Pretende-se uma breve análise da recente evolução do mercado, que deriva do enquadramento regulatório e evolução tecnológica, resultando numa dinâmica de constante mudança.

No último século as telecomunicações transformaram a forma de comunicar e tornaram-se uma *utility* identificadas com o grau de desenvolvimento das sociedades modernas, nas últimas décadas assistiu-se a uma alteração do paradigma regulatório no sentido da abertura do sector à iniciativa privada, através de uma moldura liberalizante que estimulasse maior oferta e redução de preços. Por outro lado, com base na evolução tecnológica digital, assiste-se hoje a uma crescente convergência dos actores de mercado, baseada no forte aumento da capacidade das redes e na diversidade de serviços, que resulta numa forte integração empresarial em grandes conglomerados de média e telecomunicações.

A evolução do mercado em Portugal não é substancialmente diferente da maior parte dos países Europeus, identificando-se claramente duas fases, monopólio incumbente e liberalização do mercado (DUARTE, MADUREIRA, MATIAS-FONSECA, 2010). A liberalização ditou o fim do monopólio estatal e o acesso aberto a infra-estruturas de suporte como condutas, postes ou torres. Surgem diversos novos intervenientes no mercado com oferta de serviços de telecomunicações e acesso internet, numa mesma década em que o *boom* das tecnologias móveis com o *global system for mobile telecommunications* (GSM) ou o acesso fixo via rádio (FWA).

Assiste-se a uma fragmentação dos mercado do acesso fixo com os operadores a centrarem a sua estratégia comercial na oferta de serviços *double-play*, voz e Internet, mas não travando a crescente fuga de subscritores para o serviço de telefonia móvel.

Como já demonstrado nos anteriores capítulos, no séc. XXI o desenvolvimento da tecnologia IP (*Internet Protocol*) banda larga e em particular da fibra óptica vem acelerar a revolução no mercado, as TIC são apresentadas como o novo motor do desenvolvimento social e crescimento económico. O acesso internet em banda larga impõe uma transformação completa do mercado, tanto do ponto de vista da oferta como da procura, levando à reformulação de estratégias comerciais e mesmo empresariais no sector.

Neste cenário, os operadores oferecem serviços agregados de voz, vídeo (televisão) e internet *triple-play*, assistindo-se também a uma rápida integração do serviço móvel, em um novo conceito de marketing, o *quadruple play*. É curioso observar como operadores de voz passaram a oferecer serviços de vídeo para controlar a fuga de clientes para outros operadores (*churn*) e gerar maior rendimento por cliente, ou como os operadores de vídeo/televisão por cabo, aproveitaram as políticas de concorrência para diversificar o negócio com oferta de voz. O facto é que em meados da década passada a oferta de serviços agregados, vídeo, voz e dados era já comum à escala global e era a estratégia de negócio. (SEO, 2007). Esta mudança levou à diminuição de margens na indústria mas também a uma maior concorrência na oferta com reflexos positivos para o consumidor.

De acordo com um estudo sobre oferta *triple-play* em 69 cidades nos EUA, a diferenciação na oferta dos operadores é feita sobretudo no serviço de vídeo, minimizando a distinção no preço (LEE,2009). Este facto aponta para que o serviço mais valorado pelo consumidor e principal motor da decisão na adesão ao *triple-play* e na escolha do operador é de facto a televisão.

Assistiu-se portanto neste período, a uma intensa competição, com operadores de voz a oferecer serviços de IPTV, servindo televisão/vídeo através de uma conexão de banda larga e os operadores de televisão por cabo a oferecerem serviços de voz através de telefonia sobre IP, *voice over internet protocol* (VOIP). Esta dinâmica de mercado levou a que os operadores vissem no *triple-play* uma estratégia essencial na procura de crescimento de mercado. A estratégia de marketing tem como objectivo aumentar a presença no mercado, manter os actuais subscritores e aumentar o rendimento médio por subscritor.

Ao observar a evolução do comportamento dos consumidores média em Portugal, CARDOSO, ESPANHA e SOARES (2006) concluem que em 2003 “*em todos os escalões etários, grupo socioprofissionais ou região de origem: a televisão é o média favorito, tanto para o entretenimento como para a informação.*”(P308).

Depreende-se portanto destes estudos, que apesar da importância atribuída à banda larga no contexto do desenvolvimento social e crescimento económico, o motor da implantação das redes de banda larga é a televisão, é neste componente da oferta

agregada que os operadores mais tentam a diferenciação, é ainda este o média preferido pelos consumidores.

II.2 Sistemas de Informação Geográfica e Cadastro

No ponto 2.3 Sistemas de Informação Geográfica e Cadastro, pretende-se estudar a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica nas telecomunicações, através da análise de ferramentas comerciais, pesquisas e casos de estudo disponíveis na literatura, que cobrem diversas fases desde o processo da implantação até à operação das redes de fixas de telecomunicações de banda larga em fibra óptica, como planeamento, implantação/construção, cadastro/inventário. São também abordadas soluções implementadas pelas autoridades reguladoras nacionais para o mapeamento e cadastro das redes dos operadores.

Já foi observada a importância da banda larga como infra-estrutura para a competitividade, desenvolvimento económico e progresso social, bem como o facto de estar a ser crescentemente considerada como uma *utility* e consagrada como um direito dos cidadãos. A cartografia de qualidade torna-se por isso essencial para suporte a decisões relacionadas com a banda larga, seja do ponto de vista da indústria, seja do ponto de vista de decisores políticos e reguladores, seja ainda da perspectiva do consumidor, que pretende aceder a informação relativa às diferentes redes (JOHNSON, 2011).

Decisores políticos e legisladores pretendem conceber medidas regulatórias na prossecução do objectivo da cobertura global, estabelecendo uma concorrência aberta e uma abordagem neutra, mas também, como já foi observado, detectar as áreas nas quais as forças de mercado não serão capazes de servir as populações e para as quais deverá haver lugar a intervenção pública.

Do ponto de vista da indústria, cartografia e informação geográfica são fundamentais nos processos de planeamento, desenho, implantação ou *upgrade* para redes de banda larga de nova geração, bem como para a sua gestão e operação.

Os sistemas de cadastro e mapeamento da banda larga beneficiam também os consumidores que precisam ver satisfeitas as suas crescentes necessidades de largura de banda, seja através da acção do estado na cobertura do território ou no serviço

universal, seja pelo acesso directo a informação de suporte à tomada de decisão na contratação de serviço.

O mapeamento da banda larga torna o mercado mais competitivo, com redução de barreiras à entrada e a sua implantação é mais fácil de prever e intervir, caso necessário. Mais exposição, mais certeza e mais informação levam a uma maior confiança e a uma indústria mais saudável (JONHSON, 2011).

A actividade dos operadores e prestadores de serviços de telecomunicações, tal como em outras redes de distribuição, tem um carácter eminentemente espacial. Como tal, a indústria é inerentemente consumidora e produtora de cartografia. O conhecimento da localização de infra-estruturas próprias ou concorrentes, de clientes ou subscritores, infra-estruturas de suporte e mercados potenciais é essencial no desenvolvimento da actividade.

A oferta de serviço é determinada pela proximidade física de equipamento de rede, pela presença ou não da concorrência, limitada pelas características e tipologia do edificado, infra-estruturas de suporte ou taxa de adopção estimada para uma determinada população, entre outros factores de carácter espacial ou territorial que condicionam a implantação das redes.

Nos anos 90, à medida que se tornaram disponíveis em PC, os SIG iniciaram a sua expansão para o mercado comercial. As *utilities* e as telecomunicações possuíam a combinação indispensável para serem dos primeiros utilizadores da tecnologia, necessidade premente e fundos disponíveis (DRUMMOND e FRENCH, 2008). Os SIG foram inicialmente desenvolvidos como sistemas proprietários e especializados, aplicações *stand-alone* em *workstations* (DRUMMOND e FRENCH, 2008), nas telecomunicações frequentemente os primeiros utilizadores eram técnicos especializados com conhecimento específico das aplicações e sistemas departamentais, em áreas como planeamento ou optimização de redes (CAJIC ET AL, 2006).

Nos operadores e nessa fase de desenvolvimento dos SIG, existia portanto um número limitado de utilizadores especialistas, com um custo elevado associado a *know-how*, ferramentas e dados.

A expansão da base tecnológica – capacidade de *hardware*, internet, massificação da utilização do GPS e avanços nas comunicações móveis - veio revolucionar a utilização da tecnologia geo-espacial, ultrapassando mesmo o âmbito corporativo/Institucional para o mercado de massas.

Esta expansão da base tecnológica permitiu o desenvolvimento em plataformas TI mainstream, como os sistemas de gestão de bases de dados (SGBD) institucionais, de que são exemplos mais comuns Microsoft SQL Server e ORACLE, as arquitecturas cliente servidor *web-enabled* e o acesso móvel (DRUMMOND e FRENCH, 2008).

O processamento e a análise de dados espaciais estão crescentemente dependentes da utilização de SGBD e não dos SIG convencionais. Segundo Hall e Yeung (2007) os conceitos e técnicas utilizadas nos sistemas de bases de dados espaciais são hoje retirados dos princípios e métodos gerais dos sistemas de bases de dados tal como evoluíram na última década. Estes trouxeram a tecnologia espacial, até meados dos 90s *stand-alone* para o *mainstream* das TI, integraram os projectos de aplicações específicas SIG no mundo das bases de dados de múltiplos propósitos, nas estruturas de suporte do dia-a-dia para gestão e suporte à decisão. Esta abordagem melhorou a relação custo-benefício através da integração com ambientes de computação institucionais *mainstream* que permitiu a centralização de dados espaciais e de negócios em um único sistema para um processamento mais eficiente. Maximizando o retorno do investimento pelo aproveitamento do *know-how* do dep. TI, partilha de recursos para administração da infra-estrutura, utilização dos mesmos procedimentos de segurança, optimização, protocolos e procedimentos de *backup*.

“O processamento contemporâneo de dados espaciais é implementado mais como um componente da infra-estrutura TI do que uma aplicação departamental stand-alone”(HALL E YEUNG, 2007: 21). Segundo os mesmos autores, esta abordagem não só articula o uso de informação espacial nos domínios das aplicações convencionais como também fornece a ponte para a interoperabilidade das aplicações com as tecnologias de informação *mainstream*.

Por outro lado a evolução das plataformas *web-enabled* associam-se ao processamento e a gestão centralizados da informação, viabilizando clientes leves, de fácil manutenção, sem instalação de *software*, com baixas necessidades de formação

de utilizadores e possibilitando uma elevada escalabilidade. Estas vantagens estão ainda associadas à proliferação dos dispositivos de acesso, resultando numa melhor relação custo-benefício, na multiplicação exponencial do número de utilizadores e no aumento do retorno potencial do investimento em SIG (CAJIC ET AL, 2006) (JIN e XIAO-FANG, 2010).

De acordo com Hall e Yeung (2007) a institucionalização das SDB não significa o fim do SIG tradicional existindo uma divisão do trabalho em que se desempenham papéis distintos mas complementares. O SIG para resolução ad hoc de problemas, SDBS para suporte à decisão e funções de gestão da informação. Dentro da infraestrutura de gestão da informação a SDBS preocupa-se com o processamento e pré-processamento de dados dentro da BD para programas de análise e modelação. Uma típica SDB tem capacidades limitadas de captura de dados e tem que ser alimentada por SIG (levantamento de campo; detecção remota; digitalização de cartografia), bem como é limitada a sua capacidade de análise e modelação. O SDBS pode também ser usado sem o SIG através de visualizadores *web browser*.

Se a utilização e a necessidade de informação geográfica nas telecomunicações precede a disponibilidade dos SIG modernos no sector, estas tem tido no entanto um enorme crescimento nas últimas décadas, directamente relacionado com o aumento do número de intervenientes no mercado. De facto, a liberalização do sector implicou uma maior concorrência e um maior número de instalações e utilizadores, mas também, com a diminuição de margens e da rentabilidade do negócio, obrigou a uma gestão mais controlada das operações e um estudo mais racional nas decisões e opções para a sua expansão.

O crescimento da Internet e do tráfego digital conduziu a um aumento da dimensão e complexidade das redes, gerando necessidades de novos recursos para a sua administração (CUQUE ET AL, 2008) (DIMITRESCU E SMERREANU, 2010). O crescimento dos requisitos de banda larga foi explosivo nos últimos dez a quinze anos com a explosão do tráfego digital (ex: partilha de ficheiros, *streaming* de vídeo, *cloud computing*) e a procura crescente de HDTV. As necessidades de largura de banda foram progressivas neste período, tanto na rede de acesso como no *backbone*. A esta tendência acrescem ainda as políticas e pacotes de estímulo à banda larga e tendentes

a reduzir a incerteza regulatória, levando á explosão no *roll-out* de redes de FTTx (BOESSCHE ET AL, 2010).

Da análise da literatura sobre o tema do presente estudo é de realçar a pouca atenção que este tem merecido por parte da geografia ou ciências relacionadas com o território, sobretudo observado o papel determinante e decisivo atribuído às redes de nova geração no âmbito do desenvolvimento económico e do progresso social. Não obstante, é possível encontrar algumas publicações, comunicações e artigos, propostas de desenvolvimento aplicacional e casos de estudo. Os exemplos encontrados revelam abordagens parciais sobre a utilização da tecnologia, mas que em conjunto fornecem uma visão mais abrangente do uso dos SIG associado às redes de banda larga de nova geração com base em fibra óptica.

O carácter parcial da maior parte das publicações na bibliografia está relacionado com o foco das respectivas pesquisas ou artigos, normalmente numa fase específica da implantação ou operação das redes, por exemplo, na construção, no planeamento ou no desenho.

A dinâmica do desenvolvimento de sistemas e aplicações está sobretudo associada as indústrias Telecom e de desenvolvimento de *software*, embora se encontrem contribuições e análises da sua evolução por parte da academia, muitas vezes em consorciação com a própria indústria.

Exemplo disso é a utilização de técnicas de inteligência artificial no desenvolvimento de *knowledge-based expert systems* com base em SIG, pelo Departamento de Tecnologia Electrónica da Universidade de Sevilha em parceria com a Enditel (Endesa), para implementação de uma aplicação sobre o SIG GE SmallWorld, para desenho automático de redes híbridas fibra-coaxial (HFC) (CUQUE ET AL, 2008).

O sistema baseia-se em modelos de dados dos elementos de rede complexos e um motor de inferência para, com base em dados SIG, automatizar tarefas de grande esforço manual, poupando tempo e recursos na fase de desenho da rede de acesso, com forte incidência no *last mile*, a ligação do terminal óptico ao cliente final, onde há uma maior capilaridade da rede. Utilizando os dados espaciais, o motor de inferência

espoleta uma série de regras que permitem automatizar a escolha do tipo de transmissão, o *layout* das redes e a colocação dos elementos.

Há que apontar que o sistema não leva em consideração dados de mercado, funcionalidades de *geomarketing* ou de planeamento mas simplesmente, perante um determinado número de pontos a ligar e com base nos dados físicos, desenha de forma optimizada a rede cobrindo uma determinada célula. Em conclusão os autores advertem que numa percentagem de cerca de 10% das modelações não existe um *output* correcto ou que possa ser posto em prática. Logicamente, por se tratar de um processo automático com base na modelação da realidade, haverá sempre um conflito entre a simplificação e a complexidade do espaço e com a multiplicidade de condicionantes do território.

Um sistema desta natureza deve estar obrigatoriamente em contínua evolução e adaptar-se a distintas tipologias de malha urbana e edificação, a outros factores físicos específicos de diferentes geografias em que possa ser aplicado, ou a especificidades político-administrativas, burocráticas e comerciais, relacionadas com a variedade de infra-estruturas de suporte que podem estar em causa.

Do ponto de vista do desenho da rede outros sistemas foram implementados e demonstrados e que incluem o desenvolvimento do *business case* para a avaliação da implantação de redes FTTH ou FTTB, (BOESSCHE ET AL, 2010). Neste caso, os autores propuseram-se a redefinir as estratégias de implantação, através da inclusão de bases de dados de SIG e de projecções de *geomarketing*, de forma potenciar o retorno do investimento.

As estratégias tradicionais seriam, ou de minimização do custo para uma determinada área, ou da maximização da cobertura para um determinado investimento. A utilização de dados demográficos, de caracterização do edificado, das infra-estruturas de suporte e outros, permitem a identificação de *clusters* nos quais se antecipa uma maior taxa de adopção, possibilitando um maior retorno para um determinado investimento fixo.

Para demonstração da sua tese, foram criados três cenários de cobertura com dados reais da cidade de Kortrijk (Bélgica) utilizando o *software* FiberPlanIT.:

- Cobertura total da cidade;
- Cobertura parcial (a máxima cobertura dentro de uma restrição orçamental);
- Cobertura parcial com máximo retorno.

Os autores partem de vários pressupostos para simplificação da análise, como por exemplo:

- Implantação *greenfield* (não existe implantação de outra rede);
- O ROI é um valor fixo de taxa de ligação para cada subscritor (não são contabilizados possíveis serviços passíveis de serem oferecidos sobre rede);

O algoritmo que define o *roll-out* trabalha ao nível de *clusters* de 100 a 300 lares, dimensão relacionada com a operacionalidade da implantação FTTH. A análise demográfica permite a categorização e classificação dos lares, atribuindo-se a cada uma das classes diferentes índices e curvas de adopção. No estudo a base de dados geográficos foi reduzida ao essencial e considerada apenas a implantação em conduta, podem no entanto ser acrescentados custos de construção, tipo de pavimento e valas ou distintos meios para implantação (subsolo, fachada, aéreo).

Através de projecções com base nas taxas de adopção estimadas e para a taxa fixa de ligação, os autores concluem demonstrando um maior retorno para o terceiro cenário, da utilização de análise de *geomarketing* para identificação dos *clusters* potencialmente mais rentáveis, resultando num mais rápido *breakeven* para o investimento.

Outros exemplos de desenvolvimento aplicacional estão mais relacionados com a gestão e operação da rede. É o caso da implementação de uma aplicação WebSIG para suporte gráfico a pedidos de ligação (*wiring*) na China Telecom (JIN e XIAO-FANG, 2010), que apresenta algumas reflexões sobre arquitecturas WebSIG e adopção da arquitectura Microsoft .NET de três níveis – Camada de apresentação, camada lógica e camada de dados, ou o do desenvolvimento de raiz de uma aplicação para descrição e inventário da infra-estrutura de redes de nova geração em fibra óptica por Dimitrescu e Smerreanu (2010).

Este último estudo consiste numa abordagem a nível académico e especificamente da programação, que embora exiba um grande rigor na modelação dos equipamentos de rede (Cabo, Junta de Fusão, ODF, Equipamento de Transmissão), despreza elementos fundamentais à gestão da rede, como o cadastro das infra-estruturas de suporte (condutas, postes, caixas ou câmaras de visita). Do ponto de vista da rede de transporte e da conectividade denota um bom conhecimento da sua estrutura, modelando ao até ao nível do encaminhamento (routing) e mapeamento da fusão (*splicing*), quer para as várias fibras de cada tubo e cada cabo, quer nas juntas de fusão e nas terminações ópticas (ODF) com as respectivas ligações aos equipamentos de transmissão. No entanto, peca por ignorar toda a problemática de gestão e operação associada a questões de dimensão e características físicas, bem como da propriedade das infra-estruturas de suporte e dos domínios em que estas se localizam.

A evolução do SIG departamental, especializado e intensivo em know-how, para uma solução institucional integrada com os sistemas mainstream de TI, é detalhada por CAJIC ET AL (2006) com a descrição de um projecto real em um operador na Croácia. O artigo apresenta um *case study* ilustrativo da transição que a indústria de software geo-espacial sofreu nas duas últimas décadas.

O projecto pretendia localizar e integrar o máximo de dados com componente espacial no novo sistema, que permitiria distribuir informação de forma controlada e fácil utilização. A missão definida para o projecto era dar acesso a um número alargado de utilizadores não técnicos ou especialistas a informação de apoio à tomada de decisão, suporte na preparação de materiais e relatórios com componentes espaciais.

O projecto foi desenvolvido nas linguagens de programação C# e ASP.NET, em tecnologia ESRI, utilizando o *middleware* para bases de dados espaciais ArcSDE sobre SGBD ORACLE e com o servidor de mapas ArcIMS a funcionar com o *web server* Microsoft Internet Information Services. A utilização de plataformas de desenvolvimento e integração com sistemas *mainstream*, necessária à passagem da tecnologia *standalone* para cliente-servidor, introduziu, na implementação de soluções SIG, novos e necessários conceitos de gestão de projecto. No artigo é descrita toda a abordagem do ponto de vista de gestão de projecto, com relevo para a importância da definição das várias fases ou passos, resultantes em outputs mensuráveis, sujeitos à

avaliação e aprovação por uma estrutura alargada/representativa de acompanhamento.

II.2.1 Soluções SIG Telecomunicações

A indústria de *software* desenvolve e comercializa aplicações e ferramentas, que compõe plataformas completas para desenvolvimento e implementação de soluções SIG, que vão do utilizador técnico especialista de uma aplicação departamental, às soluções institucionais ou corporativas, cobrindo arquitecturas cliente servidor em plataforma web, soluções para bases de dados espaciais, componentes para desenvolvimento ou aplicações para dispositivos móveis para os vários sistemas operativos correntes.

Utilizando essas plataformas da indústria múltiplas soluções são desenvolvidas envolvendo diversos intervenientes, empresariais, académicos, indústria de software, operadores e prestadores de serviços ou fornecedores de equipamento para telecomunicações.

Não é objectivo deste ponto uma análise exaustiva das soluções comerciais disponíveis, mas a título de exemplo, pretende-se descrever algumas que podem ilustrar o estado da arte ou que são mais comumente adoptadas pela indústria.

Desenvolvido pela COMSOFT o FiberPlanIT está organizado em dois módulos Simulator e Designer. O FiberPlanIT Simulator permite simular a implantação em uma determinada área possibilitando a escolha da melhor estratégia de desenho para o retorno mais rápido do investimento, responde à questão de onde implantar e com que tecnologias, através de estimativas produzidas com base em dados espaciais. O FiberPlanIT designer define os *distribution clusters* (células associadas a um ponto de distribuição) e desenha automaticamente a cobertura, permite afinar o desenho excluindo ou incluindo um determinado ponto de ligação com base, por exemplo, em informação de levantamento de campo, e recalcula automaticamente todo o processo. O desenho gerado inclui, edifícios, cabos, pontos de distribuição. Pode também calcular automaticamente a rede de *backbone* para alimentação dos pontos de distribuição. Podem ser extraídos diversos relatórios de *bill of materials* com custos de materiais, equipamentos e implantação estimados. O FiberPlanIT consiste numa

solução parcial para planeamento e desenho que em um âmbito mais alargado de utilização da tecnologia geoespacial teria que ser complementada com outras.

Um exemplo de uma solução parcial eventualmente complementar é o SDT GIS Overlay System, uma solução da SDT empresa de prestação de serviços e construção de infra-estruturas que desenvolveu uma solução para dispositivos *handheld* com GPS, utilizada na fase de construção, em que os encarregados da obra enviam em tempo real e através de comunicações sem fios, o desenho e atributos dos elementos da rede, contribuindo para uma maior transparência do progresso do projecto, aumento da qualidade dos entregáveis e redução futura de custos de manutenção de longo prazo. Após sincronização dos dados estes são acessíveis através de dispositivos móveis em iOS (iPad, iPhone) ou em Android, o que permite um fácil acesso a dados, por exemplo, por parte de equipas de manutenção.

Sobre plataforma Pitney Bowes MapInfo a Dynamic Design disponibiliza a solução FTTX, Rapid Network Planner e Connect Master. A arquitectura inclui um cliente desktop em MapInfo Professional FTTx Rapid Network Planner, que abrange todas as funcionalidades para inventário físico de infra-estruturas de rede e de suporte (valas, condutas, cabos, juntas de fusão, *splitters* ou terminações), permite o desenho manual ou automático com base em regras de negócio configuráveis e apresenta diversos outputs, sejam planos de construção, relatórios de fusões, esquemáticos ou *bill of materials*. A ferramenta suporta o planeamento e desenho de várias arquitecturas de rede em fibra óptica, edição e geração de relatórios, possibilitando o uso imediato dos dados após a construção. A aplicação trabalha com SGBD *standard* e é integrada com o Connect Master, desenvolvida em plataforma MapXtreme, integra um módulo MS VISIO para geração de diagramas, layouts de pisos e ainda um *query builder* para exploração da base de dados de inventário. O desenvolvimento da aplicação é modular:

- Gestão recursos físicos – módulo central, permite modelação, criação e relacionar inventário;
 - OSP – Valas, postes, condutas, subcondutas e cabos;

- ISP – Racks, subracks, painéis auxiliares e contentores associados (armários, bastidores);
- Detalhes FO – Fusões, patching, conectividade;
- Conectividade – gestão, edição e relatório;
- Gestão de recursos lógicos – modelação das estruturas e topologias da rede de transmissão.
 - Segue relações entre *layers* de transmissão;
 - Cria circuitos incluindo conexões cruzadas em equipamentos de transmissão;
 - Modela *multiplexers*, cartas, portas, *switches*, aberto à configuração de qualquer equipamento;
 - Conectividade *end-to-end* de circuitos e serviços;
 - Suporta múltiplas tecnologias;
 - Relatórios de capacidade, esquemático, geográfico ou tabular.
- SIG Mapeamento – visualização e edição geográfica da rede, inclui suporte servidor de BING *Maps* e motor de georreferenciação;
- Gestão e automação de desenho – Módulo desenvolvido em MS VISIO para esquemáticos, diagramas de circuitos, esquemas *racks* ou plantas de equipamentos e infra-estruturas ISP, com associação entre objectos gráficos e BD de inventário;
- Análise de eventos e impacto – módulo para gestão da operação e manutenção com análise do impacto de eventos sobre a infra-estrutura e os clientes;
- Gestão de projectos – Gestão e calendarização de implantação e projectos operacionais. Suporte a equipas de planeamento e desenho com o sistema de inventário. Agrupamento de elementos de rede relacionados com projectos de construção, definição de fases de projecto, *bill of materials* calendarização e relatórios para *supply* e logística;
- Ordens de trabalho – Gestão da mudança na rede, permite gravar as mudanças relacionadas com a conectividade física e lógica (conexões e roteamento) a ser

executada quando a alteração entra em acção output pode ser entregue aos trabalhadores de campo para execução.

- Administração – Modulo para administração da solução: Definição de planos de *backup e restore* da BD; Gestão de utilizadores e licenças; Diagnóstico; Sistema de configuração; Interface de dados com outros sistemas *OSS/BSS*; Criação e desenho de relatórios;

A Norte-americana Advance Fiber Optics Inc empresa de serviços na área da implantação e instalação de redes, desenvolve desde o início dos anos 90 *software* para planeamento, desenho e cadastro de redes de fibra óptica. A solução OSPInSight é apresentada em vários módulos em que a ferramenta central de entrada de dados e mapeamento é o OSPInSight-EDIT disponibilizado sobre MapInfo Professional ou ESRI ArcMap, o *software* está desenvolvido para dar suporte ao planeamento e desenho de novas implantações criando documentação em paralelo com a construção através de diversas ferramentas analíticas e de relatório, integra na totalidade o MS Visio. A solução é escalável e inclui visualizadores desktop ou web, de baixo custo para acesso a toda a informação de cadastro/inventário por parte de utilizadores de áreas não engenharia como vendas e marketing, com funcionalidades de pesquisa (*query*), visualização e impressão. Outro dos módulos disponibilizado é o OSP InSight SpliceGUI, um interface gráfico para *splicing* (gestão das juntas de fusão e terminações) que pode ser utilizado a partir do EDIT ou em modo *stand-alone* conectado à base de dados OSPInSight, cada cabo, cada tubo e cada fibra são representados graficamente de forma individual permitindo de forma fácil e intuitiva criar ou alterar *splicing*. Pode ser utilizado a partir dos visualizadores mas sem as funcionalidades de alteração da BD. Finalmente são disponibilizados módulos para administração do sistema que permitem verificar e validar a integridade dos dados em base de dados e criar e personalizar relatórios facilmente exportáveis para outras aplicações.

