
Capítulo 4

4. Engenharia de Requisitos

Neste capítulo apresentam-se e sistematizam-se conceitos e preocupações principais da engenharia de requisitos.

Por **engenharia de requisitos**¹ (ER) entende-se a actividade inicial do processo de desenvolvimento de sistemas em que se determina e especifica o que um sistema deve fazer, bem como, as circunstâncias sob as quais deve operar, envolvendo geralmente um esforço colaborativo entre engenheiros de requisitos e utilizadores², no qual os primeiros

¹ A **engenharia de requisitos** é tradicionalmente conhecida por **análise de sistemas**. A adopção do novo nome deve-se à preocupação de se querer incorporar uma orientação de engenharia nesta actividade, adicionando-lhe mais rigor e disciplina [Siddiqi et al.1996, Sommerville e Sawyer 1997, Berry e Lawrence 1998]. O uso do termo engenharia implica que técnicas sistemáticas e repetíveis devem ser usadas para assegurar que os requisitos dos sistemas são relevantes, consistentes e completos [Kotonya e Sommerville 1998].

² Aqui os **utilizadores** são quer os futuros/potenciais utilizadores finais dos SI quer os gestores responsáveis pela unidade organizacional onde o SI irá será implementado ou clientes que necessitam desenvolver um SI.

procuram obter a partir dos segundos, num processo gradual e cumulativo, o maior conhecimento possível acerca do domínio do discurso do sistema e respectivo ambiente.

4.1 Níveis de Intervenção da Engenharia de Requisitos

No desenvolvimento de sistemas de informação, o desenvolvimento de software ou sistemas informáticos ocupa um grande espaço.

A introdução de um sistema informático numa situação real de trabalho afecta sempre a estrutura e os arranjos organizacionais, assim como o sistema de informação [e.g., Mathiassen 1996, Walsham 1996, Vidgen 1997]. Por conseguinte, a engenharia de requisitos é susceptível de se organizar e intervir em dois níveis principais, tantos quantos os impactos provocados pelos sistemas informáticos, como ilustra a *figura 4.1*.

O primeiro - **organizacional** - diz respeito ao entendimento e definição dos processos básicos, dados e normas requeridas para atingir o estado desejado da organização. O segundo - **sistema de informação** - diz respeito à definição de requisitos para um sistema de informação que satisfaça o estado desejado da organização [Kelleher 1995], sendo a engenharia de requisitos de aplicações ou sistemas informáticos uma (sub)-preocupação deste última nível.

Do processo de engenharia de requisitos devem então resultar requisitos para sistemas informáticos, em consequência de necessidades detectadas no desenvolvimento do sistema de informação ou na redefinição organizacional, como descrito na *Subsecção 3.3.2*.

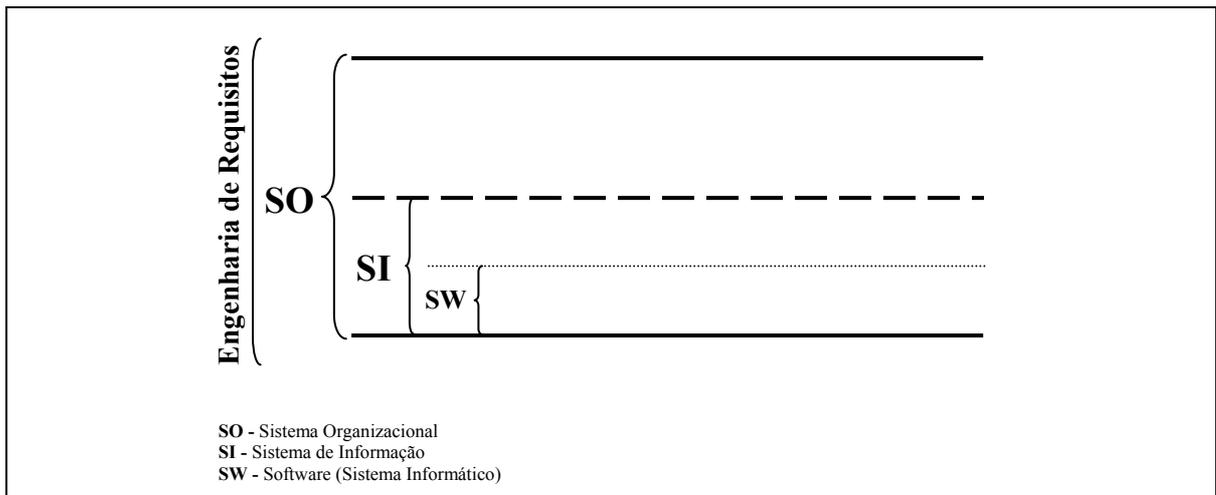


Figura 4.1: Componentes e níveis principais da engenharia de requisitos.

4.2 Processo de Engenharia de Requisitos

Todo o **processo de engenharia de requisitos** engloba uma teia de sub-processos, sendo muito difícil fazer uma distinção clara entre eles [Leite e Freeman 1991]. A um nível de abstracção grande, um processo de engenharia de requisitos pode ser descrito como a obtenção/definição, análise e negociação, documentação e validação de requisitos, como ilustra a *figura 4.2* [Kotonya e Sommerville 1998]:

Obtenção/definição³. Os requisitos dos sistemas são descobertos ou definidos por meio de consultas aos utilizadores, a documentos de sistemas, ao conhecimento do domínio e a estudos de mercado.