Existem outras soluções igualmente direccionadas para a cobrir todo o processo de implantação de redes, é o exemplo do Network Engineer da Telcordia desenvolvido em plataforma ESRI, ArcMap. A solução pretende abranger as fases de planeamento, desenho, construção, inventário ou cadastro e gestão, para as mais variadas tecnologias de rede. Inclui modelos de dados bastante complexos de

elementos *standard* de rede, mas é aberto à criação de modelos para elementos específicos. A complexidade da elaboração dos modelos torna-a extremamente avançada mas acaba por gerar um produto fechado com formatos proprietários e de grande complexidade de gestão. Tem processos de validação avançados para a passagem de estado de ordens de trabalho (gestão de projecto) bem como gestão avançada de utilizadores e versões com a sincronização em plataforma de SGBD através das ferramentas ESRI ArcSDE e ArcCatalog.

O Network Engineer disponibiliza um conjunto de módulos, ferramentas e aplicações para as fases de implantação da rede já mencionadas, e ainda desenho/desenvolvimento de modelos para componentes e equipamentos, análise de redes e gestão da conectividade e esquemáticos, podendo integrar também módulos para levantamentos (*field survey*) ou para integração com *OSS/BSS*. Para além disso, apresenta funcionalidades bastante avançadas para gestão da rede, permitindo também a gestão ao nível de cada fibra individual, para cabos, juntas de fusão (*splice closure*), terminações (ODF) e equipamentos de transmissão.

Permite também extrair relatórios de fusão, esquemáticos ou fazer *trace* e criar relatórios para os circuitos de transmissão definidos.

O Network Engineer está desenhado para gestão de elementos Outside Plant (OSP) e Inside Plant (ISP), possibilitando associar diversos tipos de ficheiros e esquemas para descrição de dados de inventário de elementos dentro de instalações.

Em termos de arquitectura apresenta uma separação por camadas, dados, serviços e clientes, funcionando com componentes cliente e servidor, sobre a plataforma ESRI e SGBD ORACLE ou MS SQL SERVER.

As ferramentas de *software* disponibilizadas pela indústria variam no grau de cobertura do processo de implantação, gestão e operação das redes de telecomunicações em fibra óptica. No entanto, as mais completas cobrem os aspectos essenciais do processo de implantação e da operação das redes: planeamento, desenho, construção, inventário ou cadastro, gestão e manutenção.

Com a evolução dos SIG as soluções vão de encontro às necessidades do mercado e são integradas com plataformas TI *mainstream*, apresentadas em formato

escalável, com centralização da gestão dos dados. Cobrem os vários graus de necessidade da multiplicidade de utilizadores no universo da indústria das telecomunicações, do técnico SIG com aplicação *stand-alone* para desenho e planeamento da rede, ao engenheiro de campo com um qualquer dispositivo móvel para localização de equipamento ou entrada de dados, aos utilizadores em áreas de marketing ou vendas, na definição de áreas de mercado para target de produtos/serviços.

II.2.2 O Sistema de Informação Centralizado (SIC) ICP-ANACOM

Com vista a assegurar a cobertura nacional em banda larga, potenciar a actuação da autoridade reguladora e aumentar a eficácia dos recursos empregues na implantação de redes, foi decidida a implementação do Sistema de Informação Centralizado (SIC), solução tecnológica para promoção da optimização de processos de centralização de objectos cadastrados georreferenciados (ICP-ANACOM, 2010)².

Decorrente do DECRETO-LEI nº123/2009 de 21 de Maio o SIC tem como objectivo a disponibilização de informação relativa a infra-estruturas aptas ao alojamento de redes de comunicações electrónicas, consistindo-se como um instrumento estratégico no desenvolvimento destas redes e importante auxiliar no planeamento de outras redes e do ordenamento do território.

O SIC incluirá informação relativa aos procedimentos e condições para atribuição de direitos de passagem, anúncios de construção de infra-estruturas, o cadastro georreferenciado de todas as infra-estruturas aptas (incluindo ITUR públicas) e procedimentos e condições para o seu acesso e utilização.

Pretende-se que o sistema venha a funcionar como ponto de ligação entre a administração do território e os intervenientes no mercado, possibilitando a partilha de encargos, redução de custos e do número de intervenções para processos de construção e implantação de redes de nova geração.

² ANACOM, Autoridade Nacional das Comunicações, Concurso Público para Implementação e Gestão de Sistema de Informação Centralizado (SIC), Caderno Encargos, Novembro 2010, disponível online em: http://www.anacom.pt/streaming/cadernoEncargosSIC23Nov2010.pdf?contentId=1060285&field=ATTACHED_FILE

As seguintes entidades estão obrigadas por lei ao carregamento de informação de cadastro no SIC:

- Estado, regiões autónomas e autarquias locais;
- Entidades sob tutela ou intendência do estado, regiões e autarquias, nomeadamente na área das infra-estruturas, rodoviárias, ferroviárias, portuárias, aeroportuárias, de abastecimento de água, saneamento e transporte e distribuição de gás e electricidade;
- Outras que detenham, ou explorem, infra-estruturas no domínio público;
- Empresas de comunicações electrónicas;
- Entidades que detenham infra-estruturas aptas ao alojamento de redes de comunicações electrónicas utilizadas pelas empresas de comunicações electrónicas;

É fundamental para o funcionamento do projecto a continua actualização da informação, estando as entidades abrangidas obrigadas a manter o cadastro actualizado com informação descritiva e georreferenciada de condutas, caixas e câmaras de visita e infra-estruturas associadas.

O acesso ao SIC será remoto, utilizando uma rede privativa e possibilitará aos operadores a verificação da disponibilidade de infra-estruturas aptas ao alojamento de redes de comunicação electrónica, a consulta de condições de acesso e ainda publicitação de projectos de construção, contribuindo para a prossecução dos objectivo de cobertura nacional de banda larga.

Obviamente para o sucesso de um projecto desta natureza são necessários graus elevados de exigência do ponto de vista de robustez e segurança da solução. A arquitectura foi definida para garantir o carregamento e gestão de um subconjunto do cadastro georreferenciado de todas as entidades abrangidas, com cobertura nacional e sua disponibilização via Internet através de interfaces e *Web Services*.

A Arquitectura da solução é dividida em três camadas

- a) Camada de apresentação – canais/portais, vertentes Internet, Extranet e Intranet, suporta interfaces de interacção devendo garantir a compatibilidade com web

browsers, acessibilidade e usabilidade, suporte para utilizadores com necessidades especiais e interface de utilização *web-enabled* de acordo com standards do *World Wide Web Consortium (W3C)*;

b) Camada Lógica – regras de negócio, componentes aplicativos, lógica e regras de validação e normalização, configuração/parametrização:

- i. *Web Services*
- ii. Gestão perfis de utilizadores e aplicações
- iii. Gestão de acessos;
- iv. Módulos aplicativos - validação técnica (estrutura de dados); validação funcional e validação da informação; Notificação/Geração de Alertas.
- v. Motor SIG – tem como principal objectivo análise e visualização de informação georreferenciada. Usado como ferramenta de suporte para validação dos dados enviados e na preparação de informação a disponibilizar ao público e a outras entidades. O motor SIG efectuará validação de coordenadas e topológicas, terá que receber e cruzar informação enviada pelas diversas entidades com a informação cartográfica residente na base de dados de cartografia.

c) Camadas de Dados – Onde se registam as informações associadas ao sistema, informações de configuração ou geradas pelo sistema durante a sua operação.

O acesso à informação será diferenciado distinguindo-se entre ANACOM, as entidades e outros reguladores sectoriais. O SIC permitirá a criação e gestão de perfis de acordo com a utilização, com acesso a módulos aplicativos e agrupamentos de informação conforme permissões atribuídas:

a) ICP-ANACOM Gestor Operacional;

- i. Administração funcional – gestão Matriz de Objectos Cadastrais; matrizes correspondência; tratamento de excepções; utilizadores; informações úteis; carregamentos actualização dados demográficos, toponímicos e geográficos; parametrização e configuração das funcionalidades;

- ii. Administradores técnicos – gestão plataformas tecnológicas e integração; políticas de segurança e encriptação de dados; gestão de histórico; políticas de *backup*, monitorização do sistema;
- iii. Utilizador – Colaborador ICP-ANACOM consulta de informação; informação utilizador; Anúncios e procedimentos; informações úteis; mapas; pesquisas; relatórios; exportação de informação;

b) Entidades Participantes

- i. Fornecedores de informação – Acesso aos módulos de envio e de consulta de informação; consulta acesso a módulos de pesquisa; relatórios; mapas; gestão da informação da entidade; gestão informação cadastrada; informação sobre anúncios ou outros procedimentos; notificação gestão de alertas; tratamento de exceções;
- ii. Consumidor de Informação – pesquisa; relatórios; mapas; informação do utilizador; Informações uteis; Informação anúncios e procedimentos; exportação;
- iii. Outras Aplicações – perfil para interação com outros sistemas;
- iv. Público em Geral – acesso ao portal informativo para consulta de informação e pedidos de informação;

Prevê-se que o SIC assegure a disponibilização e exportação de informação em formatos *standard* e que possibilite a integração com outros sistemas, a implementação deverá ser feita de acordo com as regras definidas pelo Guia da Interoperabilidade da administração pública.

Para além disso está também previsto nas especificações do sistema a implementação de um *disaster recovery plan* identificando as principais ocorrências e as medidas a por em prática.

Para além da informação não cadastral relativa a procedimentos e condições para atribuição dos direitos de passagem e anúncios de construção, as entidades estão obrigadas ao carregamento de informação geográfica, constando dos cadastros no mínimo:

- a) Localização; georreferenciação, traçado e afectação principal;
- b) Características técnicas mais relevantes, dimensão, tipo de infra-estrutura e utilização.

São consideradas infra-estruturas aptas, redes de tubagens, postes, condutas, caixas, câmaras de visita, armários e edifícios, ou outras associadas, passíveis de serem utilizadas no alojamento ou manutenção de cabos, equipamentos ou recursos de rede, dispositivos de derivação, juntas e equipamentos de transmissão.

As especificações técnicas do SIC ANACOM definem os seguintes objectos cadastrais:

- a) Armário – conjunto de caixa ou bastidor, estanque e dos dispositivos e equipamentos alojados no seu interior;
- b) Câmara de visita – Compartimento ou caixa de acesso aos troços de tubagem subterrâneos, geralmente situados no exterior dos edifícios, através da qual é possível instalar, retirar e ligar cabos e proceder a trabalhos de manutenção;
- c) Edifício técnico – Edifícios aptos ao acolhimento de redes de comunicações electrónicas, quando a continuidade de um certo traçado de rede em conduta implicar a passagem pelo interior de um edifício técnico, por exemplo com transito através de um repartidor principal.
- d) Galeria técnica – Compartimento ou corredor contendo caminhos de cabos ou outros espaços fechados apropriados para passagem de cabos e suas ligações, cujas dimensões permitem a livre circulação de pessoas;
- e) Troço de conduta – Conjunto de condutas entre duas câmaras-de-visita adjacentes ou entre uma câmara-de-visita e a fronteira da infra-estrutura, em que a conduta corresponde a um tupo ou conjunto de tubos geralmente subterrâneos ou dispostos ao longo de vias de comunicação;
- f) Troço de traçado aéreo – Conjunto de ligações aéreas entre postes adjacentes, entre poste e fachada ou entre fachadas, sendo representado em planta através de uma linha;

- g) Poste – elemento vertical de sustentação apto a para a interligação de cabos e equipamento de traçados aéreos de redes de comunicação electrónicas;
- h) Além destes objectos cadastrais a incluir obrigatoriamente, existe ainda um objecto cadastral de inclusão facultativa – Torre – estruturas metálicas destinada à instalação de elementos radiantes de redes de comunicações electrónicas.

Os elementos mínimos a constar dos cadastros deverão incluir a sua localização, georreferenciação, traçado e afectação principal e características técnicas mais relevantes, como dimensão, tipo de infra-estrutura ou objecto cadastral e utilização;

Cada objecto cadastral deve ser caracterizado por estes elementos e ainda pelo seu estado operacional, fase de projecto, instalado em exploração, instalado não activados, em desinstalação. A tabela dos objectos cadastrais detalha os atributos de cada um dos elementos das redes.

Elementos de Caracterização		Objectos Cadastrais							
		Armário	Câmara de Visita	Troço de Conduta	Troço Aéreo	Edifício Técnico	Galeria Técnica	Poste	Torre (OPT)
Localização	Distrito	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Concelho	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Freguesia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Arruamento	x	x	x	x	✓	x	x	x
	Nº de Polícia	x	x	x	x	✓	x	x	x
Georeferenciação	Tipo	Ponto	Ponto	Linha	Linha	Ponto	Linha	Ponto	Ponto
	Sistema de Coordenadas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Coordenadas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Traçado	Subterrâneo	x	✓	✓	x	x	✓	x	x
	Suspensão	x	x	x	x	x	x	x	x
	Aéreo	x	x	x	✓	x	x	✓	✓
Afecção Principal		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Detecção		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dimensão	Diâmetro	x	✓	✓	x	x	x	x	x
	Comprimento	✓	✓	✓	✓	(OPT)	✓	x	x
	Largura	✓	✓	x	x	(OPT)	✓	x	x
	Altura	✓	✓	x	x	(OPT)	✓	x	x
	Cota	x	x	x	✓	(OPT)	x	✓	✓
Tipo de Utilização	Acomodação de cablagem	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
	Acomodação de equipamentos	✓	x	x	x	✓	x	x	x
	Dispositivos de junção/derivação	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x
Estado Operacional		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fig. Objectos cadastrais SIC Fonte: ICP-ANACOM

- Georreferenciação – Sistema de coordenadas: EPSG: 3763(PT-TM067ETRS89);
- Estado operacional – se um dado objecto se encontra disponível para ser utilizado na rede: 01 - em projecto; 02 – Objecto instalado e em exploração; 03 – Objecto instalado não activado; 04 – Objecto em desinstalação;

Os dados geográficos deverão ser apresentados em formato *standard Shape file* (SHP); XML ou Excel.

O SIG incluirá cartografia de enquadramento em formatos vectoriais e *raster* com a utilização da cobertura nacional de ortofotomapas do Instituto Geográfico Português (IGP) e informação vectorial de carácter estatístico, administrativo e de

endereçamento, com elementos (*features*) geográficos dos tipos polígono, linha e ponto. A codificação da divisão administrativa deve ser a do Instituto Nacional de Estatística (INE) – distrito, concelho, freguesia; As delimitações terão por base a Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) do IGP. Está previsto o fornecimento de metadados de acordo com a norma ISO 19115 – *Core Metadata*, devendo ser utilizada a ferramenta de edição de metadados MIG Editor do Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG).

O SIC deverá implementar procedimentos de controlo de qualidade com vista à verificação de regras topológicas, transformação de coordenadas ou preenchimento de metadados, sendo definidos procedimentos e desenvolvidos módulos de validação técnica e funcional.

O WebSIG do SIC permitirá a visualização de informação geográfica de contexto e cadastro, permitindo realizar as operações:

- Seleccionar a área a visualizar no mapa;
- Navegação e exploração (zoom/pan);
- Identificação de atributos dos elementos através do mapa;
- Filtrar a informação visível por entidade;
- Pesquisar por atributos e localizar em mapa;
- Efectuar medições de áreas, perímetros, comprimentos de linha e distâncias interactivamente com o mapa;
- Criar áreas de influência;
- Realizar operações algébricas entre objectos georreferenciados;
- Efectuar selecção por intersecção;
- Guardar consultas;
- Imprimir;
- Exportar informação para formatos *standard*;

O projecto de implementação do SIC ANACOM não teve andamento por contestação dos resultados do concurso público e aparentemente, não existindo ainda informação disponível quanto a uma decisão de adjudicação ou repetição do procedimento concursal (apesar de em acórdão de 30 de Janeiro deste ano do Supremo Tribunal Administrativo não ter dado provimento ao recurso da ANACOM em contestação da impugnação do resultado do concurso, dando um prazo de 5 dias para alteração da adjudicação ou repetição de todo o processo concursal³).

Para quem tem o conhecimento empírico das dificuldades no relacionamento com a administração do território e entre os diversos intervenientes no sector, em processos de planeamento, desenho e implantação de redes, o formato definido para o SIC, a dimensão e complexidade do projecto, bem como a necessária colaboração das mais variadas entidades no carregamento e actualização da informação - por vezes sem recursos para cumprir com as imposições legais- não auguram um futuro risonho ao Sistema de Informação Centralizado da ANACOM.

Se por um lado a liberalização do mercado “libertou” o estado do peso do sector e proporcionou uma concorrência positiva para o consumidor, por outro lado impõe uma crescente actividade de regulação que implica custos acrescidos para entidades do estado ou sobre a sua tutela, a par com o financiamento público ao sector privado, na senda de uma cobertura global de banda larga que caminha no sentido do serviço universal.

³ Acórdão do Supremo Tribunal Administrativo, Processo 0993/12, 2ª Subsecção do CA, Relator: Políbio Henriques, disponível online em:
<http://www.dgsi.pt/jsta.nsf/35fbbbf22e1bb1e680256f8e003ea931/d209a6292e285d1980257b1e00455eca?OpenDocument&ExpandSection=1>

III. METODOLOGIA E CONCEITOS PARA DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO

O capítulo III Metodologia e Conceitos para Desenho e Implementação pretende introduzir os conceitos e abordar as questões metodológicas associadas ao desenho, implementação e gestão de projectos na área das tecnologias de informação (TI), mais concretamente para projectos de bases de dados espaciais, e delinear a proposta de cadastro de infra-estruturas para redes de nova geração.

Como já referido anteriormente, a evolução dos sistemas de informação geográfica nas duas últimas décadas foi causa e consequência da institucionalização destes por via da sua integração com sistemas de gestão de bases de dados de TI *mainstream*. A proposta de SIG para cadastro de redes é por isso centrada numa base de dados espaciais, pelo que se torna relevante começar por caracterizar os sistemas de base de dados, com o foco específico nos sistemas de bases de dados espaciais *Spatial Data Base (SDB)* e *Spatial Data Base Systems (SDBS)*.

Não pretendendo fugir ao âmbito do presente estudo são assim mesmo apresentados alguns dos conceitos fundamentais na gestão de projectos em TI e Base de Dados (BD), nomeadamente conceitos e arquitecturas de sistemas de bases de dados, modelos de dados e modelação de dados, dados espaciais e sistemas de bases de dados espaciais/SDBS, bem como conceitos e técnicas de gestão de projectos TI e gestão de projectos de implementação de bases de dados espaciais.

III.1 Bases de Dados e Bases de Dados Espaciais

III.1.1 Terminologia de Bases de Dados

Uma Base de Dados (BD) pode ser definida como uma colecção de dados estruturados, junto com um dicionário de dados (*metadata*), regras de integridade para protecção dos dados e *stored procedures* que permitem aos utilizadores aceder à BD. Um sistema de gestão de base de dados (SGBD ou DBMS) é definido como um sistema de processamento de dados que compreende a BD e o motor (*engine*) da BD, Interface de Utilização (*UI*), aplicações (*apps*) e *software* de comunicação. O objectivo

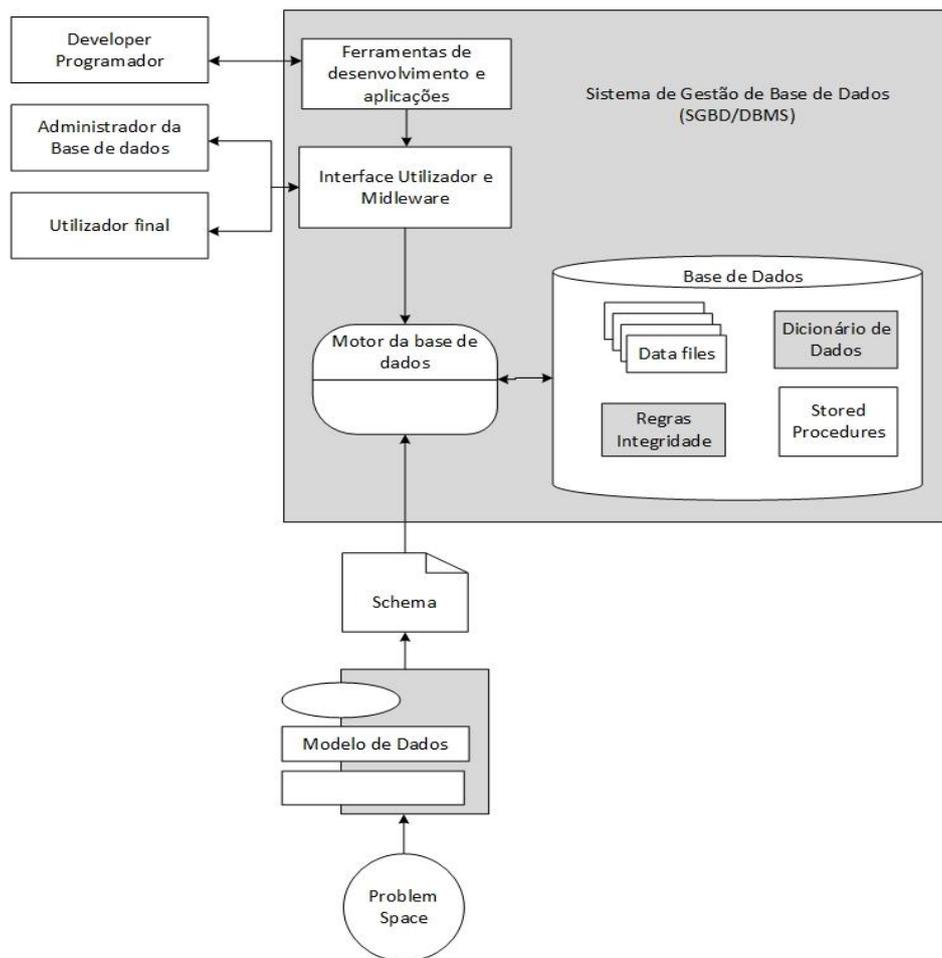
de uma base de dados é fornecer informação fiável de forma atempada para a operação diária das organizações (HALL E YEUNG, 2007).

A construção de uma base de dados começa pelo desenho de um modelo direccionado ao *problem space*, o modelo de dados é uma descrição conceptual da base de dados posteriormente traduzido no *Schema*, que representa o *layout* físico, o desenvolvimento do modelo de dados e do *schema* fazem parte do processo de desenho em projectos de implementação. A construção começa com a implementação do *schema*, com o Administrador de Base de Dados / *Data Base Administrator* (DBA) a instruir o motor ou *engine* (servidor) da BD na preparação do espaço físico no disco.

A BD inclui um dicionário de dados (metadados) que descreve o conteúdo da BD e uma série de regras de integridade para protecção dos dados. Contem ainda *views* - extracções lógicas de aspectos específicos da BD - e *stored procedures*, blocos de código *Structured Query Language* (SQL) para definição, gestão e *query* dos dados.

O termo base de dados não inclui *front-end*, interface do utilizador, nem as aplicações necessárias para processamento e análise de dados ou ainda as ferramentas de desenvolvimento utilizadas na criação de programas e aplicações. Excluí também o *middleware* de comunicação (ferramentas de *software*) para transmissão e processamento de dados via LAN, WAN ou redes globais.

Para descrever a BD e os restantes componentes associados (*engine*, UI, *App* e *middleware*) são usados os termos DBMS/DBS ou sistema de gestão de base de dados (SGBD), é comum a inclusão de uma componente humana, DBA, *developer* e utilizador final / *end-user*.



Terminologia BD - fonte Hall e Yeung 2007.

A figura permite compreender de forma mais directa os vários componentes e a terminologia própria da base de dados, do seu modelo conceptual ao SGBD e componente humana.

Os conceitos e métodos desenhados para protecção de dados designam-se genericamente como segurança e restrições de integridade e tem como objectivo garantir que os dados não sejam corrompidos, danificados, comprometidos ou destruídos. Entende-se como Segurança o conjunto de regras e medidas que são aplicadas para proteger a base de dados de uso não autorizado e/ou a modificação ou destruição do conteúdos.

Nas bases de dados modernas estão disponíveis duas modalidades de segurança:

- Segurança discricionária – implementada através de privilégios dos utilizadores, controla o acesso a determinados ficheiros de dados, registos e campos (*read-only/read-write*).

- Segurança mandatária – classifica utilizadores e dados em distintos níveis de segurança, implementa as medidas apropriadas para permitir o acesso do utilizador de um determinado nível ao nível correspondente permitido.

Na proposta de SIG existem apenas dois níveis de utilização pelo que a segurança é implementada como segurança discricionária. Existe um grupo de utilizadores de edição e administração, com privilégios read-write, e uma aplicação de consulta e visualização em plataforma *web* com apenas com acesso *read-only*.

Integridade consiste na aplicação de determinadas regras (de negócio) que governam a estrutura dos dados, tipicamente identificadas durante a fase de modelação e aplicáveis antes do carregamento, dividem-se em:

- *Domain constraints* (restrições) – tipo de dados numéricos (char, string, numérico, data etc.);
- *Key/relationship* – primária, secundária, *foreign*;
- Semântica – regra escrita onde é descrito o que é permitido ou não na estrutura ou gestão dos dados;

As transacções à base de dados são desenhadas de acordo com os princípios:

- Atomicidade – tem q ser efectuadas por inteiro;
- Preservação da consistência – Os dados permanecem consistentes (*schema*, restrições e integridade);
- Isolação – distintas transacções são independentes;
- Durabilidade ou permanência - os resultados podem ser sempre rastreados;

E com os mecanismos de controlo como: Controlo concorrente – *locks*; *Logging*; *Commitment*; *Roll back – undo*.

Os sistemas de gestão e bases de dados dispõem de mecanismos de *backup* e recuperação que garantem a reposição dos dados em caso de falhas, bem como de replicação e sincronização em casos de múltiplas localizações, que possibilitam aumentar a performance e garantir uma maior disponibilidade em caso de falhas ou de *shut down* para manutenção.

O *Structured Query Language* (SQL) é a linguagem de programação *standard* de programação, manipulação e consulta em sistemas de bases de dados relacionais, com algumas variações entre diferentes fabricantes e que é acrescentada de operadores e funções espaciais para a manipulação e *query* de dados geográficos.

III.1.2 Arquitectura

Os sistemas de bases de dados podem ser implementados nas mais diversas arquitecturas *de software* e *hardware*, do PC a *clusters* de computadores em rede. No estado corrente da tecnologia, a arquitectura cliente servidor é a principal e o modelo corrente de processamento, utilizado na solução implementada. Para o caso da aplicação de consulta e visualização complementada com a variação *web-based three-tier*, camada de dados, aplicacional e cliente, com extensões do lado do cliente (*browser*) como, *plugins*, *Java*, *JavaScript*, *ActiveX* e *VBScript*.

A computação Cliente/Servidor consiste no método de correr diferentes processos em computadores distintos partilhando recursos, foi desenvolvida a partir do fim dos anos 80 com o surgimento das diversas formas de LAN. O computador que pede o serviço é o cliente o que fornece o servidor. Um cliente pode pedir serviços a vários servidores para apenas uma aplicação, o servidor pode prestar serviços a múltiplos clientes em simultâneo. É a arquitectura crescentemente adoptada, nomeadamente cliente/servidor em três camadas – Cliente / Servidor aplicacional / servidor de BD.

III.1.3 Estrutura de Dados e Indexação

Para além dos dados da aplicação, recolhidos e armazenados pelo utilizador, o conteúdo de uma BD inclui também o dicionário de dados (os metadados), e ainda *logs* de transacções e ficheiros de controlo da BD, os quais mantêm o registo dos ficheiros de dados e dos processos que os utilizam.

No modelo de dados de uma BD relacional os ficheiros de dados (*data files*) são uma colecção de linhas/registos de dados pertencentes a uma entidade ou classe de entidade, em que cada linha representa uma instância ou ocorrência da entidade, com uma ou mais colunas, cada uma referente a um atributo ou característica daquela entidade. Os valores dos atributos estão guardados em uma tabela e em um

determinado *data type*, que descreve e limita o tipo de dados que pode ser armazenado numa coluna, bem como os limites das operações de BD que podem ser aplicados aos dados. Os *data types* podem ser classificados em quatro categorias básicas: *character ou string*; numéricos; data; Outros tipos como *Binary Large Object* (BLOB) ou *Abstract Data Type* (ADT).

A Indexação consiste num conceito e técnica fundamental em BD, elemento da estrutura de dados usado para acelerar o acesso a uma parte específica da BD. Ao indexar uma tabela, a BD adiciona uma coluna com um identificador para cada linha/registo que é armazenado em um ficheiro separado, possibilitando um melhor desempenho no processamento e no acesso a um determinado registo.

III.2 Modelos de Base de Dados e Modelação de Dados

O ponto 3.2 Modelos de Base de Dados e Modelação trata, na perspectiva teórica e metodológica, as definições de modelos de dados e modelação de dados. São explicados também alguns termos chave na modelação de dados e expostas as características das metodologias mais comuns para desenho de BD no contexto de *Systems Development Life Cycle* (SDLC) e *Data Base Development Life Cycle* e documentação, no Anexo III são detalhados conceitos como CASE (*Computer Aided Software Engineering*) e JAD (*Joint Application Development*).

No desenvolvimento do sistema de base de dados, o processo de captura dos requisitos dos utilizadores e sua transformação em especificações técnicas de implementação, designa-se genericamente como ***fase de modelação***. A utilização do modelo para assistência ao processo de desenho é uma prática *standard*, que permite validar os conceitos de desenho, avaliar alternativas, estimar custos, analisar potenciais riscos, desenvolver e refinar as especificações e visualizar possíveis resultados da implementação do desenho.

A habilidade de uma base de dados satisfazer os propósitos a que se propõe depende fundamentalmente do seu desenho utilizando os modelos definidos para vários estágios do SDLC.

Os projectos de implementação devem depender da aprovação de um modelo de dados pelos vários intervenientes (*sponsor, developer* e administrador).

No contexto do desenho de base de dados o modelo é uma colecção de conceitos, linguagens e gráficos usados para descrever a estrutura dos dados e as operações de processamento destes na BD. Mais do que os métodos na sua construção o foco do modelo é a descrição dos dados na BD (Hall e Yeung, 2007).

A sua função é servir como um plano, descrever o desenho e permitir uma comunicação eficaz entre *sponsor*, *designer*, *developer* e *end-user*.

O modelo é construído utilizando três blocos: conceitos, linguagem e gráficos. “Conceitos” faz referência aos fenómenos/*features* que são modelados. O conceito identificado no processo de modelação torna-se numa “entidade” na linguagem do modelo de base de dados relacional e em um “objecto” na modelação de uma BD orientada a objectos. Na BD o conceito identificado é referido como “*Data Object*” e a sua presença ou ocorrência é designada uma “instância”.

O desenho da base de dados é um processo evolutivo que começa com o modelo conceptual representando o mundo real a um alto nível de abstracção. O *designer* abstrai as características e propriedades de *features* do mundo real, relevantes para o objectivo da base de dados.

O modelo de dados é fundamental no desenvolvimento do projecto, constitui um meio de consolidação dos requisitos dos utilizadores, permite testar conceitos de desenho, comparar alternativas e visualizar a BD quando completada. Fornece as regras e ferramentas para documentação das decisões de desenho e especificações para a implementação final, serve como meio de comunicação e facilitador da interacção entre *sponsor*, *designer*, *developer* e *end-user*.

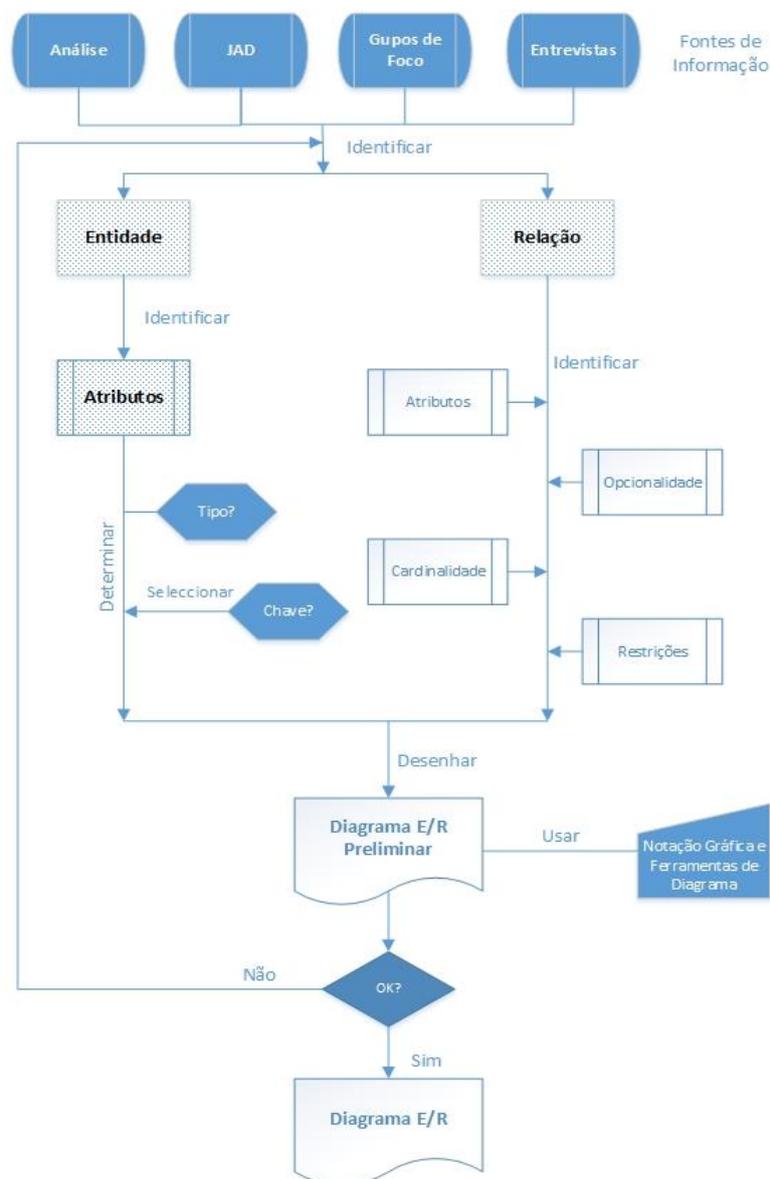
Os conceitos são desenvolvidos usando técnicas de abstracção dos dados e documentados numa série de sintaxes linguísticas e notações gráficas. No caso do presente estudo e para o projecto em causa iremos debruçar-nos sobre os modelos entidade/relação e relacional.

III.2.1 Modelo Entidade/Relação

O modelo E/R é um modelo conceptual de base de dados que descreve a um alto nível de abstracção a natureza dos dados de uma organização e a forma como são

usados. O processo de criação do modelo E/R é o primeiro passo no processo de modelação do desenho da base de dados.

Devido às perspectivas diferenciadas dos vários intervenientes sobre os dados e a sua utilização, num primeiro estágio de desenvolvimento da BD a importância da comunicação entre *sponsors* e *end-users* e o domínio técnico (*designer, developer* e administrador) é tão importante como o desenho. O objectivo principal do modelo E/R é a comunicação e registo das decisões. O modelo E/R é apresentado através de um conjunto de diagramas que expressam e descrevem os conceitos concretizando o designado diagrama E/R.



Work flow modelo entidade relação - Fonte Hall e Yeung 2007

O *workflow* da modelação E/R é uma abordagem *top-down* à modelação de dados, o seu objectivo é identificar entidades, relações entre elas e os atributos que serão necessários aos utilizadores.

A Entidade, objecto ou “*data object*” constitui o conceito central do modelo E/R, classes de entidades (partilham propriedades comuns). A relação é a associação entre as entidades que deve ser identificada univocamente, atribuída uma designação que descreve a sua função e deve ter quatro propriedades:

- i. Cardinalidade – 1-1; 1-N; N-N;
- ii. Opcionalidade – se é opcional ou obrigatória;
- iii. Restrições - regras de negócio que governam as relações;
- iv. Atributo – Característica ou propriedade de uma entidade ou de uma relação, classificados como: Simples ou compostos; Valor único ou múltiplo; Derivados – Computado a partir de outros; Chave (Key).

O conceito de processo de modelação E/R parece relativamente simples e directo, na prática é exigente e necessita de compromisso em termos de tempo e recursos.

Não existe notação *standard* mas há uma crescente tendência para utilização de *Unified Modeling Language* (UML).

III.2.2 Modelo Relacional

No desenho da base de dados o modelo relacional é um modelo de implementação de base de dados porque ao contrário do E/R não é independente do DBS.

No modelo relacional os dados são estruturados logicamente em tabelas chamadas relações. A tabela é um ficheiro de dados representando uma entidade tipo na BD relacional com:

- Nome único;
- Colunas que correspondem a atributos (*field/campo*);
- Uma ou mais colunas são chaves (*key*);

- Linha é a instância ou ocorrência da entidade (*record/registo*);
- Cada célula contém um valor que pode ser “NULL”;
- O tipo de valor armazenado numa célula é chamado *domain* e tem um significado especial no contexto de BD. São uma das formas de manutenção da integridade da base de dados (definição de valores permitidos de um *domain*, lista de nomes ou intervalo de valores)

Outra forma de manter a integridade da base de dados é a “*restrição de entidade*” que se aplica à chave primária que não pode ser NULL e a “*restrição referencial*” que se aplica à chave secundária ou *foreign key* esta restrição impede que se insira um determinado valor a não ser que já exista outra tabela.

A operação de tabelas relacionais pode ainda estar sujeita a restrições impostas por regras de negócio.

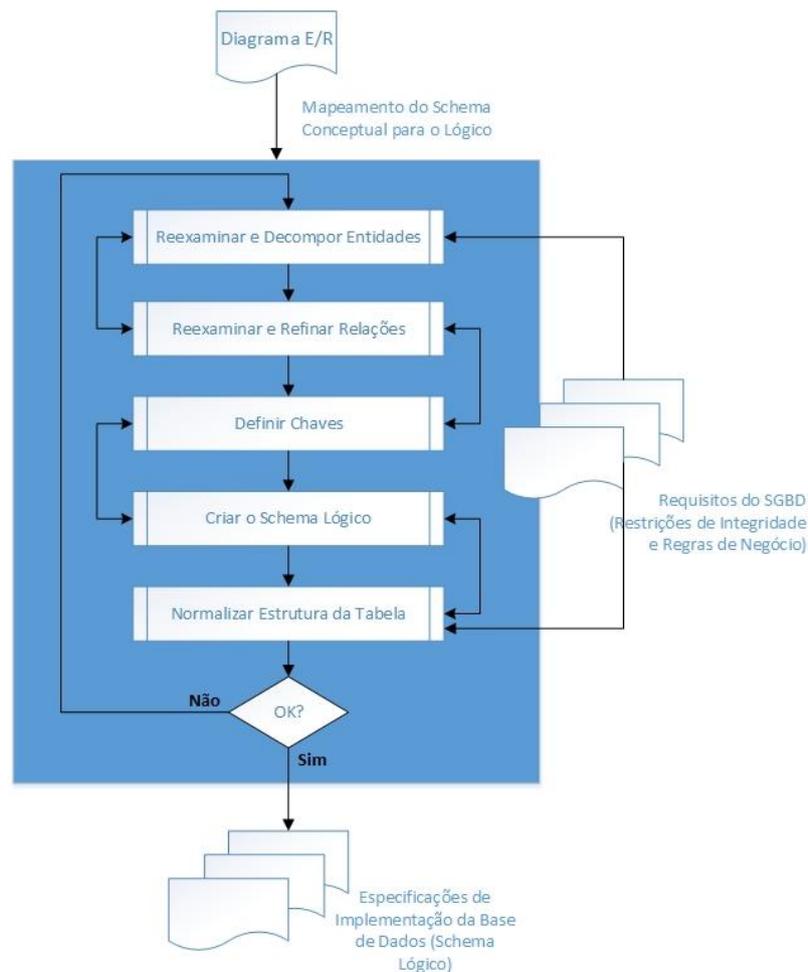


Fig. – Workflow desenvolvimento do *schema* lógico - fonte Hall e Yeung 2007

III.2.3 Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Sistemas e Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Base de Dados

De acordo com Hall e Yeung (2007) O System Development Life Cycle (SDLC) é uma descrição genérica do processo de desenvolvimento em seis fases interactivas e sequenciais: Planeamento, Análise, Desenho, Construção, Implementação e Manutenção. O facto de serem interactivas significa por exemplo que o resultado da análise pode impactar e alterar o planeamento.

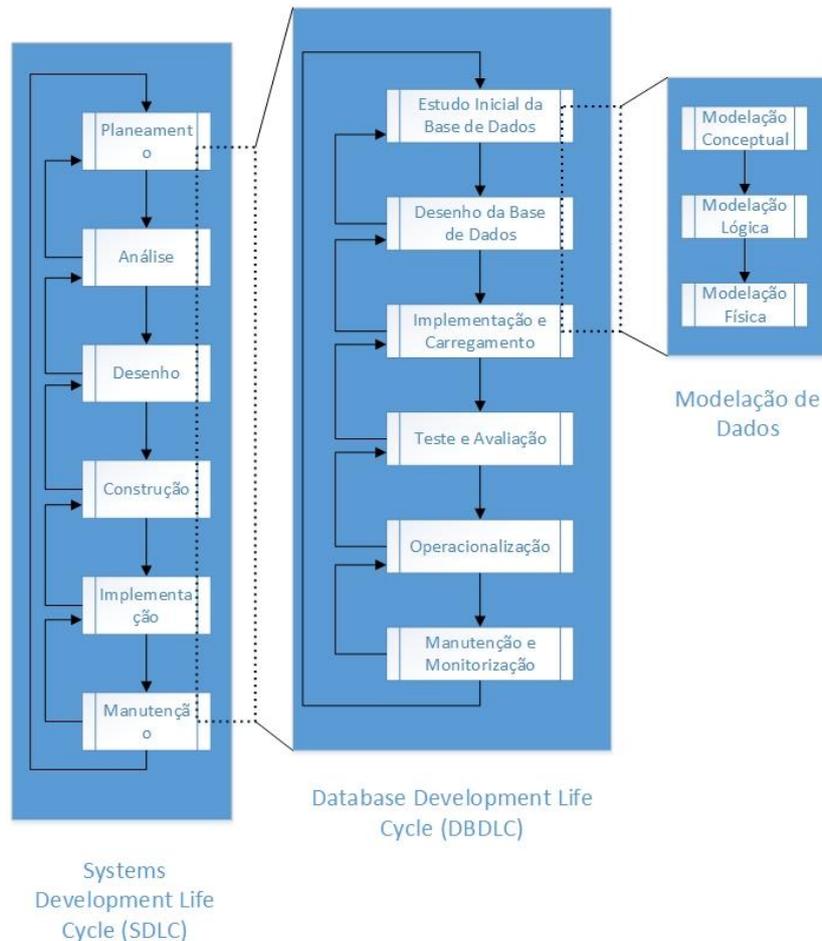


Figura – *Systems development life cycle e database development life cycle* fonte: Hall e Yeung (2007)

O DBDLC traduz-se na descrição genérica dos processos de desenvolvimento da base de dados em seis fases (figura), sequenciais e interactivas.

Actividades do SDLC.

Fases	Actividades
Planeamento	<ul style="list-style-type: none"> Entendimento inicial das funções de negócio;

	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação inicial dos requisitos dos utilizadores; • Estudo de viabilidade da implementação;
Análise	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação sistemática dos requisitos dos utilizadores; • Avaliação das práticas de negócio e operações; • Avaliação dos recursos de dados;
Desenho	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento da arquitectura de <i>hardware</i> e <i>software</i>; • Desenvolvimento de <i>standards</i> de performance de sistema; • Desenvolvimento da estrutura de dados;
Construção	<ul style="list-style-type: none"> • Programação de aplicação (ambiente de desenvolvimento); • Programação da base de dados (ambiente de desenvolvimento);
Implementação	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de <i>hardware</i> e <i>software</i> no(s) servidor(es) de produção; • Carregamento de dados no servidor de produção; • Testes e afinação do sistema; • Formação e treino de utilizadores;
Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorização e avaliação da performance; • Manutenção regular incluindo <i>back-up</i>; • Continuidade da formação e treino dos utilizadores.

Fonte: Hall e Yeung (2007)

Actividades do DBDLC

Fases	Actividades
Estudo Inicial BD	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das funções de negócio e necessidades de informação; • Identificação de problemas e restrições; • Definição dos objectivos do projecto BD; • Definição do âmbito e <i>standards</i> de <i>performance</i>;
Desenho da BD	<ul style="list-style-type: none"> • Modelação Conceptual • Selecção de <i>hardware</i> e <i>software</i> (DBMS); • Modelação lógica da BD; • Modelação física da BD;
Implementação e Carregamento	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de <i>hardware</i> e <i>software</i> (DBMS); • Criação da estrutura de dados; • Carregamento de dados incluindo conversão;
Teste e Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Testes e correcções da BD; • Testes e correcções das Aplicações;
Operacionalização	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada em modo de produção; • Formação/treino dos utilizadores;
Manutenção e Monitorização	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção regular de <i>hardware</i> e <i>software</i> incluindo gestão da mudança e upgrades; • Back-up e replicação; • Continuação da formação dos utilizadores.

Fonte: Hall e Yeung (2007)

O primeiro passo do desenho da base de dados é o mapeamento do seu *schema* conceptual para um *schema* lógico de alto nível. O *schema* é refinado incluindo detalhes adicionais como identificação de “chaves”, partição de entidades, determinação dos valores possíveis para os atributos etc. O resultado da modelação lógica é um *schema* dependente do DBMS, contendo detalhe suficiente para a modelação física da BD, determinando ainda *storage* de dados e conectividade de acesso, incluindo a localização física e repartição dos ficheiros de dados, dispositivos de *hardware* e *standards* de *performance* da BD.

Os conceitos de desenvolvimento tradicionais, centrados na tecnologia têm sido substituídos por metodologias *user-centric design* (UCD) nas quais a preocupação essencial é a usabilidade (*user-friendliness*), com desenvolvimento centrado no utilizador e o objectivo a melhoria da experiência e da produtividade. As metodologias USD são particularmente úteis como nas fases de análise desenho

O ambiente de desenvolvimento é compreensivo, guiado por objectivos de negócio claramente identificados e orientados a tarefas, com o reconhecimento das necessidades preferências e restrições do utilizador. A informação recolhida na análise UCD é cientificamente aplicada no desenho, no teste e na implementação de sistemas baseados em computador (Vrendenberg et al.,2001, in Hall e Yeung 2007).

O UCD é um sistema de desenvolvimento universalmente aceite na indústria, impulsionado por gigantes como a Microsoft ou a IBM e pedra angular de políticas e regulações públicas e privadas no uso de TI. Deve ser o *standard* na modelação nos projectos de BD.

De forma a servir de ferramenta de comunicação entre *sponsor*, designer e *developer*, as representações do mundo real obtidas durante o processo de modelação devem ser clara e precisamente documentadas. Capturar os requisitos é apenas uma parte da modelação, nenhuma tarefa é considerada completa sem a documentação apropriada. A qualidade da tarefa reflecte-se na qualidade da documentação.

Unified Modeling Language (UML) é o *standard* de facto da indústria no que toca à visualização, especificação, construção e documentação dos artefactos de sistemas de computadores, incluindo os sistemas de bases de dados.

III.3 Dados Espaciais e Sistemas de Bases de Dados Espaciais / Spatial Data Base Systems (SDBS)

Neste ponto são apresentadas algumas considerações sobre sistemas de bases de dados espaciais, dados espaciais ou geográficos.

Spatial Data Base Systems (SDBS) distinguem-se de *Data Base Systems* (DBS) em primeiro pelo requisito de armazenar “*data types*” complexos como pontos linhas e polígonos, em segundo pela capacidade e funcionalidade necessária para processar tipos de dados complexos usando operadores espaciais.

Hall e Yeung (2007) definem dados espaciais como todos aqueles que podem ser exibidos, manipulados ou analisados através de um atributo espacial que denota a localização na (ou perto da) superfície terrestre.

Apresentam duas propriedades fundamentais:

- i. Estão referenciados no espaço geográfico;
- ii. Representados a grande variedade de escalas, em pequenas escalas generalizados e simbolizados.

Os dados espaciais podem ser classificados a nível funcional como:

- i. *Base map data layers* – referência geográfica
- ii. *Framework* (enquadramento) – *layers* interrelacionados que referenciam geograficamente a actividade humana;
- iii. *Application data layers* – diversos níveis de informação recolhidos/levantados para diferentes aplicações de BD usando *Base maps* e enquadramento como base para a representação geográfica;
- iv. *Business Solution layers* – Toda a colecção de *layers* usados em conjunto para suportar operações de processos de decisão dentro de uma organização.

O OpenGIS Consortium definiu o *OpenGIS Simple Feature Specification for SQL (1999)* propondo a hierarquia do *Spatial Data Type, geometry object model*, que possibilitou que os elementos espaciais fossem armazenados em bases de dados. A geometria é usada para representar um elemento geográfico como um objecto de pelo menos um atributo de tipo geométrico na base de dados, com as seguintes *subclasses*:

- *Point, Curve, Surface e Geometry Collection*;

Nas BDs espaciais as geometrias que partilham colectivamente atributos formam um *layer* ou *feature class*.

A topologia é um campo de matemática que estuda as propriedades das figuras geométricas que permanecem imutáveis quando a forma da figura é retorcida esticada encolhida ou distorcida de qualquer outra forma sem partir (WEST et al., 1982, in HALL e YEUNG, 2007).

Aplicada aos dados espaciais é tipicamente definida como as relações espaciais entre elementos do mundo real vizinhos incluindo, adjacência, conectividade e contenção (LO E YEUNG, 2006 in HALL E YEUNG, 2007). Uma estrutura de dados topológicos garante a inexistência de erros de digitação e edição, possibilitando uma correcção geométrica difícil de obter em dados criados em estruturas de dados não topológicos, garantindo a estrutura de dados espaciais topológicos a sua utilidade em aplicações do mundo real.

A partir da introdução do formato aberto SHP deu-se uma grande divulgação e sucesso de formatos de estruturas de dados não topológicos, a chamada estrutura de dados *full-polygon* na qual todos os elementos são armazenados individualmente não sendo explicitamente armazenadas as relações espaciais entre os elementos.

Outro modelo tradicionalmente bastante utilizado em SIG em *Mapping* é o modelo *geo-relational* no qual dados ou atributos relacionados com os dados espaciais e a cada *layer* são armazenados em tabelas relacionais separadas. Os dados são logicamente associados através de FID comum. Ao usar os dados de atributos comuns em diferentes tabelas relacionadas com índices de busca ou chaves os dados podem ser unidos logicamente a pedido, durante o processamento e análise espacial.

O surgimento da BD *object-relational* veio alterar a necessidade de armazenamento separado de dados espaciais e atributos, possibilitando finalmente tirar vantagem da indexação, gestão de transacções e mecanismos de restrição para manter a integridade de dados espaciais.

Esta nova geração de SDBS, tal como as *geodatabase* ESRI, armazenam os vários tipos de dados espaciais, topologia, atributos e metadados utilizando um único

sistema de base de dados. Dados espaciais que partilham atributos são armazenados em uma única tabela com campos pré-definidos que incluem o FID, geometria e área.

A topologia é armazenada/implementada por regras de integridade numa tabela de topologia, podendo ser aplicadas numa *feature class*.

A proposta de SIG a apresentada tira partido do modelo *geo-relational* desenvolvido em tecnologia ESRI e Microsoft e disponível com a base de dados MS SQL Server, são também estabelecidas relações/regras topológicas entre as diferentes classes de *features*.

III.4 Implementação de Projectos de Bases de Dados Espaciais

A implementação de SBDS envolve mais que dados, *hardware* e *software*, factores humanos e não técnicos assumem muitas vezes um papel crucial no sucesso ou fracasso do projecto, como são o exemplo da formação, do levantamento das necessidades dos utilizadores, ou de questões legais ou de regulação.

Com o aumento da complexidade dos projectos a formação assume uma gradual importância, é necessário um plano de formação que encaixe utilizadores de grande diversidade de background.

A implementação bem-sucedida de tecnologias de bases de dados espaciais impõe também que *designer* e *developer* considerem e planeiem cuidadosamente as necessidades dos utilizadores finais antes da aquisição de software e hardware, do levantamento de dados, da criação da base de dados ou do desenvolvimento aplicativo. O processo envolve uma estratégia de desenvolvimento de sistemas que preencha o hiato entre o âmbito da base de dados na perspectiva do *sponsor* e a arquitectura detalhada da BD, conceptualizada pelo *designer* do sistema.

A abordagem para avaliação das necessidades dos utilizadores é baseada em vários princípios fundamentais das boas práticas no desenvolvimento de sistemas de informação que incluem: orientação a dados, desenho centrado no utilizador, garantia de qualidade contínua, desenvolvimento interactivo, documentação detalhada da actividade, foco na arquitectura e infra-estrutura, e adesão a *standards*.

Ainda relativamente a factores não técnicos há que fazer referência a questões legais e regulamentares relativas à implementação e aos dados presentes na base de dados, em especial as questões de direitos de utilização e propriedade. No caso do projecto em causa a legislação sectorial tem impacto directo no modelo de dados na medida em que está previsto o fornecimento de dados de cadastro ao Sistema de Informação Centralizado da entidade reguladora nacional ANACOM.