³ Carvalho (1996) diz que os requisitos são descobertos ou identificados quando o objectivo é unicamente construir sistemas informáticos (visão próxima da engenharia de software) e que são definidos quando o objectivo é desenvolver o SI (visão de engenharia de sistemas). Tentando explicar melhor, Carvalho afirma que: "... Identificar ou descobrir requisitos corresponde a uma postura em que se pressupõe que os requisitos existem, "latentes", algures na organização. Esta atitude é compreensível se atendermos a que o objectivo é a construção de um sistema informático que satisfaça as necessidades expressas pelos futuros utilizadores do sistema informático. O sistema informático é um fim em si. Pelo contrário, definir deliberadamente os requisitos dos sistemas informáticos corresponde a uma postura em que os sistemas informáticos são vistos como um meio para atingir um fim".

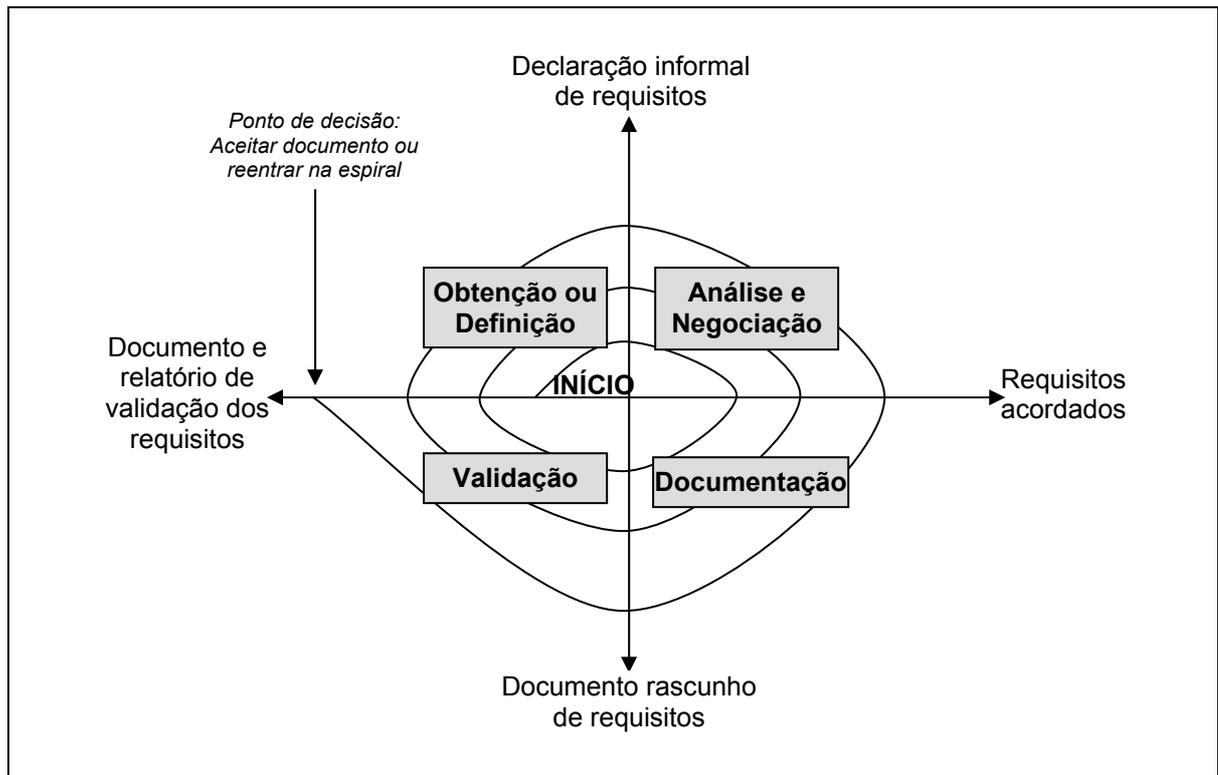


Figura 4.2: Modelo do processo de engenharia de requisitos [adaptado de Kotonya e Sommerville (1998)].

Análise e negociação. Os requisitos são analisados em detalhe e negociados com utilizadores diferentes de modo a decidir quais os requisitos aceites. Este processo é necessário porque há inevitavelmente conflitos entre requisitos de origens diferentes, a informação pode estar incompleta ou os requisitos expressos podem ser incompatíveis com o orçamento disponível para desenvolver o sistema. Usualmente há alguma flexibilidade nos requisitos e é necessário negociar para decidir sobre o conjunto de requisitos a acordar para o sistema.

Documentação. Os requisitos acordados são modelados e documentados a um nível de detalhe apropriado. Geralmente, há a necessidade de ser um documento de requisitos entendido por todos os utilizadores do sistema. Usualmente entende-se que isto deve ser documentado usando linguagem natural e gráfica.