III.4.1 Formação dos Utilizadores do Ponto de Vista da Gestão do Projecto

O universo de utilizadores vai do utilizador final ao suporte da operação, definindo-se, na perspectiva da gestão de projecto, quatro tipos:

- *Sponsors* do projecto – executivos, gestão sénior e chefes de equipa ou departamento. Utilizam indirectamente a tecnologia;
- *Staff de Sistemas* – DBA, consultores, analistas, programadores. Conhecimento técnico para operação e manutenção do sistema;
- Produção e Utilizadores profissionais – Acesso frequente à BD, fazem entrada de dados ou dependem da BD como fonte para desempenharem a sua função;
- Utilizadores ocasionais.

A formação dos utilizadores deve ser adaptada e direccionada a estes grupos.

Tipos de formação:

- Organizacional – Assegura o compromisso de longo prazo e o apoio institucional, visa a manter o acompanhamento das tecnologias emergentes e da sua importância nos objectivos e missão da organização (*sponsors*) – briefings e apresentações ao nível da gestão;
- Ocupacional – providenciar ou melhorar capacidades e conhecimentos técnicos de curto e longo prazo para suporte a operações – staff de sistemas e utilizadores profissionais;
- Individual – Providenciar ou melhorar os conhecimentos e capacidades técnicas imediatas dos membros individuais do staff técnico e ou profissional;

- Popular – Manter o público em geral informado da disponibilidade e uso potencial das DBMS (publico em geral).

Do ponto de vista da gestão de projecto a formação é um processo contínuo de capacitação que procura garantir que os utilizadores estão totalmente equipados, técnica e intelectualmente, para desempenhar os respectivos papéis na implementação e utilização efectiva da SDB. O objectivo é endereçar o esforço da formação para necessidades específicas dos utilizadores nos requisitos de longo prazo do SDLC.

III.4.2 Avaliação das Necessidades dos Utilizadores - Metodologias e Conceitos

No contexto do desenvolvimento de BD, as necessidades dos utilizadores são definidas como os dados que serão armazenados e as aplicações a desempenhar sobre esses dados. De acordo com Faulk (1997) in Hall e Yeung (2007), as dificuldades no entendimento das necessidades dos utilizadores podem se classificar como:

- *Compreensão* – utilizadores não sabem o que querem;
- *Comunicação* – BD são artefactos complexos de conceitos e decisões por vezes difíceis de visualizar;
- *Estruturas arbitrárias de sistemas e mudança contínua* – A natureza arbitrária e invisível de sistemas de BD tornam difícil antecipar necessidades que podem ser dispendiosas de implementar. A constante mudança de necessidades no tempo e diversas áreas funcionais agravam a dificuldade no desenvolvimento de especificações estáveis.
- *Interdependência das necessidades* – Conflitos entre as necessidades individuais ou de grupos de utilizadores.

De forma a contornar essas dificuldades é necessário avaliar as necessidades utilizando uma abordagem sistemática e analítica, envolvendo *sponsor*, analista de sistemas e utilizadores finais.

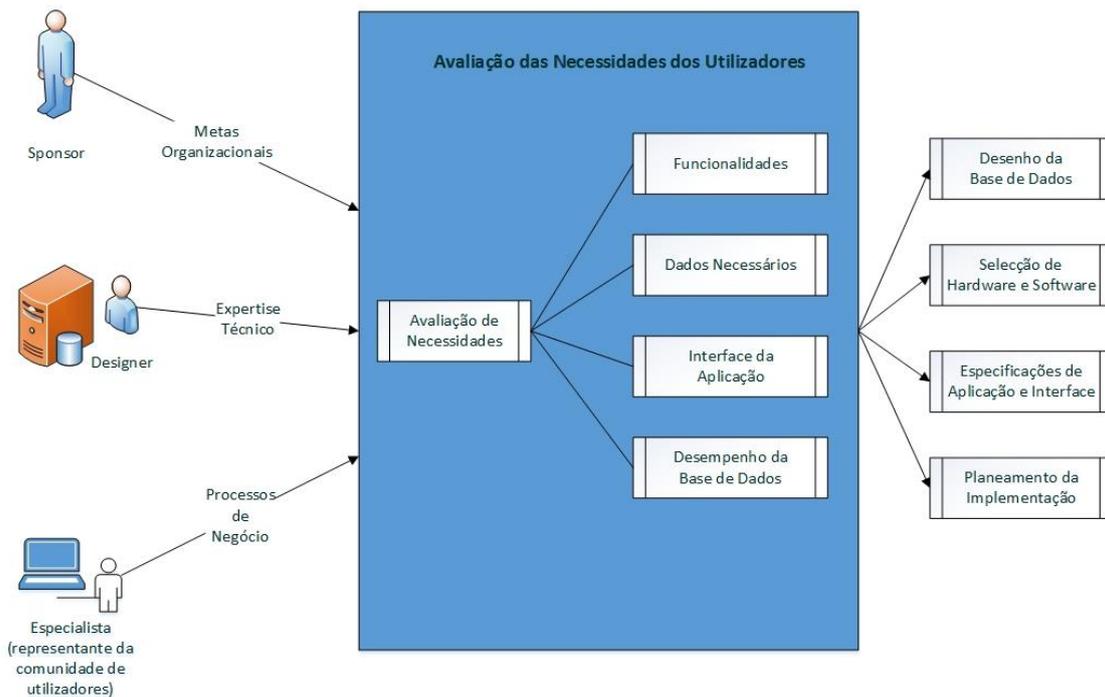


Fig – Avaliação das Necessidades dos Utilizadores

São diversos os métodos utilizados pelo *designer* para capturar as necessidades – análise de documentos, observação do trabalho, questionários, entrevistas ou grupos de discussão. É uma abordagem proactiva e colaborativa no desenvolvimento da BD. De forma progressiva e intuitiva, *Designer* e utilizadores, adquirem durante o processo um entendimento comparável das funções de negócio e das respectivas funções de BD necessárias para os servir.

Utilizadores (*domain experts, key users*) são convidados a validar e verificar o processo e participam nos testes dos vários estágios do SDLC. O resultado imediato da avaliação das necessidades dos utilizadores é genericamente chamado de **requisitos de especificação**, inclui descrição dos dados espaciais e dos processos de negócio, bem como directrizes, restrições e regras para as aplicações de base de dados.

O processo de avaliação de desenho de base de dados pode ser designado como análise de sistemas, estudo dos requisitos funcionais, análise de funções de negócio ou ainda definido como engenharia de requisitos.

A extensão da avaliação de necessidades dos utilizadores (ANU) vai para além da identificação dos requisitos da BD e criação das especificações englobando também as questões organizacionais como, mudanças na estrutura de gestão, reengenharia de

processos de negócio ou realocação de recursos humanos e físicos implicados com a introdução e *upgrade* da tecnologia de bases de dados.

Os principais propósitos da ANU no projecto de implementação da base de dados espaciais são:

- Fornecer uma perspectiva holística da base de dados do ponto de vista da ciência da informação, antes de se comprometer com arquitecturas específicas de *hardware* e *software*;
- Avaliação crítica da viabilidade funcional e relação com políticas e estratégias de sistemas de informação, do impacto na organização e das implicações nas operações e nos serviços prestados.
- Fornecer uma abordagem sistemática e estruturada para identificação de funções de sistemas e garantir a cobertura das essenciais;
- Possibilitar a solução de problemas de negócios complexos pela desagregação de pequenas partes priorizando-os no desenvolvimento de sistemas e migração tecnológica de acordo com metas e necessidades;
- Fornecer fundações e enquadramento sólido para o desenvolvimento da base de dados e aplicações com o foco na reconciliação de múltiplas necessidades de utilizadores, fontes de informação e propostas.
- Facilitar a transferência de conhecimento e integração entre utilizadores de bases de dados e desenvolvedores de sistemas e suportar um canal de comunicação entre todas as partes ao longo do SDLC;
- Fornecer um enquadramento de serviços e interoperabilidade para partilha de informação;
- Criar uma atmosfera de confiança entre o *staff* de desenvolvimento e os utilizadores;
- Criar um diagrama/esquema para iniciar a mudança organizacional e transformação necessária pela introdução de tecnologias de bases de dados;

A má compreensão das necessidades dos utilizadores é uma das principais causas do fracasso de sistemas baseados em computadores (DAVIS, 1993. MCCONNELL, 1996 IN HALL E YEUNG, 2007).

Do ponto de vista da gestão de projecto nunca é demais realçar a importância da ANU. O seu bom entendimento promove o desenho de SBDS mais robustas em funcionalidade, com melhor performance, menor investimento na sua construção e manutenção, rapidamente aceites pelos utilizadores e mais próximas da interoperabilidade. *Sponsor* e *designer* são responsáveis por não deixar o projecto prosseguir sem uma ANU adequadamente completa e documentada. Falhar na ANU significa levar a problemas potencialmente irreparáveis no desenho, implementação e manutenção no longo prazo.

III.5 Gestão de Projectos de Bases de Dados Espaciais

A implementação é um processo difícil e complexo muitas vezes não satisfazendo as necessidades dos utilizadores, impondo atraso nas entregas, ultrapassando custos previstos ou mesmo fracassando por completo.

As responsabilidades podem ser geralmente distribuídas entre os vários intervenientes. Utilizadores e *sponsor* podem não ter uma ideia bem definida do que necessitam ou não a conseguir materializar, ou não compreender muitas vezes possibilidades e restrições no desenvolvimento. Desenvolvedores são demasiadas vezes optimistas quanto a tempos e custos de implementação, focando-se mais nos aspectos tecnológicos do que em factores financeiros, políticos e de recursos humanos.

A tecnologia avançada, por si só, também não garante o sucesso da implementação da SDB, princípios básicos de gestão de projectos devem ser obrigatoriamente aplicados para evitar fracassos.

São apresentados neste ponto 3.5, definição e objectivos da gestão de projecto, o conceito de *project management life cycle* (PMLC), e ainda listadas competências e aptidões necessárias à gestão de projecto.

III.5.1 Princípios da Gestão de Projectos

Wysocki et al. 2003, define Project Management (PM) como “ *Uma sequência única de actividades complexas e interligadas, que têm uma meta ou propósito, que deve ser completado num tempo específico, dentro do orçamento e de acordo com a especificação.*” (IN HALL E YEUNG 2007: 316) Ou seja, uma sequência lógica de actividades a ser completadas num intervalo de tempo específico.

Dado que não há projectos iguais, os métodos devem ser adaptados, os projectos envolvem riscos e incertezas essencialmente aleatórias na sua ocorrência e como tal difíceis de prever.

As actividades de projecto são complexas porque raramente envolvem actos rotineiros ou repetitivos, mas muitas vezes exigem conhecimentos e prática que devem ser usados no seu desenho, execução e gestão. A conectividade entre as actividades esta relacionada com o intervalo de tempo (prazo) e a sequência lógica e sistemática das mesmas, na medida em que muitas vezes o output de uma é o *input* da seguinte.

Um projecto deve ter uma meta bem definida no que diz respeito à missão ou mandato de uma organização. Podem ser subdivididos em partes ou subprojectos de acordo com a estrutura de uma organização ou sua dispersão geográfica.

Projectos ou subprojectos estão geralmente sujeitos a três restrições independentemente do seu objectivo ou escala:

1. Tempo – *milestones* explicitam a entrega de componentes e entrega final;
2. Custo – limites orçamentais com impacto na disponibilidade de recursos;
3. Especificação – Entregáveis de acordo com o nível específico de funcionalidade e qualidade.

Estas condições são interdependentes na medida em que alterações numa restrição têm impacto nas outras, esta dinâmica de inter-relacionamento leva a que para serem bem-sucedidos os projectos tenham que ser bem geridos.

O *Project Management Institute* (PMI) define gestão de projecto como a “aplicação de perícia, ferramentas e técnicas a um largo leque de actividades de forma

a ir de encontro aos requisitos de um projecto em particular.” Esta definição é complementada pelos cinco Grupos de Processo de Gestão de Projecto/ *Project Management Process Group* (PMPG) que descrevem o ciclo de vida típico dos projectos e as nove Áreas de Conhecimento /*Knowledge Areas* (KA) nas quais os PM devem ter competência.

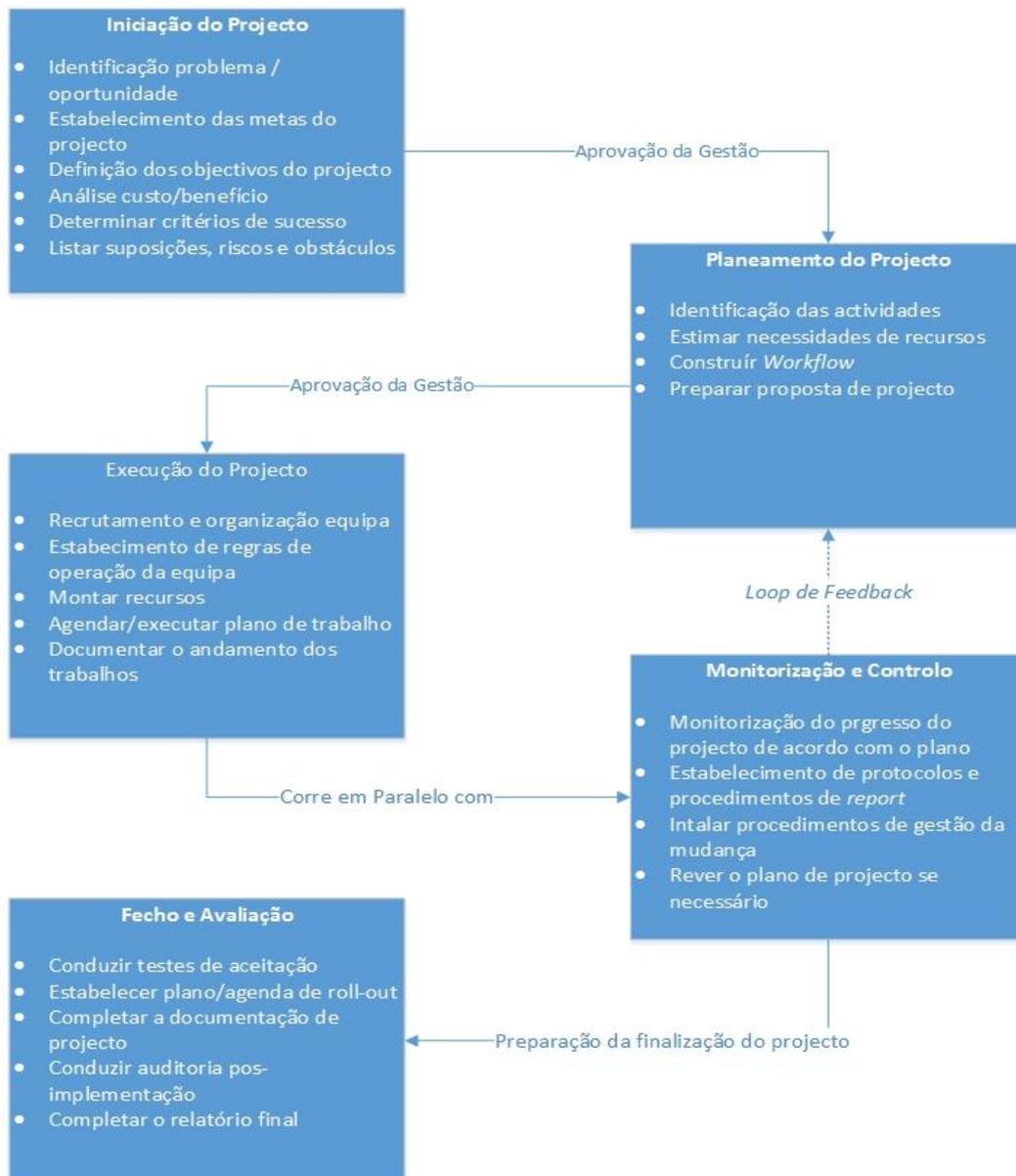
PMPG – processos de inicialização; processos de planeamento; processos de execução; processos de monitorização e processos de fecho;

KA – gestão de integração; gestão do âmbito; gestão de tempo; gestão de custo; gestão da qualidade, gestão de recursos humanos, gestão da comunicação, gestão de risco e gestão de aquisições;

A gestão de projectos é portanto a aplicação de métodos e princípios de gestão e boas praticas que procuram conduzir a iniciação, o planeamento, implementação, monitorização e fecho dos projectos no sentido do seu sucesso. A abordagem mais comum é a do PMI para agrupar todas as actividades em 5 fases mais ou menos sequenciais comumente chamadas *Project Management Life Cycle* (PMLC).

III.5.2 Project Management Live Cycle (PMLC)

O PMLC define como os projectos são geridos de forma efectiva e eficiente, desde a sua concepção, através da implementação, até à sua operacionalização.



Project Management Life Cycle – Fonte Hall e Yeung (2007)

As fases do PMLC e as respectivas actividades de gestão retratadas na figura acima são essencialmente sequenciais, existindo um *loop* entre Monitorização e Controlo e Planeamento do Projecto. As fases do PMLC apresentam sobreposição.

O gestor de projecto (PM) deve ter competências ao nível da comunicação, liderança na mudança, na gestão de políticas e conflitos, liderança de equipa, conseguir criar confiança e credibilidade.

A primeira fase do PMLC designada de **Actividades de Iniciação do Projecto** pela organização preliminar do projecto. PM, analista e desenvolvedor definem as

metas do projecto incluindo o seu âmbito e a restrição de tempo, custos e especificação. O PM deve definir os outputs desejados para a conclusão, fazer estimativas preliminares dos recursos necessários e desenvolver as estratégias para a construção e entrega atempada, dentro do orçamento e de acordo com as especificações.

No **Processo de Planeamento do Projecto** devem ser desenvolvidas cada uma das actividades através de uma abordagem *top-down*, detalhando uma hierarquia para registo e analisadas cada uma de forma a completar e identificar as suas tarefas individuais. A informação capturada é utilizada para estimar o custo do projecto, os recursos técnicos necessários, data de entrega e preparar contingências em termos de tempo e recursos. Nesta fase deve ser também definido o organograma do projecto.

Ainda neste processo do PMLC é feita a análise custo benefício. Os benefícios dos projectos de SDBS são muitas vezes difíceis de medir ou calcular sendo frequente uma estimativa esclarecida. A análise custo-benefício deve partir das seguintes suposições:

- Intervalo de tempo – ciclo de vida do projecto e retorno do investimento inicial;
- Custos – Pessoal, instalações, equipamentos, materiais e consumíveis;
- Benefícios – Produtividade, custo de custo, serviços de valor acrescentado, *spin-off*.
- Taxas de desconto;

Cálculo – Custos anuais – benefícios anuais;

- Sum of Flow of Net Benefits (SFNB);
- Net present value (NPV)

Do processo de Planeamento do Projecto deve resultar a proposta de projecto, documento que resume as conclusões da fase de iniciação do projecto para ser aprovado pela gestão sénior da organização; *Project Business Case (PBC)*, *Proposed Solutions (PS)*;

Para refinar o plano de projecto as actividades identificadas na fase de iniciação devem ser revisitadas sistematicamente, definindo detalhadamente, acções, custos,

datas de início e fim, ordem relativa das tarefas e responsabilidades da equipa de projecto em cada uma delas. A refinação do plano envolve:

- Tarefas – identificar os detalhes de todas as tarefas dentro de cada actividade e ordená-las em ordem lógica de execução;
- Recursos – Quantificação dos recursos para cada tarefa;
- Calendarização e procedência de tarefas – Identificar a ordem mais eficiente das tarefas minimizando o uso de recursos.

É necessário identificar as relações de precedência e tarefas como dependentes ou independentes. Os entregáveis para a calendarização são o GANTT Chart e o Project Network Diagram, representando a calendarização, sequência e relação entre tarefas com datas de início e de fim.

Ainda no refinar do plano de projecto deve ser aprofundada a identificação de riscos e listadas medidas preventivas.

A fase mais exigente do PMLC é a de **Execução do Projecto**, quer em recursos quer em requisitos técnicos.

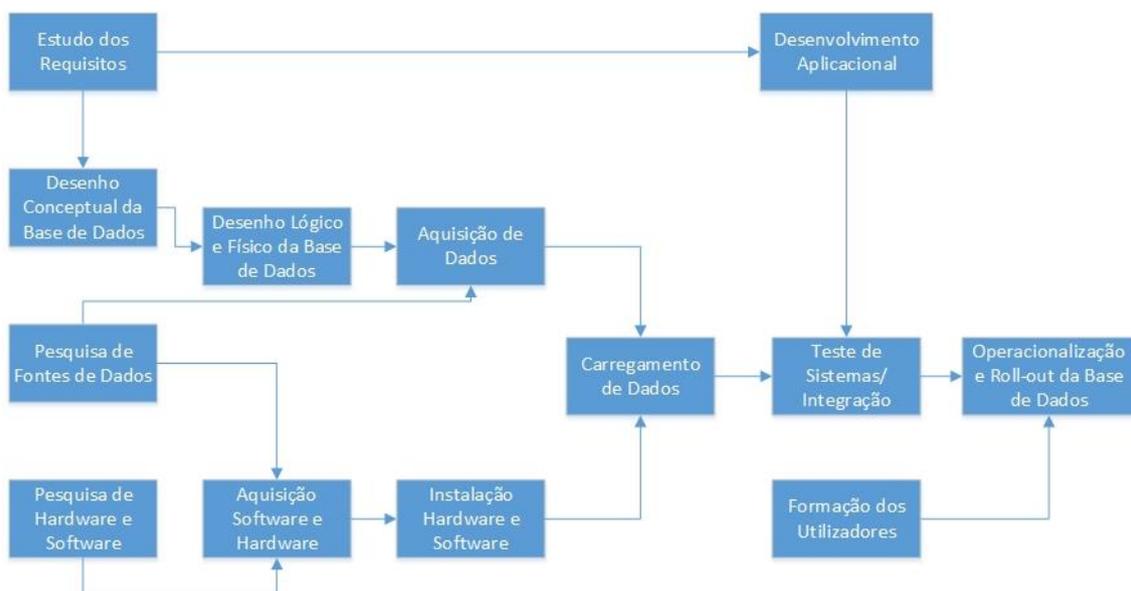
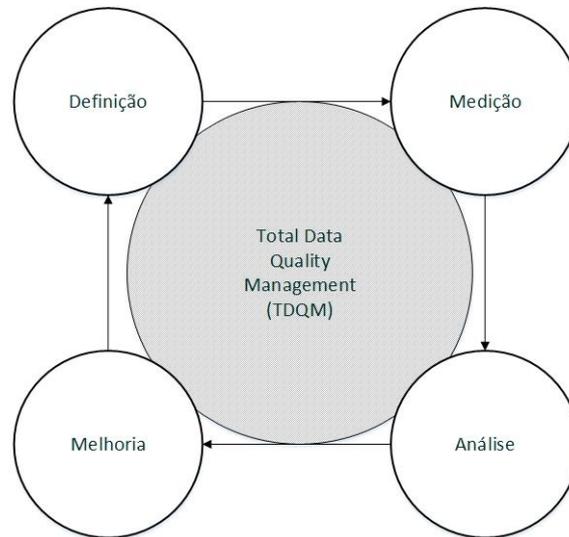


Figura: Grandes actividades e *workflow* da fase de execução do projecto SDB

Esta fase também inclui os processos de pedido e análise de propostas, concurso ou selecção e contratação. A avaliação e aquisição de tecnologia HW, SW, LAN/WAN, periféricos e consumíveis. Avaliação e aquisição de dados, bem como uma

abordagem preventiva para a qualidade através de métodos como o Total Data Quality Management (TDQM), que define, mede, analisa e melhora a qualidade dos dados (Wang, 1998, in Hall e Yeung, 2007).



Para a fase de Execução do Projecto do PMLC há que considerar as diferentes abordagens ao desenvolvimento aplicacional, na qual são envolvidos uma grande quantidade de recursos e que inclui desenho, programação, teste e integração de módulos de *software* para o interface de utilização, conectividade da BD, busca e análise de informação, geração de relatórios, apresentação de gráficos ou multimédia.

Uma das técnicas mais comuns é o *Rapid Prototyping* cujo objectivo é fornecer no mais curto espaço de tempo um protótipo que permita verificação e teste. Esta técnica pode ser aplicada com variações, o protótipo pode ser desenvolvido apenas como demonstração de funcionalidade ou confirmação dos requisitos dos utilizadores ou como um protótipo evolucionário ou incremental.

As actividades de **Monitorização e Controlo** podem ser consideradas como integrando o PMLC ou como fases distintas. São normalmente desempenhadas de forma independente da execução do projecto, para prevenir potenciais conflitos de interesses, em que indivíduos que executam o projecto monitorizam e controlam as suas próprias actividades.

Dos maiores desafios para o PM é a produção, manutenção e arquivo da documentação respeitante ao projecto e que inclui: documentação da fase de iniciação e planeamento, emendas à calendarização, memorandos distribuídos, actas/minutas

de reuniões, comunicação entre contratados/consultores e *stakeholders*, relatórios (internos e externos) de progresso, relatórios de gastos, etc.

A documentação é fundamental em muitos aspectos, sobretudo para manter o controlo, monitorização e registo, devendo ser estabelecidos relatórios de progresso, regular/periódico e cumulativo. Permite também manter o registo dos recursos utilizados nas actividades, quer através de *software* de PM quer usando o *GANTT chart*. É ainda importante que os membros da equipa mantenham registo das suas actividades, com informação suficiente para que possam ser substituídos se necessário.

A contratação de múltiplos consultores para um único projecto deve ser evitada pois é sempre problemática, no caso de existir um consórcio deve ser canalizada a comunicação para um dos contratados.

As regras e os protocolos de comunicação devem ser estabelecidos à partida, com canais de comunicação (email...), limites e tempos de resposta definidos pelos responsáveis. Aconselha-se a utilização de um relatório/formulário proforma para relatar problemas/ocorrências, que devem ser arquivados na pasta de projecto.

Devem ser previstos processos de gestão da mudança como avanços na tecnologia, requisitos adicionais dos utilizadores, mudanças nas práticas de negócio ou dificuldades não antecipadas na codificação de aplicações.

Categorização das alterações:

- i. Podem ser acomodadas dentro dos recursos e calendarização;
- ii. Podem ser acomodadas requerem extensão da calendarização das entregas;
- iii. Podem ser acomodadas dentro do prazo mas com mais recursos;
- iv. Podem ser acomodadas com extensão da calendarização e mais recursos;
- v. Não podem ser acomodadas sem uma significativa alteração do projecto.

Os Projectos SDB requerem medidas de Quality Assurance Quality Control (QA/QC) de modo a garantir que todas as actividades, desenho, desenvolvimento, produção, instalação, serviço e documentação sejam levados a cabo de acordo com as

práticas aceites e os *standards* e conduzirão à entrega de um sistema que serve os seus propósitos.

Os níveis de aplicação das actividades de gestão da qualidade devem ser os seguintes:

- Nível Organizacional – Implantar a infra-estrutura e disponibilizar os recursos que garantam o sucesso. QA, política institucional e auditoria;
- Nível do Projecto – A informação correcta é canalizada para as pessoas certas no tempo certo, tornando o processo de decisão atempado (QA);
- Nível Técnico – Garantir que actividades individuais, desenho, construção, teste e instalação são entregues intermédias e finais são desempenhadas dentro dos limites e tolerâncias aceitáveis. QC ou *technical QA*;
- Certificações – ISO 9000;

A fase de **Fecho de Projecto e Avaliação Pós-Implementação** é iniciada com a conclusão das fases de “Execução” e de “Monitorização e Controlo” do PMLC caso sejam bem-sucedidos os testes de aceitação do sistema, iniciando-se as actividades de fecho do projecto e operacionalização da SDB.