Validação. Deve ser uma verificação cuidada da coerência e totalidade dos requisitos. Este processo pretende detectar problemas no documento dos requisitos, antes de ser usado como base nas fases seguintes do desenvolvimento.

A *figura 4.2* mostra que as diferentes actividades na engenharia de requisitos devem ser repetidas até que seja tomada a decisão de aceitação do documento de requisitos. Se for encontrado um problema no rascunho do documento de requisitos, reentra-se na espiral obtenção/definição, análise e negociação, documentação e validação. Isto continua até ser produzido um documento aceitável ou até factores externos tais como pressões de calendarização ou falta de recursos forçarem o término do processo de engenharia de requisitos. Um documento final de requisitos deve então ser produzido. Quaisquer mudanças adicionais aos requisitos farão então parte de um processo de gestão de requisitos.

A **gestão de requisitos** é o processo de gestão das mudanças dos requisitos de um sistema. Os requisitos de um sistema mudam sempre como reflexo das mudanças das necessidades dos utilizadores, do ambiente onde o sistema vai funcionar, do negócio, das leis, etc.

4.3 Importância da Engenharia de Requisitos

A engenharia de requisitos é uma actividade crítica no processo de desenvolvimento de sistemas, por ser uma etapa inicial e cujas falhas terão efeitos em cadeia nas etapas subsequentes assim como no produto final. A determinação incorrecta dos requisitos levará à obtenção e disponibilização de sistemas informáticos inadequados ao sistema de informação e ao sistema organizacional.

Desde há bastante tempo que tem aumentado a consciência do impacto desta actividade na qualidade/sucesso dos SI, mas os problemas ainda não foram resolvidos. Documentos ou especificações de requisitos incompletas, pouco claras ou incorrectas provocam dificuldades significativas durante as etapas de desenvolvimento seguintes [Nidumolu 1996, Flynn e Jazi 1998] levando à produção de sistemas com pouca qualidade - por não cumprirem as necessidades reais dos utilizadores - e fora da calendarização e orçamento previstos [Teng e Sethi 1990, SEI 1991, Doyle et al. 1993, Darke e Shanks 1997].

De facto, a introdução de falhas no desenvolvimento de sistemas ocorre a maior parte das vezes durante a fase da engenharia de requisitos [Humphrey 1989] e, é importante eliminar estas falhas o mais cedo possível porque se torna muito mais caro corrigi-las posteriormente [Wiel e Votta 1993]. O custo relativo de reparar problemas de requisitos detectados durante a fase de testes finais ou operacionais pode ser 100 vezes superior àqueles que são detectados durante a fase da engenharia de requisitos [Shemer 1987, Kotonya e Sommerville 1998, Hooks 1999b].

Em suma, a determinação dos requisitos parece ser a tarefa mais importante do desenvolvimento de SI, porque é aí que o problema é definido, o âmbito da análise é estabelecido e os requisitos de software são alocados. Assim, se a determinação dos requisitos é incorrecta o sistema resultante será incorrecto [Leifer et al. 1994] porque, apesar de podermos chegar a sistemas informáticos elegantes, não existirá nenhum relacionamento com o que os utilizadores querem ou necessitam [Andriole 1996].

4.4 Importância dos Utilizadores

O envolvimento dos utilizadores é um tópico crítico em todo o processo de desenvolvimento de sistemas de informação [Clavadetscher e Lawrence 1998]. O seu nível de participação tem um impacto directo, positivo e significativo na satisfação dos utilizadores. Quanto maior for a sua participação no projecto, maior a sua satisfação como utilizador final [Amoako e White 1993].

No que respeita à engenharia de requisitos, a participação dos utilizadores aumenta a aceitação do SI pelo desenvolvimento facilitador de expectativas realistas acerca do sistema proposto [Poulymenakou e Holmes 1996], aumentando assim a qualidade e o sucesso do sistema pela melhoria do entendimento deste por parte dos utilizadores, fornecendo requisitos mais completos e exactos, evitando o desenvolvimento de um sistema inaceitável, e fornecendo conhecimento acerca da organização e processos de negócio que serão suportados pelo sistema [Purvis e Sambamurthy 1997].

Na engenharia de requisitos deve então haver uma equipa onde, para além dos engenheiros de requisitos, esteja também presente um grupo representativo de utilizadores, para o problema a resolver, desempenhando um papel activo na determinação dos requisitos. Contudo esta não parece ser a política mais seguida na prática [Rocha 1994].

Um dos pressupostos da ER é que tem vindo a ser conduzida por engenheiros de software [Hanseth e Monteiro 1996, Bate 1998]. Estes geralmente nada sabem sobre o negócio. Assim o envolvimento dos utilizadores torna-se ainda mais fundamental. Mas mesmo

sendo realizada por engenheiros de negócio/sistemas, a sua presença é pelo menos útil na facilitação futura do processo de negócio.

4.5 Dificuldades na Engenharia de Requisitos

A engenharia de requisitos deve, como se viu na secção anterior, ser um esforço colaborativo entre engenheiros de requisitos e utilizadores [Robey e Newman 1996, Kotonya e Sommerville 1998], onde os primeiros documentam e representam os requisitos usando técnicas de modelação e então apresentam as especificações resultantes aos segundos para as confirmarem [Colter 1984, Necco et al. 1987]. Mas estas tarefas geralmente encontram muitos obstáculos.