As actividades de *roll-out* de tecnologia tipicamente desenvolvidas nesta fase incluem a preparação do local de instalação final; instalação de HW, SW e teste; a formação; o desenvolvimento de estruturas de suporte, *helpdesk*, documentação ou *help-self*; desenvolvimento de relatórios de erros, *report* de problemas e sistemas de resposta; a encomenda de materiais e consumíveis; o anúncio interno e externo, informação sobre métodos de acesso e/ou encomenda de serviços.

Da avaliação pós-implementação devem constar um resumo de problemas e erros para referência em futuros projectos de *upgrade*, incremento ou migração, a comparação entre os eventos previstos e os ocorridos, a avaliação da performance do pessoal e ainda dos equipamentos e aplicações.

O Relatório de avaliação, deve ser enviado à gestão sénior e simboliza a conclusão do projecto, se o PM é interno, por cortesia pode/deve ser enviado aos consultores contratados.

IV. PROPOSTA DE SIG E OPERACIONALIZAÇÃO

A proposta de SIG para cadastro de redes de nova geração em fibra óptica consiste num caso de estudo, um exemplo de boas práticas na concepção e implementação de um SIG para redes de nova geração.

O projecto permitiu assimilar conhecimento específico sobre redes de telecomunicações de nova geração, aprofundar a compreensão do negócio de telecomunicações e o acesso a uma infra-estrutura de *hardware* e *software*.

A especificação do sistema nos seus traços gerais pode ser transposta para grande parte dos operadores e detentores de infra-estruturas aptas à instalação de redes de nova geração em fibra óptica.

Já existia no operador uma anterior implementação de um sistema de informação geográfica para cadastro de redes de telecomunicações, que foi utilizado e avaliado durante um longo período de tempo, bem como bastante informação de campo, levantada e carregada por consultores externos. Esta solução SIG para cadastro apresentava elevados custos de implementação e manutenção, com formatos de dados fechados, com uma complexidade de utilização não compatível com o nível de utilização e com os utilizadores sem competências técnicas para o desempenho das suas funções. O modelo de dados era de extrema complexidade o que implicava que os levantamentos de campo tivessem que ser carregados manualmente no sistema levando a custos elevados. Existiam conseqüentemente problemas de qualidade dos dados, os quais não apresentava normalização ou restrições que garantissem a sua integridade.

Finalmente, devido à complexidade e especificidade da solução, existiam graves problemas com a qualidade do suporte técnico, a que se associava um contrato de manutenção com custos extremamente elevados, conseqüência do monopólio de um único fornecedor no mercado nacional.

O somatório destas dificuldades levou a que fosse avaliada a possibilidade de descontinuação do projecto. Numa primeira fase foram avaliadas ferramentas desktop em *open source*, numa segunda, utilizada a plataforma ArcGIS. A opção pela segunda

alternativa teve como base o seu baixo custo relativamente à solução vertical anterior, o facto de através da plataforma ArcGIS o desenvolvimento da solução não necessitar de recursos ao nível da programação, não sendo necessária a contratação de consultores externos, a existência de uma comunidade alargada de utilizadores, disponibilidade de fóruns, grupos de utilizadores, documentação abundante na web e suporte técnico de qualidade.

Para o levantamento de dados em campo foi decidida aquisição de um equipamento GPS em detrimento da contratação de empresas de topografia e cartografia. O objectivo primeiro foi a redução de custos mas permitiu também uma maior flexibilidade e maior rigor na qualidade dos dados de entrada no sistema.

A existência de uma solução vertical já implementada, a sua utilização intensiva e a formação nas suas várias ferramentas permitiu uma percepção rigorosa das funcionalidades essenciais aos utilizadores, qual o nível de capacidade técnica da equipa na sua concreta utilização e qual a resistência ou relutância relativamente à mudança nos processos de gestão da informação de cadastro e inventário da rede.

A utilização por período alargado da solução vertical anterior, com carregamento, edição e gestão de dados, formação em vários módulos e participação nas actividades da equipa de infra-estruturas ópticas, pode ser considerada correspondente às fases de planeamento, análise e desenho do *system development life cycle* (SDLC), nomeadamente no que diz respeito ao entendimento das funções de negócio, avaliação dos requisitos dos utilizadores e dos recursos de dados, desenvolvimento da arquitectura de *hardware* e *software* e da estrutura de dados.

Pode ser afirmado que a descontinuação da anterior solução e implementação de raiz de uma nova, incluindo um novo carregamento da totalidade dos dados da rede, apesar de em termos funcionais ter reduzido as potencialidades de utilização permitiu uma melhor relação custo benefício para o SIG, garantindo menores custos no curto, médio e longo prazos. Apesar de reduzir em funcionalidade a solução, ainda assim a nova proposta de SIG cobre o essencial das necessidades do operador e permite uma maior autonomia do grupo de utilizadores em relação a serviços externos.

A proposta de SIG consiste numa arquitectura cliente servidor, com um servidor de bases de dados e *web*, implementação de uma *Spatial Data Base* (SDB) e serviço de mapas, com um cliente SIG via LAN para com funcionalidades de carregamento, edição, análise e output, e um cliente *web browser* para consulta e visualização de dados. O levantamento é levado a cabo utilizando um GPS com antena externa e precisão submétrica com outputs em formato SHP.

Não tendo sido um projecto totalmente independente e definido de início a fim – resulta de uma revisão de um anterior projecto e descontinuação da tecnologia - também as diversas fases do ciclo de vida de desenvolvimento do projecto não foram totalmente definidas e estanques.

No caso da formação, por exemplo, houve lugar a diversas acções de formação aos vários níveis, do ponto de vista da equipa técnica do projecto, versando sobre a tecnologia SIG anterior ou a plataforma de desenvolvimento, dos utilizadores finais na utilização das ferramentas implementadas, ou ainda na realização de sessões de esclarecimento ou acompanhamento da equipa de gestão de topo da organização.

As actividades das fases de Planeamento, Análise e parte da fase de Desenho e diversas acções de formação foram sendo executadas ou realizadas de forma gradual e durante a utilização do anterior SIG. Relativamente ao projecto final e proposta de implementação da base de dados espacial que seguidamente se apresenta, foram realizadas as actividades da fase de Desenho da BD -modelação conceptual, lógica e física, na fase de Implementação e Carregamento, as actividades de instalação de toda a plataforma de software, criação da estrutura de dados e carregamento de dados, a fase de Teste e Avaliação, a fase Operacionalização, com entrada em modo de produção e formação dos utilizadores e ainda a fase de Manutenção e Monitorização, incluindo a criação planos e procedimento para *back-up*

IV.1 Requisitos Funcionais

As necessidades relativas à utilização de um SIG na instituição eram sobretudo ao nível departamental, especificamente do grupo de infra-estruturas ópticas pertencente á área de serviços de rede, responsável pela gestão, manutenção e planeamento da infra-estrutura de fibra óptica e transmissão. O universo de

utilizadores era também bastante reduzido, até quatro utilizadores de edição, sobretudo técnicos ligados à gestão e planeamento da infra-estrutura, que necessitavam de informação precisa de localização dos diversos elementos de rede para efeitos de planeamento, gestão, operação e manutenção.

O facto de a manutenção ser subcontratada implicava também o fornecimento de dados geográficos a empresas terceiras para resolução de incidentes de falhas na rede.

O cadastro SIG era também fundamental no planeamento da expansão da rede e no suporte aos *site survey* para o estudo de novas ligações (lacetes locais, ligações entre um nó e o cliente final).

Utilizando o SIG corporativo existia um projecto de cadastro de redes de entidades terceiras e que fazia prever a possibilidade futura de outras instituições poderem aceder e visualizar os seus dados. Dado o facto de os dados estarem residentes no servidor da instituição devia ser deixada em aberto a hipótese de um acesso via web a uma aplicação de exploração e consulta dos dados. A aplicação web estaria numa primeira fase acessível através de uma intranet disponibilizando informação a utilizadores não técnicos.

Como consequência do Decreto-Lei 123/2009 de 21 de Maio o modelo de dados do SIG de cadastro da rede da instituição teve que ser actualizado e adaptado para cumprir com a obrigação legal de fornecimento de dados, incluindo o novo modelo os atributos exigidos no sistema de informação centralizado (SIC) da ANACOM.

A rede consiste numa plataforma avançada de comunicações, sobre a qual funcionam múltiplas aplicações e serviços diariamente utilizados pela comunidade. O serviço é prestado a um conjunto limitado de instituições não existindo como tal uma grande capilaridade na rede. A rede do operador caracterizava-se essencialmente por:

- Mais de 1.000km de fibra óptica própria;
- Transmissão DWDM;
- Disponibilização acesso IP IPv4 e IPv6, em *unicast* e *multicast*;
- *backbone* com débitos de 10Gbps e acessos de 1 e 2Gbps;

- Ligações internacionais;
- Serviços ópticos específicos disponíveis a aplicações de elevado débito entre pontos pré-definidos, de até 10Gbps em 40 canais;

A Rede ligava instituições localizadas nas principais cidades do país cobrindo por isso o litoral. Durante a elaboração do projecto discutiram-se planos para a expansão da rede ligando instituições semelhantes localizadas nos distritos do interior, o que permitiria o fecho do anel numa topologia de rede redundante, que garantiria maior disponibilidade e fiabilidade do serviço.

Dois características do negócio foram determinantes na definição dos requisitos, a baixa capilaridade da rede, conseqüente de um pequeno número de “clientes”, e a inexistência de oferta pública comercial, não havendo por isso necessidade de análise de *geomarketing* para novas ligações. Ainda assim, no planeamento dos novos lacetes locais a principal preocupação era de minimização dos custos da obra, sobretudo pela maximização de utilização de infra-estruturas aptas de instituições terceiras, operadores, administração local ou *utilities*, e conseqüente redução de custos de construção civil.

A partir da avaliação das necessidades dos utilizadores foi definida a implementação de duas aplicações, uma primeira direccionada para a criação e edição de cadastro, em plataforma SIG ArcGIS 10.0, uma segunda em interface web e desenvolvida em ArcGIS Server para visualização e consulta de dados.

Os requisitos funcionais da aplicação SIG direccionada aos *power-users* do grupo de infra-estruturas ópticas, eram:

- Criação e edição do cadastro georreferenciado dos elementos da rede de transporte com carregamento de atributos;
- Possibilidade de importação de ficheiros DWG e SHP;
- Funcionalidades de navegação/manipulação da visualização do mapa;
- Acesso aos atributos a partir do elemento em mapa (*info/identify/html pop-up*) e vice – versa;
- Visualização da tabela de atributos;

- Selecção e localização de *features* a partir de *query* SQL;
- Localização de elementos a partir de um código ou designação;
- Georreferenciação/associação de imagens aos elementos da rede (*hyperlink*);
- Funcionalidades de criação e impressão de *layouts/reports*;
- Exportação para formatos KML e SHP;

Os requisitos funcionais da aplicação de cadastro são cobertos pelo ArcGIS 10.0 a funcionar como cliente da SDB, na qual o modelo de dados e o *schema* reflectem as regras de negócio e implementam as restrições de integridade.

Os requisitos funcionais para a aplicação de visualização em plataforma web eram:

- Funcionalidades básicas de navegação/manipulação da visualização do mapa (ampliar; reduzir; deslocar);
- Visualização de atributos a partir da selecção gráfica;

Um requisito comum às duas aplicações era a possibilidade de navegação nos elementos de rede e nos seus atributos, como por exemplo, seleccionando um determinado cabo, saber em que Junta de Fusão ou ODF termina, ou seleccionando um determinado Bastidor, saber quais os cabos de fibra óptica que aí terminam ou em que equipamentos ODF estão terminados. Esta funcionalidade é implementada através das relações criadas no modelo de dados.

IV.2 Modelo de Dados

O processo de modelação iniciado com a captura dos requisitos dos utilizadores e sua transformação em especificações de implementação tem como output de maior importância o modelo de dados.

Da avaliação das necessidades dos utilizadores resultou a proposta de implementação de uma base de dados espaciais, com cliente SIG ArcGIS Desktop (power user) e desenvolvimento de aplicação de consulta web em ArcGIS Server para utilizadores casuais e não técnicos.

A proposta de modelo de dados foi definida com base na colaboração de mais de um ano com a equipa de infra-estruturas ópticas do operador, no desenho e revisão do modelo anterior, na utilização intensiva da anterior solução, na formação nas ferramentas ArcGIS Server Enterprise, configuração e optimização para SQL Server, na leitura de diversa documentação dos fornecedores de tecnologia e na consulta das especificações das definições dos objectos cadastrais a incluir no SIC da Anacom.

Na sequência da decisão em suspender a utilização da solução anterior tornou-se necessário adaptar o modelo de dados existente à implementação do SIG na plataforma MS SQL SERVER /ESRI ArcGIS 10.

O modelo de dados para o *dataset* da *geodatabase*, tomou por base o anteriormente criado para o cadastro da rede, revisto e acrescido das definições dos objectos cadastrais constantes nos requisitos no SIC.

De forma a replicar alguma da funcionalidade da solução anterior e deixar em aberto a possível evolução funcional do SIG de cadastro, foram definidas, em ArcSDE/MS SQL Server, relações entre as entidades/*feature classes* e criadas regras topológicas para a validação.

A passagem do modelo conceptual para o modelo lógico e físico da base de dados foi levada a cabo utilizando os conceitos de modelação de SDB e o modelo *geodatabase* específico do ArcSDE da ESRI. Para implementação do *Schema* foi usada a ferramenta ArcCatalog do ArcGIS 10.0.

Foram identificadas e detalhadas as entidades (conceitos) e seus atributos, chaves e restrições (*domain constraints*), bem como as relações entre as várias entidades. As entidades identificadas foram:

- Estruturas - com os subtipos:
 - Bastidor (armário) - Armário, caixa ou bastidor, nos quais são alojados dispositivos e equipamentos, quer activos, quer passivos;
 - CVP (caixa de visita permanente) - Compartimento ou caixa de acesso aos troços de tubagem subterrâneos, situados geralmente no exterior de edifícios, através da qual é possível instalar, retirar e ligar cabos e proceder

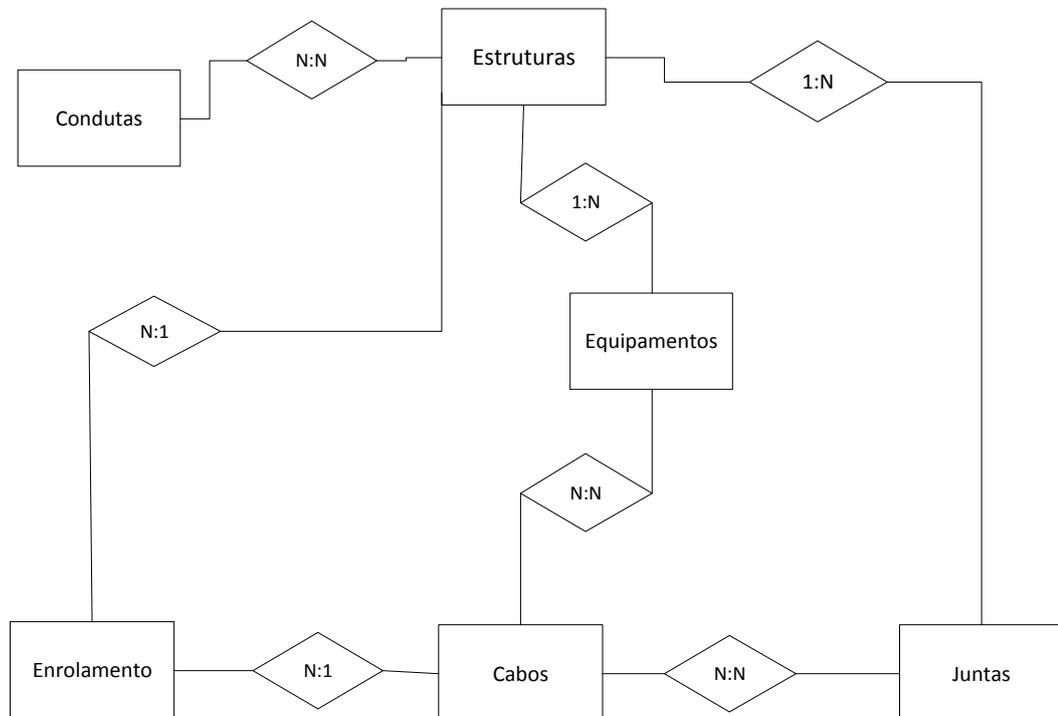
a trabalhos de manutenção. É ainda um espaço que, por norma, acolhe juntas de fusão e os enrolamentos de cabos;

- Entrada de Edifício- foi considerado de grande utilidade pela equipa a inclusão de um tipo de entidade que caracterizasse a forma como o cabo de fibra óptica entra nas instalações/edifícios, esta entidade não existe na anterior solução nem no SIC Anacom;
- Poste - elemento vertical de sustentação apto para interligação de cabos e equipamento de traçados aéreos;
- Equipamentos - Optical Distribution Frame (ODF) unidade de terminação de cabo de fibra óptica de *design* modular e com diversos tipos de conectores, onde é feita a conexão com outros ODF ou com equipamento;
- Cabos - cabo de fibra óptica - com subtipos que caracterizam os cabos em utilização na rede (nº de fibras, nº de tubos, tipo de fibra, fabricante);
- Conduatas - Numa abordagem bastante abrangente, a entidade “conduta”, modela todas as estruturas para passagem e suporte de cabo, incluindo: calhas, conduatas, sub-conduatas, rede de tubagens, caminho de cabos, galerias técnicas. Estas estruturas podem, por sua vez, ser de vários tipos: subsolo, aéreo, parede, aquático; bem como estar suportada em diversos meios como próprios, gás, esgotos, electricidade, outras operadoras, pluviais;
- Juntas - Invólucro geralmente à prova de agressões ambientais, localizado em CVP, em poste ou em parede, que protege as fusões (uniões) de diferentes fibras ópticas; estas juntas têm a função de interligar vários cabos ópticos ou de encaminhar fibras ópticas;
- Enrolamento – folgas de cabo localizadas em CVP, Poste, Bastidor ou outros, funcionam como reserva de cabo para operações de manutenção, expansão ou novas ligações.

A não inclusão de equipamentos de transmissão no modelo de dados é justificada pela importância relativa da localização dos nós da rede. Dado que são em quantidade reduzida e associados a salas técnicas cuja localização é conhecida, foi

decidida a sua não inclusão no modelo de dados e conseqüentemente no cadastro georreferenciado, embora tenham, como é claro, existência nos sistemas de inventário e de gestão e monitorização da rede.

A figura seguinte apresenta um primeiro diagrama conceptual E/R.



Através deste diagrama simplificado é possível compreender e comunicar a modelação conceptual no seu nível mais simples, um primeiro nível de abstracção e representação do mundo real, identificando os “Conceitos/Entidades”, as “Relações” e sua cardinalidade.

Modelo Entidade Relação

RESUMO

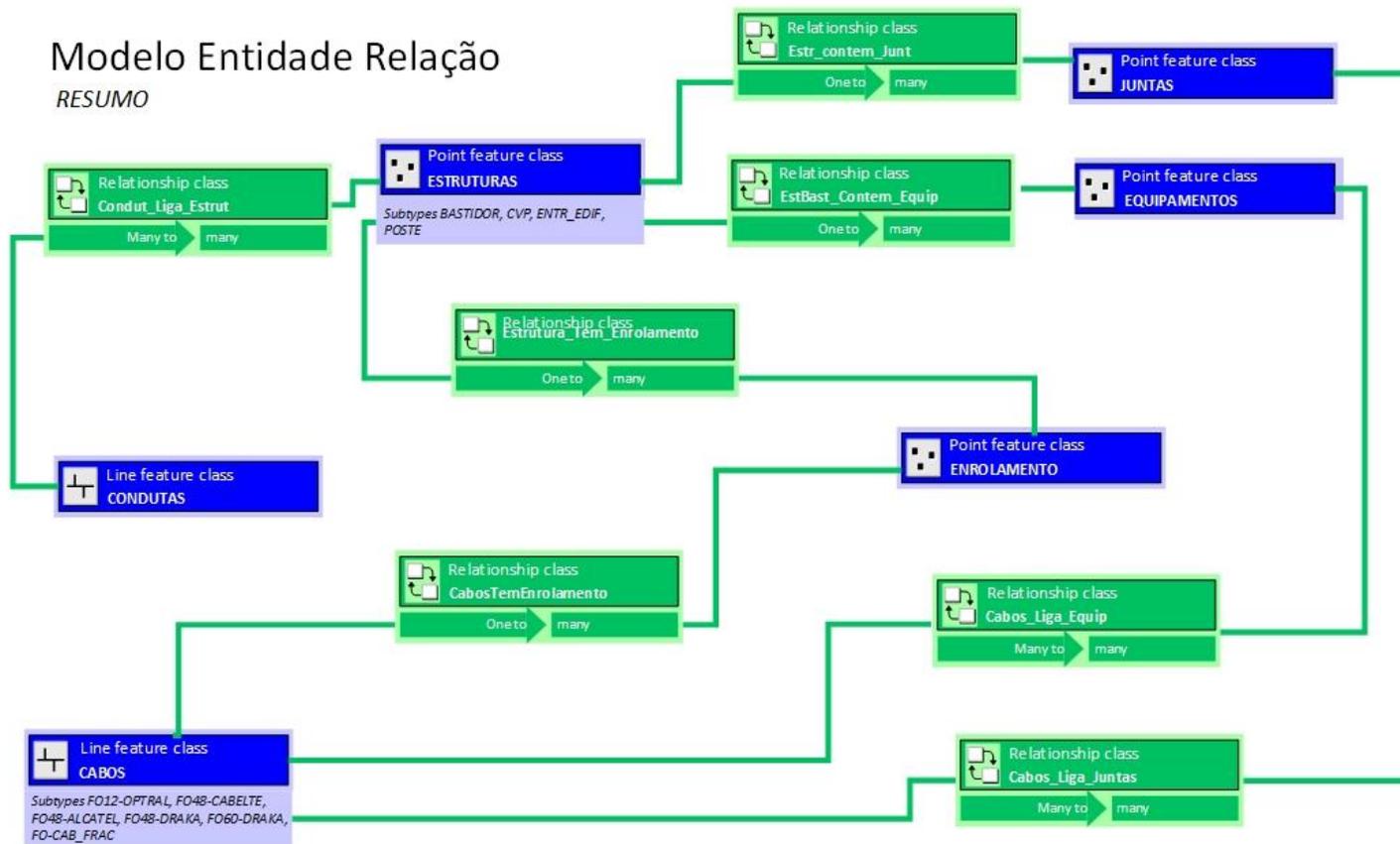


Figura: Diagrama E/R

No Diagrama E/R estão detalhadas as várias entidades, respectivos subtipos e as classes de relações com a sua designação e cardinalidade, neste diagrama já é feita referencia a características do SDBS utilizado, como às *feature classes* e aos subtipos das várias entidades, reflectindo portanto o mapeamento do *Schema* conceptual para o *Schema* lógico.

As relações identificadas reflectem as regras de negócio, ou seja a estrutura física da rede, no caso das estruturas:

- *Condut_Liga_Estrutura* – as estruturas, Bastidor, CVP, entrada de edifício são ligadas entre si por condutas, portanto uma conduta pode está normalmente associada a múltiplas estruturas, e uma estrutura conectada pelo menos a uma conduta;
- *Estrutura_Tem_Enrolamento* – Os enrolamentos ou folgas de cabo estão colocados nas estruturas, dentro de uma CVP ou Bastidor, penduradas em um poste. Um enrolamento não pode estar em várias estruturas mas uma estrutura pode conter diversos enrolamentos, tantos quanto os cabos que nela passem ou terminem;
- *Estr_contem_Junt* – Uma Junta de Fusão está sempre associada a uma estrutura e a uma apenas, embora nessa determinada CVP, Bastidor ou Poste, possam estar localizadas diversas Juntas;
- *EstBast_Contem_Equip* – Os equipamentos estão obrigatoriamente instalados em bastidores, que podem conter um ou mais equipamentos.

Os cabos de fibra óptica estão fabricados em conjuntos de tubos, cada um com múltiplas fibras e ligados a equipamentos ODF através de terminações em conectores individuais para cada uma das fibras ou em Juntas de Fusão, ligando cada uma das fibras às fibras de outros cabos, por outro lado podem ter um ou mais enrolamentos para folga. Portanto, as relações identificadas e que permitem modelar o mundo real são:

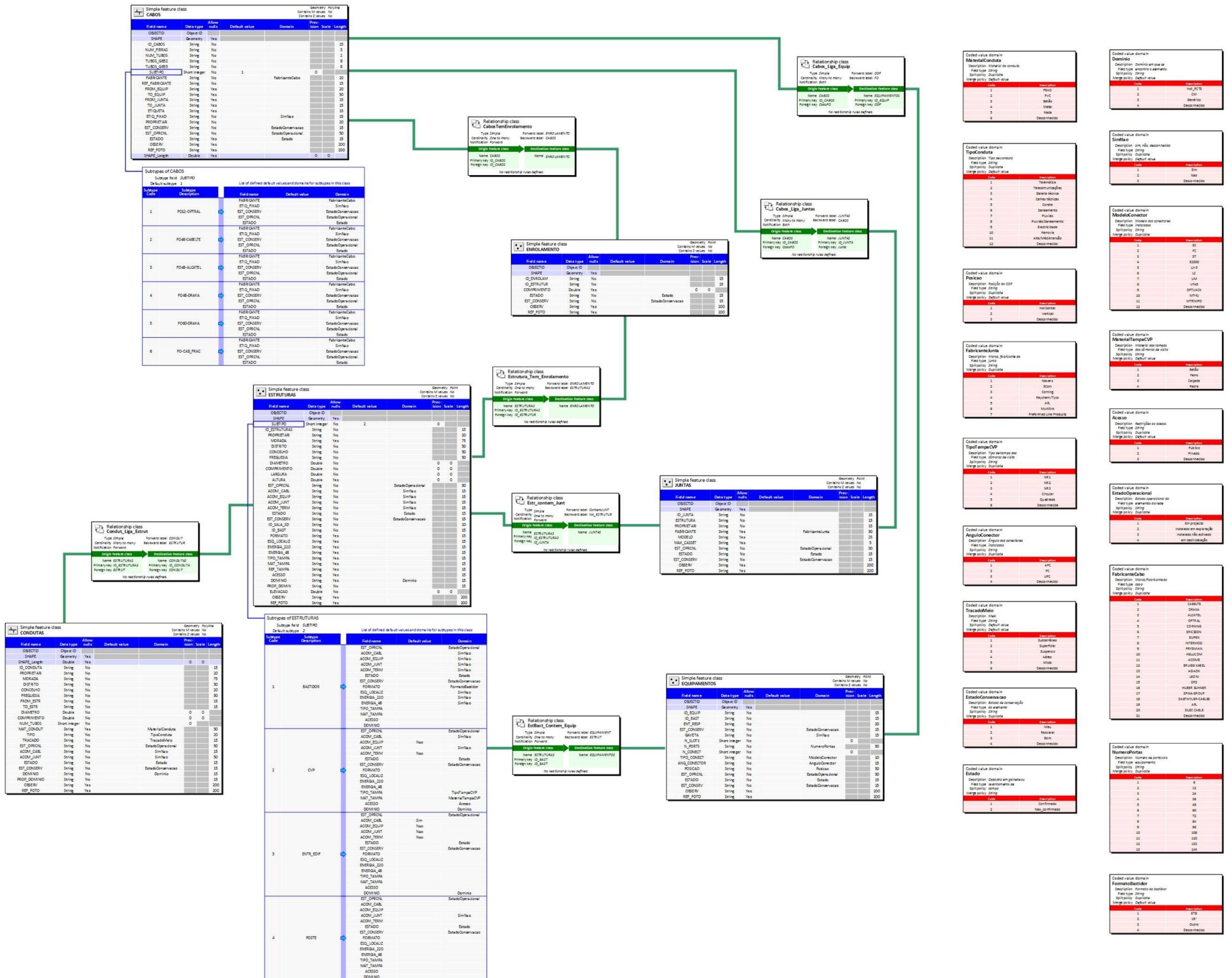
- *CabosTemEnrolamentos* – 1-N;
- *Cabos_Liga_Equip* – N-N
- *Cabos_Liga_Juntas* – N-N

Os atributos identificados para as várias Entidades incluem informação essencial com impacto na gestão, operação e manutenção da rede ou no planeamento da sua expansão. Podem ser categorizados como:

- Identificação – rápida identificação através de código ou designação para localização e acesso a dados em outros sistemas;
- Localização (endereço, distrito, concelho, freguesia);
- Propriedade e condições de acesso – Fundamental por exemplo em actividades de manutenção, no caso de falha na rede o serviço deve ser repostado no mínimo espaço de tempo, sendo necessário comunicar com proprietários da infraestrutura e/ou dos domínios em que esta se encontra;
- Características – dimensões, marca, modelo, capacidade, elementos que permitam a identificação visual
- Estado e uso – deve existir informação actualizada sobre o estado de conservação e de ocupação;

Diagrama Entidade/Relação

Schema Lógico de Alto Nível



O *Schema* Lógico de alto nível representa as especificações para

implementação da base de dados no modelo relacional, as entidades foram examinadas e decompostas, as relações refinadas e definidas as chaves. Em anexo são detalhadas cada uma das entidades/*feature classes*, subtipos e *domain constraints*.

IV.2.1 Integridade dos dados

Para além das regras de negócio reflectidas no modelo de dados foram propostas e definidas outras que garantem a precisão, correcção e validade dos dados: regras topológicas e de procedimento.

Como já referido no capítulo III ponto 3.3 “uma estrutura de dados topológicos garante a inexistência de erros de digitação e edição, possibilitando uma correcção geométrica difícil de obter em dados criados em estruturas de dados não topológicos, garantindo a estrutura de dados espaciais topológicos a sua utilidade “pelo que foram propostas regras ou relações topológicas entre *features* de diferentes *classes*. Estas regras, definidas a partir da geometria dos objectos espaciais, definem o comportamento das *features* geográficas que se relacionam no espaço (localização), garantindo:

- Melhor gestão de dados;
- Melhor workflow;
- Maior integridade dos dados;

A criação de regras topológicas na *Geodatabase* permitiu também deixar em aberto a futura implementação de redes geométricas, com o desenvolvimento, criação e utilização de funções específicas para telecomunicações (como por exemplo *tracing*), bem como precaver a possibilidade de utilização da base de dados em aplicações/soluções desenvolvidas especificamente para redes de telecomunicações.

A tabela seguinte apresenta a proposta para as relações topológicas:

Tema	Feature Classes	Relações topológicas
Infra-estruturas	ESTRUTURA (pontos), CONDUITA (linha)	Os nós representando o início e o fim de um determinado troço de conduta devem ser coincidentes com o ponto que representa a localização das estruturas (Bastidor, CVP, Entrada de edifício);

Rede	EQUIPAMENTO (ponto), JUNTA (ponto), CABO (linha)	Os nós representando o início e o fim de um cabo devem coincidir com a localização de pontos que representam localizações de Juntas ou equipamentos;
------	--	--

Em termos de procedimento foram definidas regras que definem o processo de criação de cadastro e que são detalhadas no ponto “4.3 Levantamento, Carregamento de Informação e Edição de Cadastro” do presente capítulo.

IV.3 Arquitectura

Como já exposto no capítulo anterior no ponto 3.1.2 Arquitectura, no estado actual da tecnologia a arquitectura cliente/servidor é o modelo corrente de processamento e também o implementado na proposta de SIG para cadastro de redes de nova geração em fibra óptica.

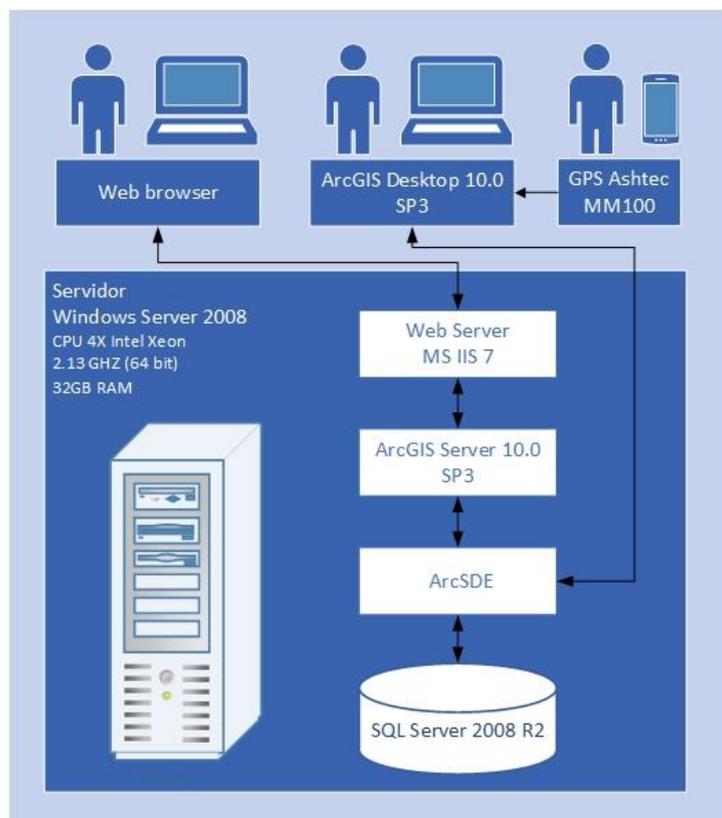


Figura: Arquitectura Solução

O servidor Windows Server 2008 contém o repositório de dados implementado sobre o SGBD MS SQL Server 2008 R2 com o *middleware* para dados espaciais ArcSDE da

ESRI, bem como o servidor web, ArcGIS Server 10.0 a funcionar com Microsoft Internet Information Services (IIS) 7.

Os clientes SIG ArcGIS Desktop acedem via LAN ou VPN ao servidor de bases de dados e recebem os dados de campo em formato SHP posteriormente carregados na SDB, o cliente SIG tem permissões de leitura e escrita. Os clientes *browsers* da aplicação para consulta e exploração de dados acedem via Intranet, a aplicação web tem apenas acesso de leitura.

IV.4 Levantamento, Carregamento de Informação e Edição de Cadastro

O levantamento de dados de redes de telecomunicações e especificamente redes de nova geração em fibra óptica é um processo moroso, complexo e de elevados custos.

Cartografar uma rede de nova geração em fibra óptica, implantada e em exploração, implica a abertura de Caixas ou Câmaras de Visita, visita de Armários ou Bastidores, identificação e verificação de equipamentos e cabos, muitas vezes em mau estado de conservação, com diversos outros operadores a passarem cabos ou instalarem equipamento nas mesmas estruturas, em domínios e propriedade de instituições terceiras, em uma longa extensão do território. É uma actividade que acarreta obrigatoriamente um avultado investimento de tempo e recursos, com custos elevados e grande dificuldade no controlo e garantia de qualidade dos dados.

Com a implementação da anterior solução de cadastro, foram contratados a empresas ligadas à área da construção de infra-estruturas de telecomunicações, serviços de levantamento e carregamento de dados. Ao elevado custo dos levantamentos somaram-se diversos problemas relacionados com a qualidade de dados. Erros ao nível da lógica estrutural e topologia da rede, erros ao nível do carregamento dos atributos, muitas vezes recolhidos por equipas ou técnicos distintos, sem critérios rigorosos de normalização. Os dados de campo eram posteriormente carregados no sistema por outros técnicos dessas empresas acrescentando aos custos totais.

Após a digitalização, o sistema implicava um complexo processo de validação dos dados onde eram verificados os erros de campo de acordo com as regras de negócio definidas, o procedimento de validação consumia ainda mais tempo e recursos, sendo necessária por vezes validar em campo o levantamento com novas saídas. Apenas quando o processo de validação era concluído e os erros totalmente corrigidos as tabelas temporárias transitavam para a base de dados (versionamento). As dificuldades e elevados custos dos levantamentos levaram à decisão de aquisição de equipamento GPS para um maior controlo de todo o processo.

Após consultas a diversos fornecedores foi decidida a aquisição de um equipamento GPS de elevada precisão, específico para trabalho de campo, incluindo *software* para criação de *layers* SHP e carregamento de atributos dos vários elementos, com funções básicas para definição de *data types* (numérico (nº dígitos e casas decimais), texto (max. caracteres, data, hora...), possibilitando também o carregamento de imagens como atributos.

De forma a minimizar o esforço associado ao carregamento, a estrutura dos atributos do SHP foram adaptadas o mais possível ao modelo de dados, ainda assim e edição dos dados e o carregamento para a SDB era totalmente manual.

Numa primeira fase os dados foram levantados e carregados utilizando a projecção e sistema de coordenadas *Hayford Gauss - Datum73* – IPCC. Posteriormente foram convertidos para o sistema oficial: PT-TM06/ETRS89 - *European Terrestrial Reference System 1989*.

Os dados de base e enquadramento:

- Cartografia Digital Vectorial TELEATLAS: Rede viária; Carta administrativa; Rede Ferroviária; Localidades e perímetro urbano; Rede hidrográfica; Uso do solo; Outras áreas;
- Background imagens Raster - Bing Maps

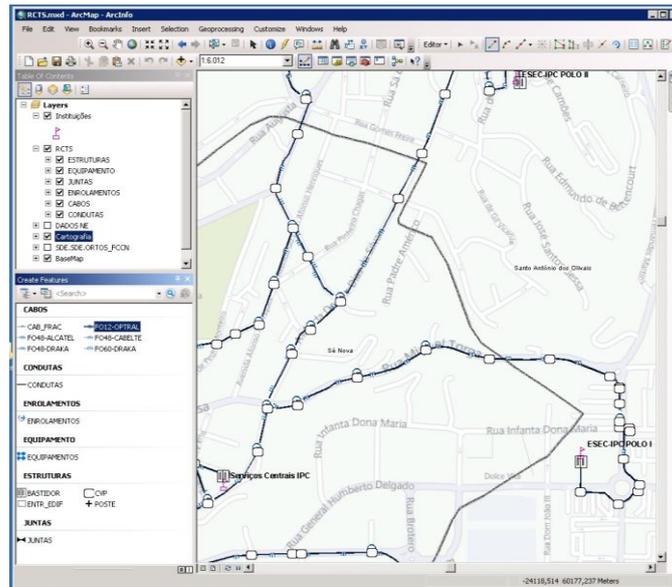


Figura: Janela ArcInfo

A janela do cliente SIG ArcInfo foi configurada para edição com as entidades (*feature classes*) e subtipos do *schema* da bases de dados disponíveis no *frame* do lado esquerdo.

Foram definidas algumas regras de integridade para os dados espaciais e que determinam que o processo de criação de cadastro deve levar em conta as relações entre várias as classes de objectos /elementos da rede, que foram criadas ao nível da base de dados.

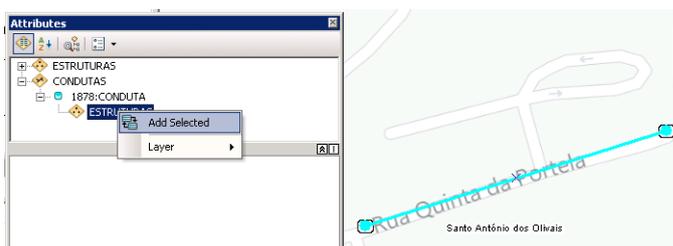
O processo de digitalização deve seguir a sequência:

1. Estruturas – digitalização das localizações e carregamento dos atributos para todas as Câmaras/Caixas de Visita (CVP) e bastidores;
2. Conduitas – digitalização das conduitas, carregamento dos atributos e criação da associação entre conduitas e estruturas;
3. Equipamentos e Juntas de Fusão – Digitalização e carregamento de atributos para todos os equipamentos ODF e as Juntas, associação destes elementos às respectivas estruturas - Junta/CVP e ODF/Bastidor;
4. Cabos de Fibra Óptica – Digitalização e carregamento dos atributos dos Cabos, criação da associação Cabos/Juntas e Cabos/ODF.

5. Enrolamento – Digitalização dos enrolamentos, carregamento dos atributos e criação das associações, Enrolamento/Cabos, Enrolamento/CVP;

Para garantir a integridade dos dados de acordo com as regras definidas no modelo de dados é utilizada a ferramenta de validação *Validate Features* que corre uma rotina identificando as *features* individuais e quais os atributos obrigatórios em falta.

A criação da relação/associação entre os diversos elementos deve ser feita manualmente seleccionando os vários elementos.



A partir das relações, utilizando apenas o Editor de Atributos, é possível navegar entre elementos associados.

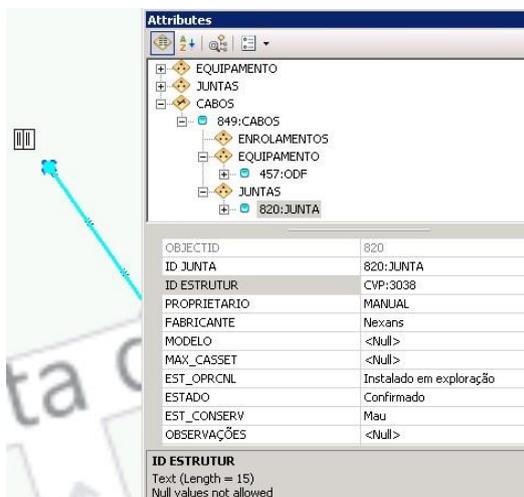


Figura: Navegação nos atributos dos elementos da rede

O ArcGIS Desktop disponibiliza múltiplas ferramentas para consulta e visualização dos dados tabulares (*identify, html pop-up, visualização da tabela de atributos*), bem como foram o acesso às imagens fotografias dos elementos de rede cadastrados acessíveis através da ferramenta *hyperlink*.

IV.5 Aplicação Web para Visualização

Para consulta e visualização dos dados de cadastro da rede foi desenvolvida uma aplicação web em Microsoft .NET, que permite o acesso e exploração a utilizadores não técnicos. Para tal foi utilizada a plataforma ArcGIS Server 10 com o web server MS IIS, combinando as capacidades de publicação do ArcGIS Desktop e de administração do ArcGIS Server Manager.

A aplicação acede directamente à base de dados do SIG (ArcSDE SQL Server) e utiliza como *layers* de *background* os dados do Bing Maps. Pode ser disponibilizada na Internet ou Extranet, embora o requisito para o sistema incluísse apenas a disponibilização na Intranet do operador.

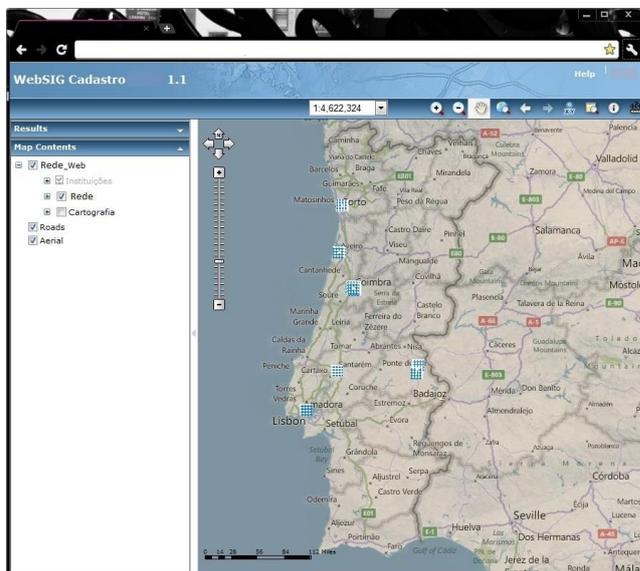


Figura: Aplicação web para visualização.

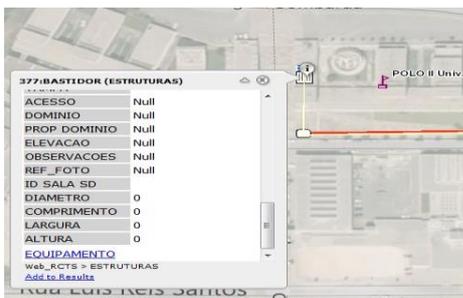
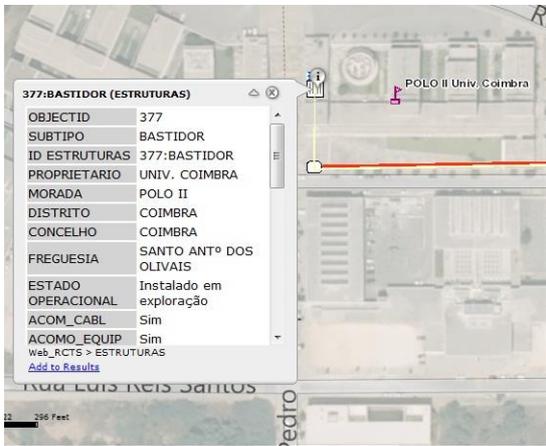
A aplicação é acedida através de *web browser standard*.

O interface de utilização é bastante intuitivo e está disponível manual de utilização através do *help*.

O um *frame - Map Contents* – disponibiliza o controlo dos *layers* disponíveis na base de dados, podendo ser explorados, seleccionando e desseleccionando os diferentes níveis de informação alterando a visualização do mapa.

A aplicação disponibiliza as funcionalidades básicas de navegação no mapa através da barra de ferramentas e para *query* aos dados é utilizado o *Map Identify*.

Ao clicar em uma determinada *feature* representando um elemento da rede a ferramenta abre uma janela *pop-up* na qual são exibidos os atributos do elemento, bem como os restantes elementos relacionados, permitindo navegar através das relações criadas no modelo de dados.



No caso ao aceder aos atributos de um determinado bastidor permite visualizar também aos atributos dos equipamentos (ODF).

IV.6 Administração /Manutenção

A estratégia para backup e recuperação dos dados foi criada utilizando o SQL Server Management Studio, também utilizado na definição dos planos de manutenção para os índices e estatísticas e relatórios automáticos de (email) enviados à equipa.

Dado que o SDE inclui mecanismos de controlo através de *versionamento*, em períodos de carregamento ou edição de dados é necessário correr regularmente o comando *compress*, que permite diminuir a dimensão da base de dados e melhorar a performance reduzindo as tabelas de *adds* e *deletes*.

Os planos definidos:

- *Index & statistics* - Foi concebido um plano para criação de índices e estatísticas com periodicidade semanal em período de não utilização do sistema.
- *Differential Backup* - Foi definido um *backup* diferencial da BD SDE que ocorre todos os dias, excepto sextas-feiras, depois do horário de expediente.
- *Full Backup* - O backup total da base de dados é feito semanalmente, definido para todas as sextas-feiras depois do horário de expediente.

A aplicação *web* é administrada via funcionalidades de publicação do ArcGIS Desktop e através da gestão de serviços, gestão e criação de aplicações, gestão do servidor e de segurança do ArcGIS Server Manager.

V. CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objectivo abordar o estudo da utilização dos SIG nas várias fases do ciclo de vida das redes, do planeamento e projecto à construção e operação, observar as necessidades do ponto de vista da regulação e ainda elaborar uma proposta de operacionalização para a implementação de um SIG de cadastro de redes de fibra óptica. Pretendeu-se também fazer a análise ao enquadramento político, económico e social na implementação das RNG, objectivos que consideramos terem sido atingidos.

Do ponto de vista político ficou demonstrada a crescente importância atribuída ao longo dos últimos 15 a 20 anos às redes de nova geração e de banda larga, consequência do reconhecimento generalizado do papel fundamental das tecnologias de informação e comunicação na formação de um novo modelo económico e social, no qual Informação e conhecimento desempenham um papel preponderante, resultando num novo paradigma do desenvolvimento. Mais do que isso assiste-se ao surgimento, de *“(...) uma estrutura social baseada em redes operadas por tecnologias de comunicação e informação fundamentadas na microelectrónica e em redes digitais de computadores que geram, processam e distribuem informação a partir do conhecimento acumulado nos nós dessa rede.”* (CASTELLS, 2006: 20) uma **sociedade em rede**, uma designação do que se convencionou chamar globalização, um crescente e imparável crescimento do comércio e serviços e um enorme movimento de capitais facilitados pela desmaterialização financeira e facilidade crescente nas comunicações, com uma profunda transformação cultural e organizacional dos negócios, empresas, corporações e sociedade que se estruturam de forma global, apátrida, multicultural e organizada em rede.

A constatação da transformação da sociedade, consequente do progresso tecnológico das TIC e dos problemas no desigual acesso às vantagens económicas e sociais da sociedade em rede, têm consequências no plano das políticas para o desenvolvimento e na evolução do quadro legal e regulatório para sector o sector das telecomunicações, com reflexos na gestão e no ordenamento do território.

Apesar do reconhecimento generalizado por parte de decisores políticos, da indústria, de economistas e não obstante os enormes fundos públicos aplicados no âmbito de estímulos ao crescimento ou recuperação económica, ainda assim alguns autores questionam a extensão do impacto da internet de banda larga no crescimento económico e no desenvolvimento social, que tem na sua base a suposição de que as sociedades se deslocam em um eixo linear temporal pré-definido, no sentido de um modelo comum de desenvolvimento.

São no entanto inegáveis os profundos impactos da Internet e especificamente da banda larga, na sociedade e na economia. Estes efeitos são sentidos a todos os níveis, revolucionando a forma como sociedade e a economia se organizam, estimulando a inovação, aumentando a produtividade e competitividade, gerando crescimento económico e emprego, mas também ao nível do indivíduo, na alteração do padrões de socialização, da comunicação, no acesso a produtos serviços, no maior envolvimento no processo político e interação com o estado, acesso a informação, conhecimento e oportunidades económicas.

Grupos, indivíduos ou regiões sem acesso à banda larga, que apesar de viverem na sociedade em rede não colhem benefícios deste processo de reorganização social, ausentes do mundo virtual e da aldeia global, são designados como info-excluídos. O fosso entre os que beneficiam da revolução tecnológica e os info-excluídos, é geralmente designado como *digital divide* ou clivagem digital.

Reconhecendo que as diferenças de acesso à informação tendem a exacerbar problemas de segregação económica e sócio espacial já existentes, a clivagem digital foi eleita como um inimigo comum cujo combate tem aliado forças políticas e económicas, tendo como derradeiro objectivo alargar a toda a sociedade e território, e a outras escalas, países e continentes, a capacidade benéfica da banda larga e das redes de nova geração.

O estudo teórico sobre a difusão da inovação - processo pelo qual uma determinada inovação é comunicada através de certos canais aos membros de um sistema social - e as pesquisas sobre a utilização da internet, demonstram no entanto, que a adesão e manutenção do serviço dependem maioritariamente do processo de difusão na rede social do indivíduo, e que grupos ou indivíduos pertencentes a classes

favorecidas têm uma muito maior probabilidade de engajar em actividades económicas que lhes permitam aumentar os seus rendimentos. Portanto, a probabilidade de adesão e o benefício colhido pelo acesso à banda larga, varia muito mais em função de factores sociais, demográficos, de nível de rendimento e individuais do que da simples existência de infra-estrutura. O investimento do lado da oferta deve por isso ter um correspondente investimento do lado da procura, que capacite e estimule indivíduos e grupos info-excluídos a se incluírem e colherem os benefícios.

Existe também alguma discordância entre os diversos autores e estudos sobre a evolução da clivagem digital, por que de facto, ao considerarmos por exemplo a largura de banda, podemos verificar que em áreas desenvolvidas e com forte infra-estruturação a disponibilidade de largura de banda e de dispositivos terminais com grande capacidade tem um crescimento acelerado, pelo que, mesmo com a massificação do acesso internet em áreas menos favorecidas, a distância entre os níveis de serviço e as potenciais vantagens competitivas entre regiões favorecidas e desfavorecidas continua a aumentar. De facto, a análise da evolução da clivagem digital tem resultados totalmente díspares, de acordo com a escolha de tecnologias de transporte, dispositivos de acesso e tipo de ligação.

Por outro lado a constatação de que, apesar desse gigantesco esforço desenvolvido ao longo das últimas quase duas décadas, o desenvolvimento, o crescimento económico, a competitividade e a produtividade insistem em se manter ausentes de regiões tradicionalmente menos favorecidas ou semiperiféricas - veja-se o caso europeu - leva a que as dúvidas quanto a este modelo de desenvolvimento permaneçam lícitas.

Independentemente da discussão teórica sobre o impacto das redes de nova geração na economia e na sociedade, os planos de estímulo económico e de desenvolvimento e coesão territorial, directivas da governação supranacional e correspondentes políticas internas, foram sendo idealizadas e implementadas com a tónica na infra-estruturação de acesso a banda larga. Estes planos foram concebidos com a preocupação no estímulo ao desenvolvimento de uma economia da informação e do conhecimento, aumento da inovação, da produtividade e competitividade, com o objectivo de um crescimento económico e desenvolvimento social sustentável, com

consequências na diminuição das assimetrias regionais no acesso a produtos, serviços e oportunidades e o aumento da coesão territorial. Estas iniciativas e planos sucessivos, constituíram-se, tanto na UE como nos EUA, como poderosas ferramentas de política económica, que incluíram gigantescos fundos para financiamento público de incentivos à inovação, investigação e desenvolvimento no domínio das TIC, bem como para implantação de infra-estruturas de redes, no sentido da cobertura e serviço universal de banda larga, com objectivos claros e mensuráveis de alargamento da penetração e aumento da largura de banda. Ainda assim, é fácil constatar empiricamente que não se observam hoje os tão esperados e desejados impactos positivos no plano económico e social.

Uma proposta para futuro estudo poderia consistir na mensuração do crescimento, aumento da inovação, produtividade e competitividade territorial, atracção de emprego e fixação de jovens, em concelhos rurais interiores que foram beneficiados com investimento público para criação de redes de fibra óptica. O estudo poderia ser acompanhado pela análise demográfica, socioeconómica e inquéritos campo que verificassem os níveis de difusão e utilização efectiva da internet de banda larga, em contraste, por exemplo, com os níveis de subscrição de televisão por cabo.

Por outro lado, provavelmente contrariando os anteriores estudos econométricos, que - em períodos de crescimento económico - identificam uma correlação entre investimento em redes de banda larga e crescimento económico, propõe-se que se tente estabelecer para os países do sul da Europa um estudo semelhante que analise o quinquénio 2008/2013.

A evolução do mercado e das tecnologias de telecomunicações também desempenharam um papel preponderante na importância crescente da banda larga e do seu mapeamento.