A maior barreira na obtenção ou definição de requisitos com qualidade é a lacuna de cultura existente entre utilizadores e engenheiros de requisitos. Duas características dos engenheiros de requisitos que contribuem para essa lacuna são [Vitalari 1985, Flynn e Jazi 1998]: (1) fraco conhecimento do negócio e (2) um ponto de vista de engenharia de requisitos excessivamente técnico/tecnológico. Como as abordagens tradicionais de engenharia de requisitos são desenvolvidas à luz destas características influenciam o processo significativamente.

Um exemplo de um problema resultante da primeira característica é que os requisitos não são entendidos completamente ou podem nunca ser descobertos pelos engenheiros de requisitos quando o nível de comunicação entre utilizadores e engenheiros de requisitos acerca do domínio do discurso é baixo [Curtis et al. 1988].

Para a segunda característica, os problemas são [Rocha 1994, Darke e Shanks 1997, Flynn e Jazi 1998]: (1) os métodos e os engenheiros de requisitos tendem a assumir que os requisitos são completamente conhecidos no início do processo de engenharia de requisitos e que nunca mudam; (2) os utilizadores podem não entender os modelos de requisitos construídos pelos engenheiros de requisitos, devido a diferenças de pontos de vista entre engenheiros de requisitos e utilizadores e, ao facto dos modelos serem expressos com notações de modelação que os utilizadores não simpatizam ou não entendem (isto pode resultar em decisões tomadas pelos engenheiros de requisitos usando os seus modelos, só que os modelos finais do sistema reflectirão a perspectiva dos engenheiros de requisitos em vez da dos utilizadores); e (3) a pouca atenção prestada ao contexto social e organizacional dentro do qual funciona o sistema, o que levará eventualmente a muitas falhas nos sistemas.

As técnicas tradicionais de obtenção de requisitos usadas na prática geralmente não suportam a natureza colaborativa do processo de engenharia de requisitos. Típicamente envolvem dedução de "factos" por engenheiros de requisitos de sistemas acerca dos requisitos dos utilizadores usando uma série de entrevistas nas quais os utilizadores jogam um papel relativamente passivo e secundário [Darke e Shanks 1997].

Estas técnicas também não suportam adequadamente a natureza emergente dos requisitos, ou seja, nem todos os requisitos são pré-definíveis e os utilizadores talvez não conheçam as suas necessidades completamente [Leifer et al. 1994]. Os requisitos emergem a partir de interacções entre engenheiros de requisitos e utilizadores e são refinados ao longo do processo de engenharia de requisitos [Vitalari 1985].

Mais: estas técnicas dão pouca atenção ao facto do contexto do sistema proposto afectar os requisitos, desenvolvimento e evolução dos mesmos. O contexto de um sistema é o ambiente do mundo real no qual o sistema opera, incluindo a estrutura social e organizacional bem como as pessoas que fazem parte dela [Berry e Lawrence 1998].

Alguns dos constrangimentos referidos podem, todavia, ser ultrapassados pela adopção de métodos e técnicas que permitam chegar a melhores modelos, tendo em conta características tais como: incerteza, volatilidade, contexto e grau de objectividade dos requisitos; valores, crenças, aspectos cognitivos e pontos de vista dos utilizadores; poder, estrutura e cultura organizacional; etc.

4.6 Desenvolvimento de Pontos de Vista

Um dos problemas da definição de requisitos é a existência de requisitos diferentes e conflituosos nos múltiplos utilizadores, dado que cada um tem certas razões para os seus requisitos [SEI 1991, Kotonya e Sommerville 1998]. Uma das formas de resolver este problema é usar o desenvolvimento de pontos de vista.

O **desenvolvimento de pontos de vista** é o processo de identificação, compreensão e representação dos diferentes pontos de vista dos múltiplos utilizadores [Finkelstein et al. 1994, Darke e Shanks 1997]. Isto pode ajudar a que o sistema definido satisfaça as necessidades e expectativas de todos os utilizadores envolvidos pela facilitação do entendimento dos seus vários pontos de vista e requisitos suportando a gestão de conflitos e inconsistências entre eles. O conceito de pontos de vista fornece um veículo para discussão, elaboração e refinamento de requisitos, encorajando assim a comunicação e

interacção entre os participantes do desenvolvimento. Desta forma harmoniza-se a natureza emergente dos requisitos suportando a elaboração gradual e refinada dos pontos de vista do conhecimento dos requisitos [Darke e Shanks 1997].

Metodologias de desenvolvimento de SI tais como a "soft system methodology" (SSM) de Checkland (1981) e a ETHICS⁴ de Mumford (1983) têm enfatizado a necessidade de explorar e entender diferentes pontos de vista possíveis do domínio de um problema. Contudo, o reconhecimento do desenvolvimento de pontos de vista como uma actividade formal e específica da definição de requisitos é relativamente recente [Leite e Freeman 1991, Finkelstein et al. 1994, Nuseibeh et al. 1994].

O desenvolvimento explícito de modelos dos pontos de vista dos utilizadores é destinado a ajudar a construir um entendimento partilhado de requisitos e do ambiente organizacional no qual um sistema e seus utilizadores coexistem. Isto é essencial para o sucesso dos projectos de desenvolvimento de sistemas [Bostrom 1989].

Os modelos de pontos de vista dos utilizadores expressam requisitos e perspectivas individuais ou locais. O processo de desenvolvimento de pontos de vista, se envolver todos os utilizadores e usar os seus pontos de vista como um meio de realçar a discussão e activar a participação, pode ajudar a dominar como um todo o que se descreve, onde cada grupo de utilizadores entende e assume responsabilidades somente na parte do domínio do problema que lhe diz especificamente respeito, sendo incapaz de avaliar a "imagem" global. Explicitar a modelação de pontos de vista também pode levar à selecção de uma carteira óptima de necessidades a serem satisfeitas pelo sistema, a qual requer uma

⁴ **ETHICS** - Effective Technical and Human Implementation of Computer Based

focagem de decisão e julgamento de valor centralizado. A integração de perspectivas e requisitos individuais ou locais num conjunto de requisitos coerente e global pode prosseguir sobre uma base mais informada, se eles forem explorados e bem entendidos (*figura 4.3*) [Darke e Shanks 1997].

A base de requisitos ainda pode ser melhorada ao ter-se em conta que diferentes engenheiros de requisitos também podem chegar a diferentes modelos quando modelam o mesmo universo do discurso, o que exige que se preste atenção aos pontos de vista dos diferentes engenheiros de requisitos de um processo de engenharia de requisitos.

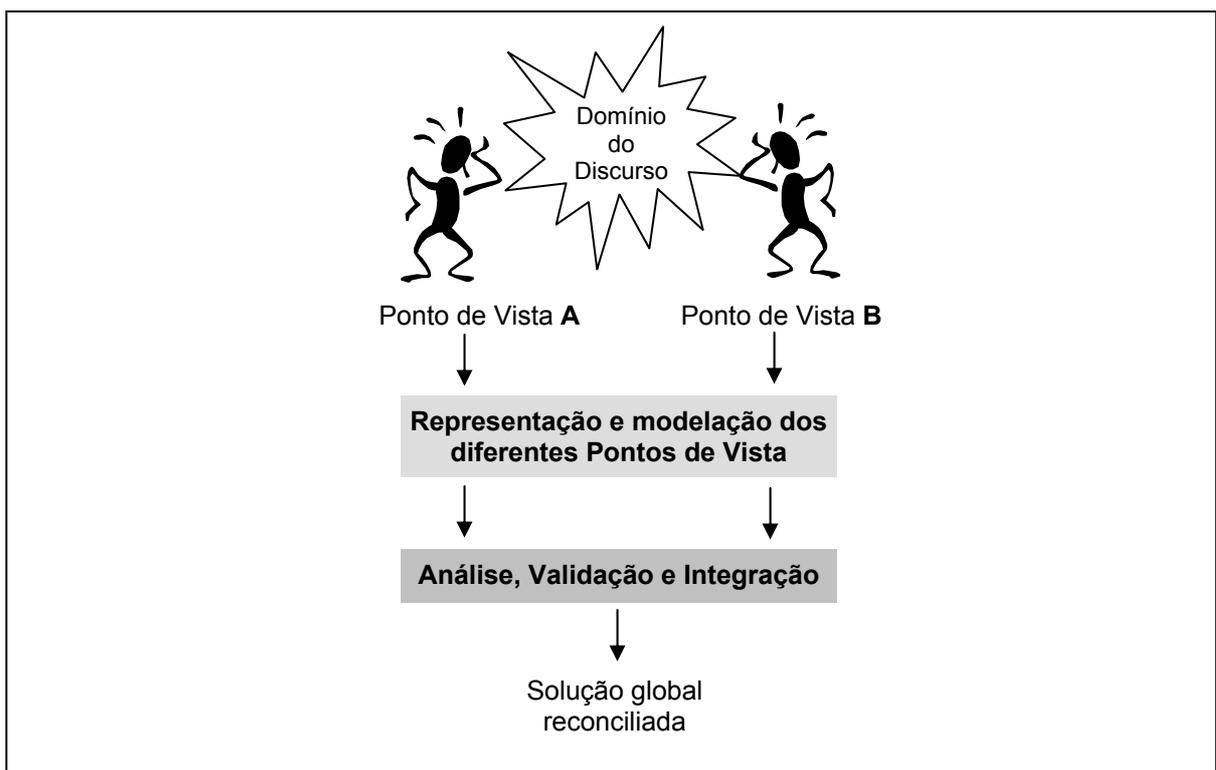


Figura 4.3: Desenvolvimento e resolução de pontos de vista.

Em suma, os pontos de vista dos utilizadores potenciam múltiplas perspectivas do domínio de um problema, e ajudam a desenvolver um melhor entendimento dos interesses e

necessidades de todos os utilizadores pela identificação dos papéis organizacionais e interesses relevantes para utilizadores específicos. Isto suporta o processo de integração de requisitos individuais ou locais dentro de um conjunto global de requisitos colectivos. Contudo a solução (modelo) para o problema do domínio do discurso também depende dos engenheiros de requisitos, sendo então necessário prestar atenção aos seus diferentes pontos de vista.