Assiste-se hoje a um crescimento descontrolado das redes de comunicação electrónica e do tráfego digital, a par com uma acelerada convergência e integração de meios. A evolução da indústria tem determinado crescentes fusões e aquisições em grandes conglomerados Média/Telecom, com a oferta também a ser agregada em pacotes triple e quadruple-play, onde um único operador se posiciona para fornecer a

totalidade dos serviços de telecomunicações, banda larga, televisão, telefonia e telefonia móvel, muitas vezes também com interesses na área dos conteúdos.

Do ponto de vista político e da regulação esse crescimento tem sido estimulado através do incremento da certeza regulatória, da promoção ao acesso aberto e não discriminatório a infra-estruturas aptas à instalação de redes electrónicas de comunicação e do financiamento público à cobertura de áreas em que as forças de mercado não têm condições de actuar.

As redes de nova geração são redes baseadas em pacotes, utilizando múltiplas tecnologias de transporte em banda larga, com separação entre transporte e serviços e que permitem fornecer diversos elementos de serviço. A fibra óptica disponível comercialmente e com custos decrescentes a partir dos anos 90, tem sido crescentemente utilizada principalmente pela sua elevada largura de banda, consistindo hoje a tecnologia corrente nas redes de transporte, substituindo a um ritmo acelerado os lacetes locais em cabo par de cobre ou coaxial. A transmissão através de luz em fibra óptica apresenta largura de banda virtualmente infinita, pelo que se perspectiva que acompanhe o aumento das necessidades futuras para tráfego digital.

Demonstrada a importância, a relevância e necessidade do mapeamento das redes de nova geração em fibra óptica e da oferta de banda larga no actual contexto, conclui-se que mais do que o simples mapeamento das áreas com e sem serviço e correspondente níveis de serviço, ou dos trajectos de cabos de fibra óptica, é fundamental a existência de um cadastro nacional de infra-estruturas aptas, sejam pertencentes a operadores, sejam propriedade de entidades públicas ou privadas que as detenham em domínio público. Ferramenta básica para a gestão do território, para uma comunicação transparente entre os vários intervenientes de mercado e responsáveis pela sua gestão e administração, para o incentivo à implantação de redes e à concorrência saudável, que resulte na promoção do desenvolvimento e da coesão territorial. Como afirma Julião: *"Numa sociedade em constante e acelerada mutação é fundamental que técnicos e políticos disponham de instrumentos de análise, de diagnóstico e de suporte à tomada de decisões que lhes permitam actuar de forma devidamente suportada, fazendo face e vencendo os desafios do desenvolvimento."*

(JULIÃO, 2001: 299). Reconhecendo a pertinência do conhecimento do território e da gestão escrupulosa no sentido do seu desenvolvimento e da promoção da sua coesão, não podemos deixar de nos questionar sobre a não existência de um projecto desta natureza, ou interrogar sobre o facto de uma entidade sectorial, como o regulador nacional para as telecomunicações, pretender abarcar toda a dimensão de um empreendimento desta magnitude. Ao falarmos de um cadastro nacional de infra-estruturas aptas referimo-nos a toda e qualquer infra-estrutura, *utilities*, electricidade, gás, saneamento, águas pluviais ou residuais, infra-estruturas de transporte e de telecomunicações, ultrapassando claramente o âmbito das telecomunicações e da sua regulação.

Os sistemas de informação geográfica (SIG) atingiram neste século a maturidade com o reconhecimento generalizado da sua importância nos mais variados sectores da sociedade. Os SIG cada vez mais constituem-se como parte integrante dos sistemas de informação (SI) *mainstream*, alcançando o mercado de massas através da banalização de dispositivos com capacidade de localização (GPS), massificação de aplicações com base em localização e ampla disponibilidade online de dados geoespaciais com acesso aberto.

A evolução da base tecnológica e dos requisitos de utilizadores de crescentes e variadas indústrias determinaram a passagem da informação espacial para o *core* das infra-estruturas TI, com o armazenamento e gestão da informação espacial em sistemas de bases de dados *standard*, de acordo com Hall e Yeung (2007) “*O processamento contemporâneo de dados espaciais é implementado mais como um componente da infra-estrutura TI do que uma aplicação departamental stand-alone*” P21.

A indústria das telecomunicações possui o essencial para fazer parte deste processo, a componente espacial da actividade determina fortemente requisitos e necessidades de ferramentas de desenho, cartografia e sistemas de informação geográfica e o seu peso económico permitiu desde os anos 90 fortes investimentos na tecnologia. A conjugação destes factores levou a uma liderança tecnológica e a um foco específico da indústria de software, que desenvolve e implementa diversas ferramentas e plataformas para suprir as necessidades do mercado de

telecomunicações, cobrindo desde as fases de planeamento, desenho, controlo da qualidade da rede, passando pela operação e manutenção, até a ferramentas de suporte ao marketing, vendas e suporte aos clientes, utilizando sistemas, ferramentas e plataformas estado da arte.

Constatando a institucionalização e assimilação da tecnologia geo-espacial pelo TI *Mainstream*, podemos afirmar que cada vez mais os projectos de implementação de bases de dados espaciais ou *spatial data base systems*, devem adoptar conceitos e metodologias *standard* na gestão de projecto TI. A gestão de projectos entendida como a aplicação de métodos e princípios de gestão e boas práticas que conduzem a iniciação, o planeamento, a implementação, a monitorização e o fecho dos projectos no sentido do seu sucesso, tem como abordagem mais comum o agrupamento das actividades em 5 fases mais ou menos sequenciais comumente designadas *Project Management Life Cycle (PMLC)*, Iniciação, Planeamento, Execução, Monitorização e Controlo, Fecho e Avaliação.

Na gestão de projecto, enquanto uma sequência lógica de actividades a ser completadas num determinado intervalo de tempo, há que realçar a relevância dos factores humanos e não técnicos no sucesso ou fracasso das implementações, formação (organizacional, ocupacional, individual ou popular), levantamento das necessidades dos utilizadores ou questões de regulação que assumem uma crescente importância. Fundamental também é a gestão das expectativas e perspectivas de sponsors e utilizadores finais do que são as suas necessidades e a arquitectura detalhada e desenho da BD por parte de *developers*, ou ainda ter em atenção estimativas de tempos e custos destes, muitas vezes demasiado optimistas. A abordagem à avaliação das necessidades dos utilizadores deve ser levada a cabo de forma sistemática, analítica e participada, sob pena de que a sua má percepção acarrete o insucesso do projecto.

A complexidade do processo de implementação e a falta de processos e estruturas de gestão de projecto bem definidas, podem ter como consequências a não satisfação das necessidades dos utilizadores, o atraso de entregas e aumento dos custos estimados ou mesmo o seu total fracasso.

A proposta SIG é centrada em uma base de dados espacial (SDBS), que permite modelar a rede de transporte em fibra óptica e infra-estrutura de suporte de um pequeno operador, através da identificação dos elementos da rede e dos atributos essenciais à actividade do operador. O modelo de dados, reflecte as principais regras de negócio, cumprindo com as determinações da legislação em vigor, nomeadamente considerando os atributos de fornecimento obrigatório especificados no sistema de informação centralizado SIC do regulador nacional para o sector, Anacom. O desenvolvimento foi realizado em plataforma ESRI e Microsoft, com numa arquitectura cliente/servidor.

A solução desenvolvida para um pequeno operador pode também ser facilmente adaptada às necessidades de quaisquer entidades detentoras de redes de fibra óptica ou de infra-estruturas aptas, com obrigação legal de fornecimento de dados a um futuro sistema nacional de cadastro.

O cadastro SIG é utilizado fundamentalmente em actividades de suporte à operação, manutenção e planeamento da rede, tanto em eventuais processos de expansão como no estudo de novos lacetes locais e suporte aos *surveys* que os suportam, mas também fundamental no cumprimento das obrigações legais especificadas no Decreto-Lei n.º 123/2009, de 21 de Maio, nomeadamente de fornecimento de dados de cadastro ao SIC da ANACOM.

É apresentada a documentação detalhada da fase de modelação, modelo entidade/relação, modelo relacional e *schema*, explicando o processo de passagem do modelo conceptual para o modelo lógico, individualizando as entidades (*feature classes*) e subtipos, relativas aos vários elementos da rede de transporte e infra-estruturas de suporte, identificando os seus atributos, as restrições de domínio, e estabelecendo as relações entre as entidades, que reflectem as regras de negócio.

Foi proposta uma arquitectura cliente/servidor *web-enabled*, desenvolvida em plataforma ESRI ArcGIS Server sobre uma base de dados espaciais implementada em Microsoft SQL Server. O cliente SIG é ArcGIS Desktop com acesso via LAN/VPN, os clientes não técnicos para pesquisa, consulta e visualização os vários elementos (entidades) da rede, respectivos atributos e relações entre as entidades, acedem à base de dados através da Intranet a uma aplicação desenvolvida em .NET na

plataforma ArcGIS Server, utilizando um browser standard. Foram previstas regras de segurança discricionária através da criação de utilizadores de edição *read-write* e de visualização *read-only*. Com a operacionalização do SDBS foram também implementados os planos de *backup* (*full* e *differential*), de geração de índices e estatísticas e o sistema de alarmes e relatórios automáticos via correio electrónico.

A proposta de SIG posiciona-se ao nível do cadastro da infra-estrutura de suporte e rede de transporte não apresentando funcionalidades complexas ao nível da gestão da conectividade das fibras, gestão de fusões e ligação aos equipamentos de transmissão, funcionalidades mais próximas do serviço. Apesar disso foram previstas algumas regras topológicas na modelação que poderão permitir o futuro de desenvolvimento de redes geométricas com capacidade para funcionalidades como o *tracing*.

Outra possibilidade de desenvolvimento sobre a solução implementada seria a passagem do SIG para plataformas em *open source*, permitindo uma solução aberta, de código livre, com baixo custo ao nível de aquisições de plataformas de software.

BIBLIOGRAFIA

ALMSTROM, Erland; JOHANSSON, Sonny - 1. Characteristics of Optical Communication Networks. In GROTE, N, et al. - Fibre Optics Communication Devices. Germany: Springer-Verlag, 2001, ISBN: 3540669779

AMADO, Luís; LONG, Celeste; SILVA, J. Amado - **Economia do Conhecimento e Desenvolvimento Económico e Social** - Porto: 2007, SPI, Sociedade Portuguesa de Inovação Consultoria Empresarial e Fomento da Inovação S.A., 2007, ISBN – 978-972-8589-73-8

AMARAL, Luís Mira; RIBEIRO, José Félix; SOUSA, Milton de - **Economia do Conhecimento: Noção, Base de Sustentação e Tendências**: Porto: 2007, SPI, Sociedade Portuguesa de Inovação Consultoria Empresarial e Fomento da Inovação S.A., 2007, ISBN – 978-972-8589-72-1

BEN YAHIA, Imen Grida; BERTIN, Emmanuel – «Next/New Generation Networks Services and Management: ICNS'06, International Conference on Networking and Services, Silicon Valley, USA, 2006». USA. IEEE Conference Publications, 2006. DOI 10.1109/ICNS.2006.77

BOESSCHE, Bruno Van Den; et al. – «Maximizing the Return on Investment for FTTX-Rollout Through the Use of GIS Street Maps and Geomarketing Data: 9th Conference on Telecommunications Internet and Media Techno Economics (CITE)», Ghent, Belgium, IEEE Conference Publications, 2010, ISBN 978-1-4244-7986-3 (print) 978-1-4244-7988-7 (online), DOI 10.1109/CTTE.2010.5557695

BUTT, Umar Farooq; KHAN, Saifullah – «GIS as a Planning Tool for the USF Co Rural Telecom and E-service Project in Pakistan: The 2nd International Geography

Symposium, GEOMED 2010, Kemer, Turkey, 2010». Amsterdam, Holland, Procedia, Elsevier Lda, 2011, ISSN: 1877-0428, DOI:10.1016/j.sbspro.2011.05.101

CAJIC, Tihana et al. – «Development of Enterprise GIS in VIPnet: 28th Conf. Information Technology Interface, Croatia, 2006». Croatia: 2006, P109-113, DOI 10.1109/ITI.2006.1708461

CAMERON, A.F. et al.. Fixed Access network Technologies. BT Technology Journal. UK. ISSN 1358-3948 (print)/1573-1995 (online). Vol. 22, N°2 (April 2004), P48-59, DOI: 10.1023/B:BTTJ.0000033470.50264.a2

CAO, Yanan et al.. A Reliable Optical Access Network Enabling Dynamic Wavelength Allocation in Triple-Play Service. Photonic Network Communications. ISSN 1387-974X (print), 1572-8188 (online). Vol.23, N°3 (2012), P259-264, DOI 10.1007/s11107-011-0356-5

CHOI, Changkyu; YI, Myung Hoon - The effect of the Internet on economic growth: Evidence from cross-country panel data. Economics Letters. Amsterdam, Netherlands. Elsevier B.V.. ISSN 0165-1765. N°105 (2009), P39–41. DOI 10.1016/j.econlet.2009.03.028

CUQUE, Joaquín et al.. Datacab: A geographical-information-system-based expert system for the design of cable networks. Expert Systems: The Journal of Knowledge Engineering. ISSN 0266-4720. Vol.25, N°4 (September 2008), P335-348, DOI:10.1111/j.1468-0394.2008.00445.x

DIMITRESCU, Stefan Daniel; SMERREANU, Alexandru. Implementing a GIS Application for Network Management. Journal of Applied Quantitative Methods. Romania. ISSN 18424562. Vol.5, N°1 (2010), P73-88,

DRUMMOND, William J.; FRENCH, Steven P.. The Future of GIS in Planning: Converging technologies and diverging interests. Journal of the American Planning Association.

USA, ISSN 0194-4363 (Print), 1939-0130 (Online). Vol.74, Issue 2 (2008), P161-174,
DOI:10.1080/01944360801982146

DUARTE, A. Manuel de Oliveira; MADUREIRA, Raquel Castro; MATIAS-FONSECA, Raquel
– “133 Years of Telecommunications Universal Service in Portugal: HISTELCON, 2010
2nd IEEE Region 8 Conference on the History of Telecommunications”, IEEE Conference
Publications, DOI: 10.1109/HISTELCOM.2010.5735277

EU/Danish Technological Institute – **Study on the Development of the Information
Society in EU Rural Development and Regional Policies: Final Report.** UE. November
2009, Volume 1; Volume 2; Volume 3

Federal Communications Commission (FCC) – Connecting America: The National
Broadband Plan. USA: FCC, April, 2009. Disponível naWWW:
<http://www.broadband.gov/plan/>

GRIFFIN, Jeff – SDT’s Enhanced GIS Overlay System Offers Telecom Opportunities,
Benefits. Underground Construction. USA. February 2010.Vol.67, No 2.

GRAHAM, Mark - Time machines and virtual portals: the spatialities of the digital
divide. Progress in Development Studies. SAGE Publications. ISSN 1464-9934 Vol11,
Nº3 (2011), P211–27. DOI 10.1177/146499341001100303

HALE, Timothy M. et al. - Rural-Urban Differences in General and Health-Related
Internet Use. American Behavioral Scientist. USA. 2010 SAGE Publications. ISSN 1098-
2140. Vol.53, Nº9, P 1304–1325. DOI 10.1177/0002764210361685 2010 53

HALL, G. Brent; YEUNG , Albert K.W - **Spatial Database Systems: Design,
Implementation and project management.** Netherlands: The GeoJournal Library 87,
Springer, 2007, ISBN-101-4020-5393-2

HARE, Wes - Rural Telecommunications: Partnerships Bridge the Digital Divide. Public Management. ISSN: 0033-3611.Vol. 83, Issue 6 (Jul2001), p12

HELBIG, Natalie et al- Understanding the complexity of electronic government: Implications from the digital divide literature. Government Information Quarterly. Elsevier Inc. ISSN 0740-624X. Nº 26 (2009), P89–97. DOI 10.1016/j.giq.2008.05.004

HENRY, Anna - The Politics of Broadband Mapping. Rural Telecom, July-August 2010, P20-23, U.S.A.

HILBERT, Martin Hilbert - The end justifies the definition: The manifold outlooks on the digital divide and their practical usefulness for policy-making. Telecommunications Policy. Elsevier. ISSN 0308-5961. Nº 35 (2011), P715–736. DOI 10.1016/j.telpol.2011.06.012

ITU – Confronting the Crisis: ICT Stimulus Plans for Economic Growth, 2nd Edition. ITU, October, 2009. Disponível na WWW: http://www.itu.int/osg/csd/emerging_trends/crisis/confronting_the_crisis_2.pdf

ITU/UNESCO – Broadband a Platform for Progress. ITU/UNESCO, June, 2011. Disponível naWWW: http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf

JAMES, Jeffrey - Are Changes in the Digital Divide Consistent with Global Equality or Inequality?. The Information Society. Taylor & Francis Group, LLC. ISSN: 0197-2243 print / 1087-6537 online. Nº27 (2011),P 121–128, DOI: 10.1080/01972243.2011.548705

JIN, Luo, XIAO-FANG Zu – «WebGIS-Based Telecommunication Resource Management Auxiliary wiring System: 2nd IITA International Conference on Geoscience and Remote sensing (GRS2010)», Qingdao, China, IEEE Conference Publications, 2010, ISBN 978-1-4244-8514-7, DOI:10.1109/IITA-GRS.2010.5602370

JOHNSON, Oliver - «Mapping Broadband Worldwide: Examples, challenges and results: 2011 technical symposium at ITU Telecom World (ITU WT)», Geneva, 2011, P35-38, ISBN: 978-1-4577-1148-0 (print) 978-92-61-13681-9 (online)

JULIÃO, Rui Pedro – Tecnologias de Informação Geográfica e Ciência Regional: contributos metodológicos para a definição de modelos de apoio à decisão em desenvolvimento regional. Lisboa : Faculdade de Ciências Sociais e Humanas/Universidade Nova de Lisboa, 2001, (tese de doutoramento).

KIM, Sangmoon - The diffusion of the Internet: Trend and causes. Social Science Research. Amsterdam, Netherlands. ISSN 0049-089X. Nº40 (2011),P602–613, DOI 10.1016/j.ssresearch.2010.07.005

LARANJA, Manuel, et al. - **Economia do Conhecimento e a Realidade Portuguesa**: Porto: 2007, SPI, Sociedade Portuguesa de Inovação Consultoria Empresarial e Fomento da Inovação S.A., 2007, ISBN – 978-972-8589-80-6

LEE, Seonmi Lee – The Triple-Play Bundle Strategy of Cable and Telephone Companies in the Current U.S. Telecommunication Market – IJMM The International Journal of Media Management, Institute for Media and Communication Management. Switzerland. ISSN: 1424-1277print/1424-1250 online, DOI: 10.1080/14241270902756427. Vol.11, Issue 2 (2009), P61-71

MCTES - Ligar Portugal – Um programa de acção integrado no Plano Tecnológico do XVII Governo: Mobilizar a sociedade da informação e do conhecimento, MCTES, Julho 2005. Disponível na WWW: <http://www.ligarportugal.pt/>

MUKHERJEEN, Biswanath – Chapter 2 Building Blocks: Enabling Technologies. In Optical WDM Networks. USA: Springer, 2006, ISBN – 0387290559

OECD – The Impact of the Crisis in the ICT's and their Role in the Recovery, OECD ,August , 2009. Disponível na WWW:

<http://www.oecd.org/internet/ieconomy/43404360.pdf>

ROSTON, Gregory; SAVAGE, Scott; WALDMAN, Donald - Economic and Business Dimensions: Household Demand for Broadband Internet Services: How much are consumers willing to pay for broadband service?. Communications of the ACM. NY-USA ISSN 0001-0782., Vol.54, Nº2 (February 2011), P29-31, DOI:10.1145/1897816.1897830

SCHADELBAUER, Rick - Can Broadband Save Rural America?. Rural Telecom, July-August 2010, P15-19, U.S.A.

SEO, Sangho - Triple-Play Competition in the U.S. Telecommunications Industry: Exploring cable operator's adoption pattern of triple-bundled services. IJMM (International Journal of Media Management). Switzerland. ISSN 1424-1277, DOI:10.1080/14241270701193359, Vol.9, Issue 1 (2007), P1-8

Sweet Land of Subsidy. "The Economist". 03/12/2011, Vol. 401, Issue 8762, P42-42

TAYLOR, Allan G. - **SQL For Dummies**. 7th Edition, Indiana, U.S.: Wiley Publishing Inc, 2010, ISBN 978-0-470-55741-9

TOMKOS, Ioannis; ANGELOU, Mariana – «New Challenges in Next-generation Optical Network Planning: 12th International Conference on Transparent Optical Networks, ICTON 2010, Munich, Germany, 2010». IEEE Conference Publications, 2010, ISBN 978-1-4244-7797-5 (online) 978-1-4244-7799-9 (print), DOI: 10.1109/ICTON.2010.5549178

WHITACRE, Brian E. – The Diffusion of Internet Technologies to Rural Communities: A portrait of broadband supply and demand. American Behavioral Scientist (em linha). U.S.A.. Vol 53, No. 9 (2010), P1283-1303, 2010, -Sage Publications, DOI: 10.1177/0002764210361684

WORBOYS, Michael F. - **GIS: A Computing Perspective**: UK: Taylor&Francis, 1995, ISBN 0-7484-0065-6

WORLD ECONOMIC FORUM/INSEAD - **The Global Information Technology Report 2012 – living in a hyperconnected world**. Geneva: WEF (Sumitra Dutra, Beñat Bilbao-Osorio, 2012. ISBN – 10: 92-95044-33-9, ISBN – 13: 978-92-95044-33-3.

Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, respeitante a uma iniciativa da Comissão para o Conselho Europeu extraordinário de Lisboa de 23 e 24 de Março de 2000: eEurope - Uma sociedade da informação para todos [COM(1999) 687 final, 8 de Dezembro de 1999

Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões - eEurope 2005: Uma sociedade da informação para todos - Plano de Acção a apresentar com vista ao Conselho Europeu de Sevilha, 21-22 de Junho de 2002

Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, Plano de Relançamento da Economia Europeia CE COM(2008) 800 final, Bruxelas, 26.11.2008

Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, “i2010 – Uma sociedade da informação europeia para o crescimento e o emprego” [COM(2005) 229 final, de 1 de Junho de 2005

Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões – Uma Agenda Digital para a Europa, COM (2010) 245 final/2, 26 de Agosto de 2010.

Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, Orientações da UE relativas à aplicação de regras em matéria de auxílios estatais à implantação rápida de redes de banda larga, COM(2013/C) 25/1, Bruxelas, 26.01.2013

ANACOM, Autoridade Nacional das Comunicações, Concurso Público para Implementação e Gestão de Sistema de Informação Centralizado (SIC), Caderno Encargos, Novembro 2010, disponível em:
http://www.anacom.pt/streaming/cadernoEncargosSIC23Nov2010.pdf?contentId=1060285&field=ATTACHED_FILE

Acórdão do Supremo Tribunal Administrativo, Processo 0993/12, 2ª Subsecção do CA, Relator: Políbio Henriques, disponível em:
<http://www.dgsi.pt/jsta.nsf/35fbbbf22e1bb1e680256f8e003ea931/d209a6292e285d1980257b1e00455eca?OpenDocument&ExpandSection=1>

DECRETO-LEI nº 34/2009. D.R. I Série. 26 (06-02-2009) 856-858.

DECRETO-LEI nº123/2009 de 21 de Maio, D.R. I Série, 98 (21/05/2009) 3253/3279

LEI nº5/2004 de 10 de Fevereiro, D.R. I Série-A, 34 (10-02-2004) 788-821

PORTARIA nº 829/2010. D.R. I Série. 169 (31-08-2010) 3825-3829.

RESOLUÇÃO DO CONCELHO DE MINISTROS nº 135/2002. D.R. I Série B. 268 (20-11-2002) 7298-7302.

RESOLUÇÃO DO CONCELHO DE MINISTROS nº 109/2003. D.R. I Série B. 185 (12-08-2003) 4852-4894.

RESOLUÇÃO DO CONCELHO DE MINISTROS nº 120/2008. D.R. I Série. 146 (30-06-2008)
5110-5113.

ANEXO I – TECNOLOGIA FIBRA ÓPTICA /TRANSMISSÃO

Dado o âmbito do presente estudo, justifica-se descrever de forma sucinta a tecnologia associada as redes de nova geração e a sua recente evolução, e mais especificamente focando nas redes de transporte em fibra óptica.

De acordo com BEM YAHIA e BERTIN (2006), o conceito de Next Generation Networks foi introduzido para levar em conta uma nova situação e mudanças na área das telecomunicações, caracterizadas pela liberalização dos mercados, procura de serviços inovadores e explosão do tráfego digital associado à Internet.

A ITU-T responsável pela criação de *standards* no sector, define RNG como redes baseadas em pacotes (*packet-based networks*) capazes de prestar serviços que incluem as telecomunicações e de utilização de múltiplas tecnologias de transporte em banda larga, *QoS-enabled (Quality of Service Enabled)* e em que as funções relacionadas com os serviços são independentes das tecnologias de transporte. Oferecem acesso a diferentes prestadores de serviços sem restrições. O seu suporte à mobilidade permitirá aos utilizadores uma provisão de serviço ubíqua e consistente.

Ainda segundo BEM YAHIA e BERTIN (2006) a separação entre transporte e serviços é a base das RNG, permitindo o fornecimento e evolução de forma independente, essa mesma evolução, como já foi anotado, vai no sentido da integração da oferta e do envolvimento de múltiplas redes de transporte com diversos elementos de serviço (voz, vídeo, videopresença ou videoconferência, jogos, difusão de televisão, etc.).

Como visto também no ponto 2.1.4 referente à evolução do mercado das telecomunicações, os progressos tecnológicos que permitiram uma crescente largura de banda potenciadora dos novos serviços, implicaram uma explosão do tráfego de dados, que por sua vez vieram compensar o declínio da rentabilidade nos serviços tradicionais consequentes da liberalização dos mercados.

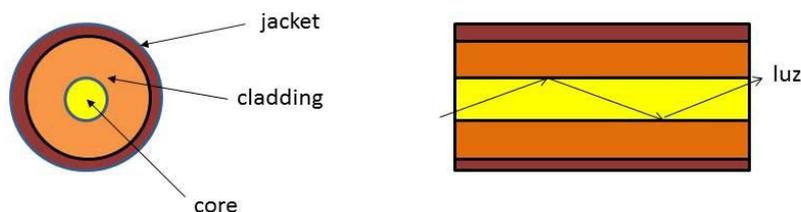
Do ponto de vista das tecnologias de acesso e transporte, segundo ALMTROM e JOHANSSON (2001) as comunicações em fibra óptica começaram a estar comercialmente disponíveis em meados dos anos 90. Sendo considerada a rede de transporte ideal pela sua elevada (virtualmente ilimitada) banda larga para voz, vídeo e

dados, capacidade infinitamente superior a par de cobre ou coaxial, baixas perdas e elevada durabilidade;

Para transmissão de dados utilizando a luz através da fibra óptica é injectado um feixe luminoso, que é recebido por outro equipamento, na prática são necessários, um transmissor, um meio (cabo fibra óptica) e um receptor. Transmissor e receptor são os equipamentos responsáveis pela conversão do impulso eléctrico em luz e posterior reconversão de luz em eléctrico e são de dois tipos *Light Emitting Diode* (LED) ou *Laser Diode*.