4.7 Visões de Requisitos

As visões de requisitos estão relacionadas com a noção básica do que constitui ou determina esses mesmos requisitos. Segundo Iivari e Hirschheim (1996) existem três visões de requisitos possíveis:

1. **Objectiva.** Enfatiza a importância de características impessoais tais como a posição organizacional e tarefas do utilizador como um requisito do utilizador determinante, ou a existência objectiva de porção da realidade a ser modelada.
2. **Subjectiva.** Vê os requisitos como sendo primeiramente determinados pelas características pessoais do utilizador (seus quadros de referência, estilos cognitivos, etc.).
3. **Inter-subjectiva.** Enfatiza o voluntarismo no comportamento organizacional e nos requisitos. Vê em primeiro lugar os requisitos como sendo emergentes e de aceitação social, dependendo estes, portanto, de um senso comum. O conhecimento do mundo social não é disponibilizado por meio de meras observações, mas somente através de interacções com outros. De facto, a partir desta visão, o mundo social não é

disponibilizado para observação até as interações tomarem lugar. O mundo social emerge de interações e por isso é uma realidade de construção social.

A figura 4.4 mostra as relações das três visões de requisitos de Iivari Hirschheim (1996) no que respeita ao *funcionalismo vs. interpretativismo*, *realismo vs. nominalismo*, e *voluntarismo vs. determinismo do comportamento organizacional* e em particular do uso de SI.

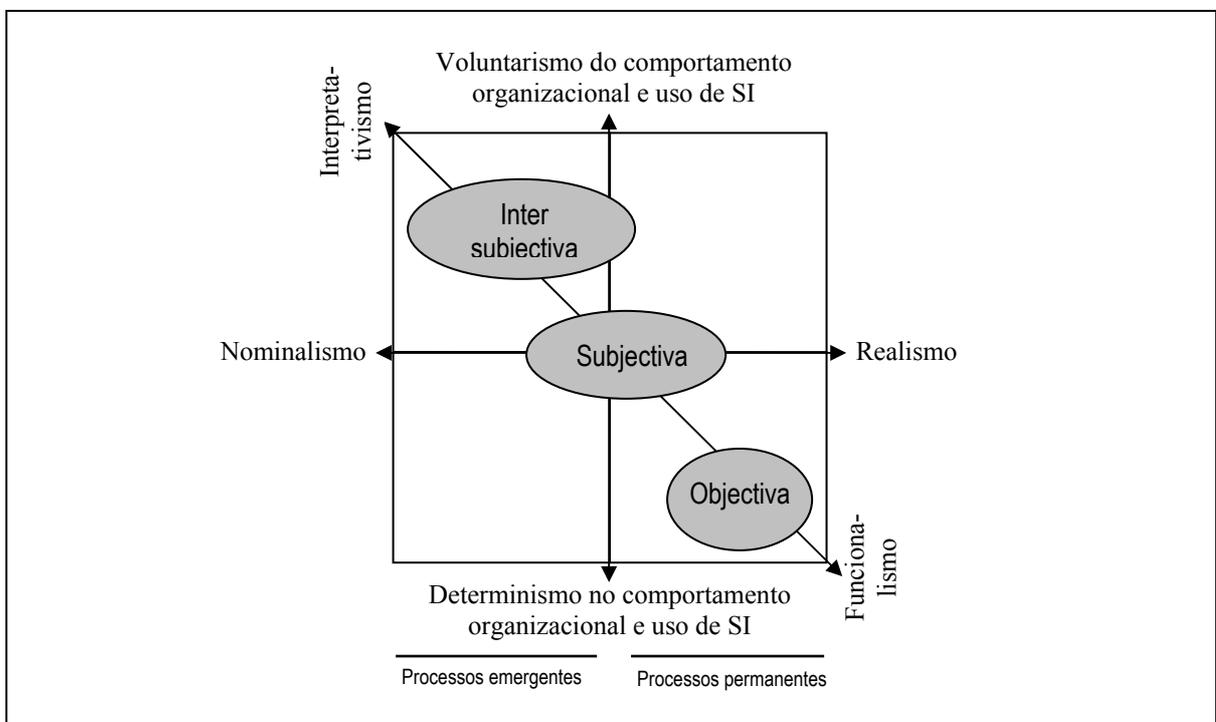


Figura 4.4: As três visões dos requisitos (a) [adaptado de Iivari e Hirschheim (1996)].

O realismo está associado a processos permanentes e o nominalismo a processos emergentes⁵. O funcionalismo assume que o comportamento organizacional e o uso de SI são determinados pela estrutura ou processos organizacionais. Por outro lado, o

⁵ A diferença entre *processos permanentes* e *processos emergentes* é que os primeiros são processos objectivados e relativamente estáveis, ao passo que os segundos podem ser vistos maioritariamente como concordâncias temporais no continuado processo de negociação e renegociação [Iivari e Hirschheim 1996].

interpretativismo vê que a realidade organizacional é criada pelas (inter) acções organizacionais.

A visão **objectiva** dos requisitos tem um posição claramente funcionalista; assume que a estrutura ou processos organizacionais (a posição e tarefas de um utilizador) define os seus requisitos, incluindo a sua concepção do domínio do discurso.

A visão **inter-subjectiva** tem por outro lado uma posição claramente interpretativista e enfatiza o voluntarismo no comportamento organizacional e nos requisitos. Os sistemas de informação são vistos como partes integrantes da construção do senso comum da organização, e o DSI como o desenvolvimento da comunicação organizacional e a formalização da linguagem profissional da comunidade de utilizadores. Os requisitos são largamente matéria de concordância social. A inter-subjectividade olha em primeiro lugar os requisitos como emergentes⁶.

A visão **subjectiva** coloca-se entre os dois extremos, funcionalismo e interpretativismo. O molde no contexto da visão subjectiva corresponde à concepção dos requisitos em termos de diferentes características pessoais do utilizador medíveis (e.g., estilos cognitivos), visto que o lado interpretativista enfatiza a unicidade e liberdade relacionada com os requisitos de cada utilizador: os seus requisitos são largamente a sua escolha e interpretação pessoal, dependendo de como prefere ver o seu papel organizacional, tarefas, universo do discurso, etc.

⁶ Os requisitos são de natureza emergente dado que emergem de interacções sociais contínuas dos utilizadores nas organizações [Iivari e Hirschheim 1996].

A *figura 4.5* adiciona a dimensão *orientação colectiva vs. orientação individual* ao que foi dito anteriormente. Ela mostra que a visão **objectiva** e a visão **inter-subjectiva** têm uma orientação claramente colectiva, ao passo que a visão **subjectiva** tem uma orientação individual.

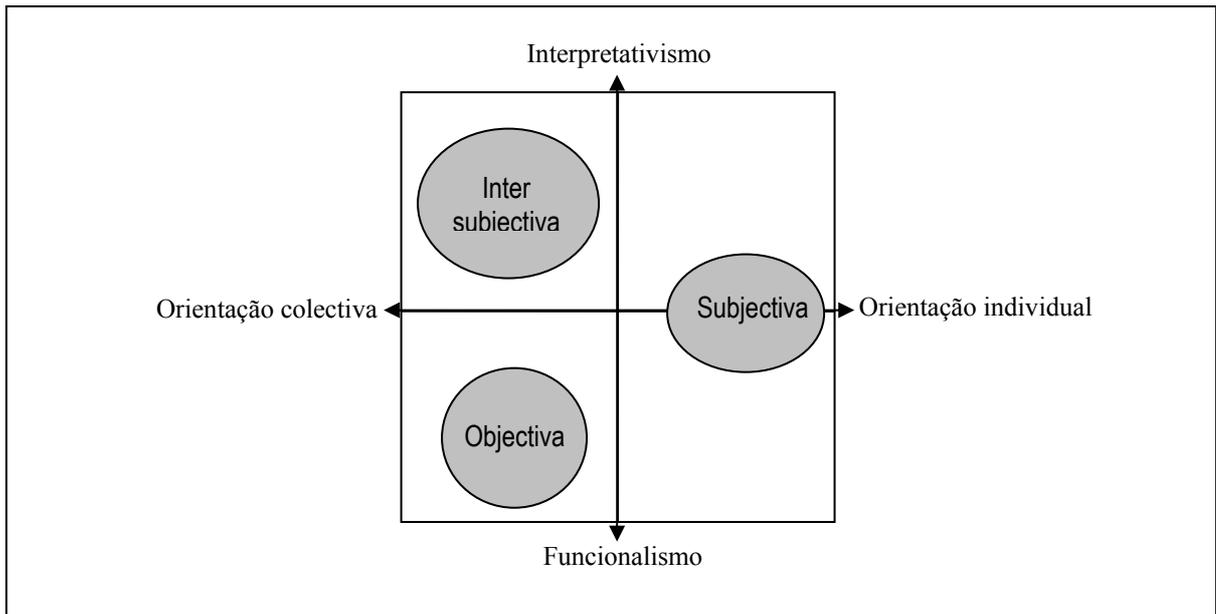


Figura 4.5: As três visões dos requisitos (b) [adaptado de Iivari e Hirschheim (1996)].

Implicações práticas das três visões

As três visões têm implicações práticas importantes a partir do ponto de vista da ER. No caso da visão **objectiva**, a engenharia de requisitos pode, pelo menos em princípio, ser conduzida como uma actividade impessoal ou análise realista; a visão **subjectiva** pressupõe a focalização nas características e requisitos pessoais de cada utilizador, ao passo que a visão **inter-subjectiva** considera a determinação de requisitos como um papel de análise e reconstrução social.