Na construção da fibra óptica dois elementos são fundamentais para a transmissão, o núcleo ou core óptico que transporta a luz no centro da fibra, e o revestimento ou *cladding* que envolve o núcleo com uma camada de sílica, que por ter um menor índice de refacção obriga a luz a reflectir e manter-se dentro do núcleo. Estes dois elementos são envolvidos em várias camadas de endurecimento e protecção, e revestido com uma capa ou tubo de plástico ou borracha para resistência dos cabos, podendo variar na qualidade e grau de resistência conforme o ambiente em que será utilizado. Um cabo pode ser composto por múltiplas fibras, normalmente agrupadas em tubos de conjuntos de 12.

Fibra Óptica



Fonte: Fiberoptics Fundamentals opencouseware MIT

Disponível em linha: <http://ocw.mit.edu/resources/res-6-005-understanding-lasers-and-fiberoptics-spring-2008/fiberoptics-fundamentals/>

Ao longo da fibra o sinal sofre atenuação devido a factores como a absorção da energia óptica por pequenas impurezas, dispersão do raio de luz devido a imperfeições microscópicas, pequenos cortes na fibra ou curvas para lá do raio mínimo de refração da luz. Estas atenuações implicam que existam ao longo de um determinado percurso de fibra repetidores com amplificação do sinal.

Tipicamente as fibras são terminadas em painéis próprios, *Optical Distribution Frame* (ODF) através de conectores, e ligadas aos respectivos equipamentos.

Ainda relativamente às infra-estruturas *Outside Plant* (OSP), são de particular importância as juntas de fusão (*Splice Closures*) nas quais são fundidas individualmente as fibras de um determinado cabo, sejam para continuação de um determinado trajecto em outro cabo, seja para intersecção com outro ou ligação de uma instituição, equipamento ou ó de rede.

Devido ao elevado custo de implantação, a fibra óptica foi inicialmente utilizada para transmissão ponto a ponto dentro do *Backbone* das redes de telecomunicações, entre instalações dos operadores em redes *long-haul* como cabos transoceânicos.

Dos avanços tecnológicos mais importantes na utilização da luz para transmissão de dados em fibra óptica foram a tecnologia *Wavelength Division Multiplexing* (WDM), e mais tarde *Dense Wavelength Division Multiplexing* (DWDM), que permitem a transmissão simultânea de dados em vários comprimentos de onda ou canais numa mesma fibra, possibilitando uma largura de banda virtualmente infinita para transmissão de dados.

Com a redução dos custos de construção e comercialização dos equipamentos e cabos de fibra óptica, esta tem sido rapidamente implantada no lacete final (ligação entre um nó e o cliente), em arquitecturas designadas como *fiber-to-the-node/neighborhood* (FTTN), *fiber-to-the-building* (FTTB), *fiber-to-the-home* (FTTH) e *fiber-to-the-desk* (FTTD), ou de uma forma genérica *fiber-to-the-X* (FTTX). Na prática assiste-se à progressiva substituição ou *upgrade* do lacete local, tradicionalmente em cabo de par de cobre ou cabo coaxial.

ANEXO II – DOCUMENTAÇÃO MODELO DE DADOS - TABELAS

Para uma melhor compreensão do modelo as várias entidades/*feature classes* são seguidamente documentadas de forma independente e detalhada, desagregando os subtipos e descrevendo os atributos de cada entidade.

As células de cor cinzenta são aquelas que, ou não são possíveis de alterar por serem produzidas pelo próprio sistema de base de dados (Shape e OBJECTID), ou porque devido ao tipo de dados o valor não se aplica, por exemplo, para o *data type short integer* é apenas definido o número de dígitos que o campo aceita (*precision*), não se definindo o número de casas decimais (*scale*) e o comprimento do campo/número de caracteres (*length*). Seguidamente explica-se cada coluna das tabelas de atributos:

- Field Name - identifica o nome do campo;
- *Data type* – tipo de dados;
- *NULL* – Se campo é de preenchimento obrigatório ou aceita valores *NULL*, por exemplo, no caso do estado operacional dos elementos da rede (EST_OPRCNL), tem que existir sempre um estado operacional para qualquer dos subtipos de entidade estrutura (Bastidor, Entrada de Edifício, Câmara de Visita, Poste) sendo o campo validado através de *domain constraint* (em projecto, instalado em exploração, instalado não activado, em desinstalações), não sendo possível o valor *NULL*, não é o por exemplo o caso do campo REF_FOTO (Caminho /link para fotos/imagem da estrutura), podendo não existir imagens para uma determinada estrutura, o campo pode aceitar valores *NULL*;
- *Default* – Outra forma de garantir a integridade e qualidade dos dados é definição de valores por defeito;
- *Domain* – Identifica se o campo apresenta ou não restrições de domínio (*domain constraints*) que são apresentados na parte final deste anexo;
- *Precision* - nº de dígitos do campo (numérico);
- *Scale* - nº de casas decimais do campo (numérico)
- *Length* - nº de caracteres, comprimento do campo (*string*);

- *Description* – Apresenta uma descrição do campo.

São apresentadas as tabelas referentes aos atributos da entidade/*features class* Estruturas e tabelas dos seus subtipos BASTIDOR, CVP, ENTR_EDIF, POSTE, relativamente aos valores por defeito e restrições de domínio.

ESTRUTURAS

Field Name	Data type	Nulls	Default	Domain	Precision	Scale	Length	Description
Shape	Geometry							Point ArcSDE Geometry
OBJECTID	Object ID							
SUBTIPO	Short Integer	No			2			Identificação Subtype
ID_ESTRUTUR	String	No					15	Concatenação "OBJECTID:Subtype"
PROPRIETARI	String	No					20	Identificação proprietário da estrutura
MORADA	String	No					75	Endereço postal
DISTRITO	String	No					50	Distrito em que se encontra
CONCELHO	String	No					50	Concelho em que se encontra
FREGUESIA	String	No					50	Freguesia em que se encontra
DIAMETRO	Double	No			4	2		Valor da medida
COMPRIMENTO	Double	No			4	2		Valor da medida
LARGURA	Double	No			4	2		Valor da medida
ALTURA	Double	No			4	2		Valor da medida
EST_OPRCNL	String	No		EstadoOperacional			30	Estado operacional do elemento da rede
ACOM_CABL	String	No		SimNao			15	Utilização para acomodação de cablagem
ACOM_EQUIP	String	No		SimNao			15	Utilização para acomodação de equipamento
ACOM_JUNT	String	No		SimNao			15	Acolhimento de junções/derivações de cablagem
ACOM_TERM	String	No		SimNao			15	Utilização para ligação a equipamentos activos
ESTADO	String	No		Estado			15	Cadastro em gabinete ou levantamento em campo

EST_CONSERV	String	No		EstadoConservacao			15	Estado de conservação da estrutura
ID_SALA_SD	String	No					10	ID da sala no <i>Service Desk</i>
ID_BAST	String	No					15	BAST:<SalaTecnicaSD>:<Posição Num_sequencial>
FORMATO	String	Yes					15	Norma de formato do bastidor
ESQ_LOCALIZ	String	Yes					15	Esquema da localização dos bastidores na sala.
ENERGIA_220	String	Yes					15	Existência de régua de energia
ENERGIA_48	String	Yes					15	Existência de régua de energia
TIPO_TAMPA	String	Yes					15	Tipo de tampa das CVP
MAT_TAMPA	String	Yes					15	Material da tampa CVP
REF_TAMPA	String	Yes					15	Referencia da tampa CVP
ACESSO	String	Yes					15	Restrições no acesso às estruturas
DOMINIO	String	Yes					15	Tipo instituição que gere o domínio
PROP_DOMIN	String	No					15	Proprietário do domínio
ELEVACAO	Double	No			4	2		Elevação (andar/ altura) da entrada de cabos no edifício
OBSERV	String	Yes					200	Observações
REF_FOTO	String	Yes					200	Caminho /link para fotos/imagem da estrutura

SUBTIPOS ESTRUTURAS

SUBTYPE 1 - BASTIDOR

Field Name	Default Value	Domain
DIAMETRO	0	
ACOM_CABL	Não	SimNao
ACOM_EQUIP	Sim	SimNao
ACOM_JUNT	Não	SimNao
ACOM_TERM	Sim	SimNao
ID_SALA_SD	0	
ID_BAST	0	
FORMATO		FormatoBastidor
ESQ_LOCALIZ		
ENERGIA_220		SimNao
ENERGIA_48		SimNao
PROP_DOMIN	0	
ELEVACAO	0	

SUBTYPE 2 – CVP

Field Name	Default Value	Domain
ALTURA	0	
ACOM_CABL	Sim	SimNao
ACOM_EQUIP	Não	SimNao
ACOM_JUNT		SimNao
ACOM_TERM	Não	SimNao
ID_SALA_SD	0	
ID_BAST	0	
TIPO_TAMPA		TipoTampaCVP
MAT_TAMPA		MaterialTampaCVP
ACESSO		Acesso
DOMINIO		Dominio
ELEVACAO	0	

SUBTYPE 3 – ENTR_EDIF

Field Name	Default Value	Domain
ACOM_CABL	Sim	SimNao
ACOM_EQUIP	Não	SimNao
ACOM_JUNT		SimNao
ACOM_TERM	Não	SimNao
ACESSO		Acesso
DOMINIO		Dominio
ELEVACAO	Não	Não

SUBTYPE 4 – POSTE

Field Name	Default Value	Domain
ACOM_CABL	Sim	SimNao
ACOM_EQUIP	Não	SimNao
ACOM_JUNT		SimNao
ACOM_TERM	Não	SimNao
ACESSO		Acesso
DOMINIO		Dominio

EQUIPAMENTOS – Tabela de atributos Entidade/Feature Class EQUIPAMENTOS.

Field Name	Data type	Nulls	Default	Domain	Precision	Scale	Length	
Shape	Geometry							Point ArcSDE Geometry
OBJECTID	Object ID							
ID_EQUIP	String	No					15	ODF:<SalaTecnicaSD>:<ID_Bast>:<A B C ...>
ID_BAST	String	No					15	FK (ID do bastidor)
ID_CABOS	String	Yes					15	FK (ID dos cabos conectados)
ENT_RESP	String	No					20	Nome do detentor ou responsável pela rede
EST_CONSERV	String	No		EstadoConservacao			15	Estado de conservação do equipamento
GAVETA	String	No		SimNao			15	Existência de gaveta para arrumação
N_SLOTS	Small Integer	No			2			Número de slots do equipamento
N_PORTS	String	No		NumeroPortas			5	Número de portas do equipamento
N_CONECT	Small Integer	No			4			Número de conectores/portas conectadas
TIPO_CONECT	String	No		ModeloConector			10	Tipo de conector
ANG_CONECT	String	No		AnguloConector			15	Ângulo do conector
POSICAO	String	No		Posicao				Posição do equipamento no bastidor
EST_OPRCNL	String	No		EstadoOperacional			30	Estado operacional do equipamento
ESTADO	String	No		Estado			15	Origem do cadastro (campo/gabinete)
EST_CONSERV	String	No		EstadoConservacao			15	Estado de conservação do equipamento
OBSERV	String	Yes					200	Observações
REF_FOTO	String	Yes					200	Caminho /link para fotos/imagem da estrutura

CABOS -Tabela de atributos da Entidade/Feature Class CABOS

Field Name	Data type	Nulls	Default	Domain	Precision	Scale	Length	
Shape	Geometry							Polyline ArcSDE Geometry
OBJECTID	Object ID							
ID_CABOS	String	Yes					15	Concatenação <ObjectID>:<"descrição subtype">
NUM_FIBRAS	String	No					3	Número de fibras do cabo
NUM_TUBOS	String	No					2	Número de tubos
TUBOS_G652	String	No					8	Tubos com fibra do tipo G652
TUBOS_G655	String	No					8	Tubos com fibra do tipo G655
SUBTIPO	Small Integer	No			2			Identificação Subtype
FABRICANTE	String	No		Fabricante			20	Fabricante
REF_FABRIC	String	No					15	Modelo do cabo (fabricante)
FROM_EQUIP	String	Yes					20	FK (ID_EQUIP)
TO_EQUIP	String	Yes					20	FK (ID_EQUIP)
FROM_JUNTA	String	Yes					15	FK (ID_JUNTA)
TO_JUNTA	String	Yes					15	FK (ID_JUNTA)
ETIQUETA	String	Yes					15	Texto da etiqueta do cabo
ETIQ_FIXAD	String	No		SimNao			15	Se há etiqueta colocada
PROPRIETARI	String	No					70	Nome do detentor ou responsável pela rede
EST_CONSERV	String	No		EstadoConservacao			15	Estado de conservação do equipamento
EST_OPRCNL	String	No		EstadoOperacional			30	Estado operacional do equipamento
ESTADO	String	No		Estado			15	Origem do cadastro (campo/gabinete)
OBSERV	String	Yes					200	Observações
REF_FOTO	String	Yes					200	Caminho /link para fotos/imagem

SUBTIPOS CABOS

SUBTYPE 1 - FO12-OPTRAL

Field Name	Default Value	Domain
NUM_FIBRAS	12	
NUM_TUBOS	1	
TUBOS_652	0	
TUBOS_655	1	
FABRICANTE	OPTRAL	
REF_FABRIC	60466.02	

SUBTYPE 2 – FO48-CABELTE

Field Name	Default Value	Domain
NUM_FIBRAS	48	
NUM_TUBOS	4	
TUBOS_652	1,2	
TUBOS_655	3,4	
FABRICANTE	CABELTE	
REF_FABRIC	EPF16070	

SUBTYPE 3 – FO48-ALCATEL

Field Name	Default Value	Domain
NUM_FIBRAS	48	
NUM_TUBOS	4	
TUBOS_652	1,2	
TUBOS_655	3,4	
FABRICANTE	ALCATEL	
REF_FABRIC	CDS-897	

SUBTYPE 4 – FO48-DRAKA

Field Name	Default Value	Domain
NUM_FIBRAS	48	
NUM_TUBOS	4	
TUBOS_652	1,2	
TUBOS_655	3,4	
FABRICANTE	DRAKA	
REF_FABRIC	CDS-1724	

SUBTYPE 5 – FO60-DRAKA

Field Name	Default Value	Domain
NUM_FIBRAS	60	
NUM_TUBOS	5	
TUBOS_652	3,4,5	
TUBOS_655	1,2	
FABRICANTE	DRAKA	
REF_FABRIC	CDS-1468	

SUBTYPE 6 – CAB_FRAC

Field Name	Default Value	Domain
NUM_FIBRAS	2	
NUM_TUBOS	1	
TUBOS_652	0	
TUBOS_655	0	
FABRICANTE	Desconhecido	
REF_FABRIC	Desconhecido	

CONDUTAS - Tabela de atributos da Entidade/Feature Class CONDUTAS.

Field Name	Data type	Nulls	Default	Domain	Precis ion	Scale	Len ght	Description
Shape	Geometry							Polyline ArcSDE Geometry
OBJECTID	Object ID							
ID_CONDUTA	String	No					15	Concatenação <OBJECTID>:<"CONDUTA">
PROPRIETARI	String	No					20	Identificação proprietário da estrutura
MORADA	String	No					75	Endereço postal
DISTRITO	String	No					20	Distrito em que se encontra
CONCELHO	String	No					30	Concelho em que se encontra
FREGUESIA	String	No					30	Freguesia em que se encontra
FROM_ESTR	String	No					15	FK (ID_ESTRUTUR)
TO_ESTR	String	No					15	FK (ID_ESTRUTUR)
DIAMETRO	Double	No			4	2		Valor da medida
COMPRIMENTO	Double	No			4	2		Valor da medida
NUM_TUBOS	Small Integer	No					2	Número de tubagens instaladas
MAT_CONDUT	String	No		MaterialConduta			15	Tipo de material da conduta
TIPO_CONDUT	String	No		TipoConduta			20	Tipo de conduta
TRACADO	String	No		TracadoMeio			15	Traçado meio
EST_OPRCNL	String	No		EstadoOperacional			30	Estado operacional do elemento da rede
ACOM_CABL	String	No		SimNao			15	Utilização para acomodação de cablagem
ACOM_JUNT	String	No	Nao	SimNao			15	Acolhimento de junções/derivações de cablagem
ESTADO	String	No		Estado			15	Cadastro em gabinete ou levantamento em campo
EST_CONSERV	String	No		EstadoConservacao			15	Estado de conservação da estrutura
DOMINIO	String	No		Dominio			15	Tipo instituição que gere o domino em q se encontra CVP
PROP_DOMINIO	String	No					15	Proprietário do domínio em q se encontra a CVP
OBSERV	String	Yes					200	Observações
REF_FOTO	String	Yes					200	Caminho /link para fotos/imagem da estrutura

JUNTAS Tabela de atributos da Entidade/Feature Class JUNTAS.

Field Name	Data type	Nulls	Default	Domain	Precis ion	Scale	Len ght	Description
Shape	Geometry							Point ArcSDE Geometry
OBJECTID	Object ID							
ID_JUNTA	String	No					15	J<instituição j<rua-nºpolícia> j<id_sistema>
ID_ESTRUTUR	String	No					15	FK (ID_ESTRUTUR)
PROPRIETARI	String	No					15	Proprietário da Junta
FABRICANTE	String	Yes		FabricanteJunta			30	Marca fabricante
MODELO	String	Yes					25	Modelo da Junta
MAX_CASSET	String	Yes					5	Nº máximo de cassetes que a junta suporta
EST_OPRCNL	String	No		EstadoOperacional			30	Estado operacional do elemento da rede
ESTADO	String	No		Estado			15	Cadastro em gabinete ou levantamento em campo
EST_CONSERV	String	No		EstadoConservacao			15	Estado de conservação da estrutura
OBSERV	String	Yes					200	Observações
REF_FOTO	String	Yes					200	Caminho <i>/link</i> para fotos/imagem da estrutura

ENROLAMENTO - Tabela de atributos da Entidade/Feature Class ENROLAMENTO.

Field Name	Data type	Nulls	Default	Domain	Precis ion	Scale	Len ght	Description
Shape	Geometry							Point ArcSDE Geometry
OBJECTID	Object ID							
ID_ENROLAM	String	No					15	J<instituição j<rua-nºpolícia> j<id_sistema>
ID_ESTRUTUR	String	No					15	FK (ID_ESTRUTUR)
COMPRIMENTO	Double	No			4	2		Valor da medida
ESTADO	String	No		Estado			15	Cadastro em gabinete ou levantamento em campo
EST_CONSERV	String	No		EstadoConservacao			15	Estado de conservação da estrutura
OBSERV	String	Yes					200	Observações
REF_FOTO	String	Yes					200	Caminho /link para fotos/imagem da estrutura

Domínios – Domain Constraints

EstadoOperacional
 Descrição: Estado operacional dos elementos da rede.
 Field Type: String

Code	Description
1	Em projecto
2	Instalado em exploracao
3	Instalado nao activado
4	Em desinstalacao

SimNao
 Descrição:
 Field Type: String

Code	Description
1	Sim
2	Não
3	Desconhecido

Estado
 Descrição: Cadastro em gabinete ou levantamento de campo
 Field Type: String

Code	Description
1	Confirmado
2	Não_confirmado

EstadoConservacao
 Descrição: Estado de conservação dos elementos da rede.
 Field Type: String

Code	Description
1	Mau
2	Razoavel
3	Bom
4	Desconhecido

TipoTampaCVP
 Descrição: tipos de tampas das caixas de visita.
 Field Type: String

Code	Description
1	NR1
2	NR2
3	NR3
4	Circular
5	Quadrada
6	Desconhecida

MaterialTampaCVP
 Descrição: tipos de tampas das caixas de visita.
 Field Type: String

Code	Description
1	Betão
2	Ferro
3	Calçada
4	Pedra

FormatoBastidor
 Descrição: Formato de bastidor.
 Field Type: String

Code	Description
1	ETSI
2	19"
3	Outro
4	desconhecido

Acesso
 Descrição: Restrições ao acesso às câmaras de visita.
 Field Type: String

Code	Description
1	Publico
2	Privado
3	Desconhecido

Domínio
 Descrição: Domínios em que se encontram.
 Field Type: String

Code	Description
1	Inst_RCTS
2	CM
3	Generico
4	Desconhecido

EstadoOperacional	
Descrição: Estado operacional dos elementos da rede.	
Field Type: String	
Code	Description
1	Em projecto
2	Instalado em exploracao
3	Instalado nao activado
4	Em desinstalacao

Posicao	
Descrição: posição do ODF no bastidor	
Field Type: String	
Code	Description
1	Horizontal
2	Vertical
3	Desconhecido

Fabricante	
Descrição: Fabricante do cabo.	
Field Type: String	
Code	Description
1	CABELTE
2	DRAKA
3	ALCATEL
4	OPTRAL
5	CORNING
6	ERICSSON
7	EUPEN
8	INTERCOND
9	PRYSMIAN
10	HELUCOM
11	ACOME
12	BRUGG KABEL
13	AG ADK
14	LEONI
15	OFS
16	HUBER SUHNER
17	SPINA GROUP
18	DAETWYLER-CABLES
19	AFL
20	SILEC CABLE
21	Desconhecido

SimNao	
Descrição:	
Field Type: String	
Code	Description
1	Sim
2	Não
3	Desconhecido

ModeloConector	
Descrição:	
Field Type: String	
Code	Description
1	SC
2	FC
3	ST
4	E2000
5	LX-5
6	LC
7	UM
8	VF45
9	OPTIJAC
10	MT-RJ
11	MTP/MPO
12	Desconhecido

NumeroPortas	
Descrição: numero de portas do ODF	
Field Type: String	
Code	Description
1	6
2	12
3	24
4	36
5	48
6	60
7	72
8	84
9	96
10	108
11	120
12	132
13	144

AnguloConector	
Descrição: Ângulo dos conectores	
Field Type: String	
Code	Description
1	APC
2	PC
3	UPC
4	Desconhecido

MaterialConduta

Descrição: Material da conduta.

Field Type: String

Code	Description
1	PEAD
2	PVC
3	Betão
4	Metal
5	Nada
6	Desconhecido

TracadoMeio

Descrição: Meio .

Field Type: String

Code	Description
1	Subterrâneo
2	Superficial
3	Suspenso
4	Aéreo
5	Misto
6	Desconhecido

TipoConduta

Descrição: Tipo de conduta.

Field Type: String

Code	Description
1	Telemática gás
2	Telecomunicações
3	Galeria técnica
4	Calhas técnicas
5	Corete
6	Saneamento
7	Pluviais
8	Saneamento/Pluviais
9	Electricidade
10	Ferrovia
11	Alta/média tensão
12	Desconhecido

FabricanteJunta

Descrição: Fabricante da junta.

Field Type: String

Code	Description
1	Nexans
2	3Com
3	Corning
4	Raychem/Tyco
5	AFL
6	Multilink
7	Preformed Line Products

ANEXOIII - JOINT APPLICATION DEVELOPEMENT (JAD) E COMPUTER AIDED SOFTWARE ENGINEERING (CASE)

O **Joint Application Development (JAD)** é uma metodologia cada vez mais comum da ANU e usado em todo o SDLC. Consiste numa sequência de *workshops* desenvolvidos com o objectivo de levantar, verificar, decompor e priorizar as necessidades de forma analítica e estruturada. Variante do grupo de foco, discussões e dinâmicas de grupo e comportamental como metodologia de levantamento e análise da informação. Associada com *Computer Aided Software Engineering (CASE)* e *Rapid Application Development (RAD)*.

A sua popularidade advém de:

- Fundação metodológica robusta;
- Simplicidade de estrutura;
- Participação e empenho dos utilizadores;
- Dinâmica de grupo e comunicação;
- Criação de consensos e resolução de conflitos;
- Flexibilidade de gestão da transição.

Uma abordagem centralizada de integração da visão dos distintos utilizadores.

As ferramentas **Ferramentas CASE (Computer Aided Software Engineering)** consistem em ferramentas de *software* para automatização de métodos de construção de desenho e implementação de sistemas de informação e de bases de dados. Os seus componentes são:

- Ambiente de desenvolvimento de sistemas – ferramentas de desenho para descrição e documentação de *schemas*, fluxos de dados, processos de aplicações, ecrãs de interface e interfaces relacionados com o armazenamento e uso dos dados.
- Repositório – Armazenamento e integração de decisões de desenvolvimento de sistema e actividades de desenho;

- Dicionário completo de dados – registo de todos os objectos criados durante o processo de desenvolvimento (descrição de entidades, definição de atributos, formatos de interface)

Três classes de ferramentas CASE:

1. *Front-end CASE Tools* – Suporte ao planeamento análise e desenho;
2. *Back-end CASE Tools* – Suporte à construção e implementação;
3. *Cross life cycle CASE Tools* – Inclui funções de suporte à gestão de projecto e documentação de alguns produtos;

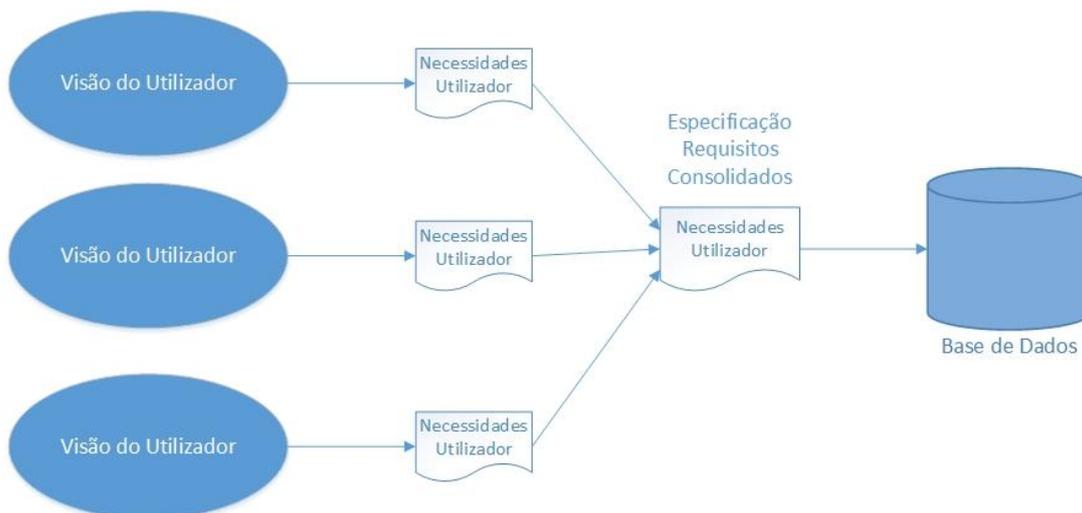


Figura – JAD em ambiente multiutilizador - Hall e Yeung (2007)

O número utilizadores do sistema que participam deve ser baixo de forma a garantir uma comunicação activa e também que o processo seja possível de gerir em termos de custos, compromisso e empenho. Os participantes formam a equipa central dos *workshops* e ocasionalmente são chamados a intervir especialistas. A figura central do JAD é o Facilitador (moderação), sendo também importante um Escriba (registo), participam também os utilizadores chave ou *domain experts*, e ocasionalmente gestores seniores. O Gestor de Projecto é um apoiante logístico do facilitador, mais observador do que participante, faz a ligação entre a equipa JAD e *Sponsor* e assina os entregáveis (outputs).