As três visões também diferem em relação à questão da participação dos utilizadores. Pondo de parte argumentos de ética, motivação e execução na participação dos utilizadores, a visão **objectiva** pressupõe a sua participação quando muito no papel de uma aplicação de domínio específico: os utilizadores podem ser requeridos para explicar as tarefas complicadas suportadas pelo sistema. A participação dos utilizadores é benéfica até à obtenção do conhecimento representativo das interligações do trabalho a ser suportado pelo sistema de informação. No caso da visão **subjectiva**, os utilizadores podem ser objectos de personalidades de teste diferentes, os resultados derivam do que acreditam que os pode ajudar e do entendimento dos seus requisitos pelo engenheiro de requisitos, ou podem ser um decisor individual, cujos modelos cognitivos e preferências definem os seus requisitos como dito anteriormente. Finalmente, a visão **inter-subjectiva** olha os utilizadores como actores integrais da comunicação organizacional cuja participação é por definição uma necessidade de modo a se conseguir a inter-subjectividade.

Abordagens diferentes de determinação de requisitos diferem claramente nas suas suposições no que respeita às visões dos requisitos, ou na prática, não são neutras relativamente às diferentes visões. A maioria das abordagens reflecte em primeiro lugar a visão **objectiva** ou a visão **subjectiva**. Só recentemente, métodos de engenharia de requisitos inspirados em aspectos etnográficos englobam de algum modo o problema da **inter-subjectividade** [e.g., Leite e Freeman 1991, Nuseibeh et al. 1994, Beyer e Holtzblatt 1995, Brun-Cottan e Wall 1995, Kotonya e Sommerville 1996, Nissen et al. 1996, Darke e Shanks 1997].

4.8 Níveis de Modelação de Requisitos

Quando se definiu DSI disse-se que é um processo de mudança que visa melhorar o SI de uma organização. Essas mudanças podem respeitar quer a sistemas de informação sistematizados (formais), incluindo os baseados em computador, quer a não sistematizados (informais), quer ainda a factores organizacionais, ou seja, sistemas de trabalho/negócio (estrutura hierárquica, arranjos de poder, papeis, procedimentos e processos de trabalho, etc.). Perante esta constatação, Iivari (1990) distingue três grandes níveis na modelação de requisitos:

Nível A: Define o contexto e estrutura organizacional do SI a ser desenvolvido.

Nível B: Define a especificação conceptual do SI.

Nível C: Define a estrutura técnica do SI.

A *tabela 4.1* relaciona estes três níveis de modelação de requisitos com a complexidade, princípio fundamental e grau de originalidade da mudança no SI.

As mudanças podem, por exemplo, ao nível organizacional implicar uma mudança nas condições de trabalho, ao nível do SI implicar a mudança de um modo de interacção *off-line* para um modo de uso *on-line*, e ao nível técnico implicar a mudança de uma base de dados centralizada para uma base de dados distribuída.

Os níveis de requisitos de um sistema de informação introduzidos atrás sugerem que os sistemas de informação têm sempre um papel e contexto organizacional específico (nível A), independentemente destes serem conscientemente definidos/concebidos ou

implicitamente tomados do emaranhamento da estrutura organizacional existente. Existem boas razões para acreditar que este papel deve ser conscientemente concebido e considerado, mesmo tendo em conta as estruturas existentes. Uma dessas razões é o facto dos SI não serem somente, ou primariamente, sistemas técnicos (nível C), mas serem também sistemas sociais e organizacionais (Nível A), mesmo no caso de se adoptarem pacotes de software⁷.

Tabela 4.1: Níveis de modelação de requisitos vs. complexidade, princípio fundamental e grau de mudança no SI [Iivari 1990].

Níveis	Complexidade	Princípio fundamental	Originalidade
A: Organizacional	Quão complexa é a mudança organizacional? níveis hierárquicos, unidades e membros directamente afectados pela mudança.	Quão diferentes são as novas estruturas organizacionais e práticas percebidas (pretendidas)?	São as novas estruturas e práticas organizacionais imitadas, adaptadas ou originais?
B: Sistema de Informação	Quão complexo é o modelo conceptual? Nº de entidades e tipos de associações, tipos de transacções, relatórios e consultas, e número e complexidade de normas de derivação e diálogo.	Quão diferente é o modelo conceptual percebido (pretendido)?	É o modelo conceptual imitado, adaptado ou original?
C: Técnico	Quão complexo é o modelo técnico? Número e complexidade de programas, bases de dados (ficheiros), controlos de acesso, e a extensão e heterogeneidade do ambiente de software e hardware (SOs, SGBDs, computadores, redes de comunicação, etc.).	Quão diferente é o modelo técnico percebido (pretendido)?	É o modelo técnico imitado, adaptado ou original?

⁷ Neste documento defende-se que o desenvolvimento e introdução de um sistema informático numa situação real de trabalho, quer seja desenvolvido internamente ou sub-contratado no exterior ou, ainda, adquirido sobre a forma de um "pacote", afecta sempre a estrutura e arranjos sociais e organizacionais existentes, e por isso é necessário considerar e avaliar sempre esse impacto aquando da modelação dos sistemas.

Actualmente o DSI é muitas vezes motivado pela reengenharia/reorganização dos processos de negócio⁸ (PNs) ou sistemas de trabalho. Por causa da melhoria ou reengenharia ou simplesmente entendimento dos PNs, Hammer e Champy (1993) consideram essencial começar por descrevê-los tão exactamente quanto possível. Um PN pode ser descrito a níveis diferentes, cada nível correspondendo a tipos diferentes de requisitos de PNs (*figura 4.6*).

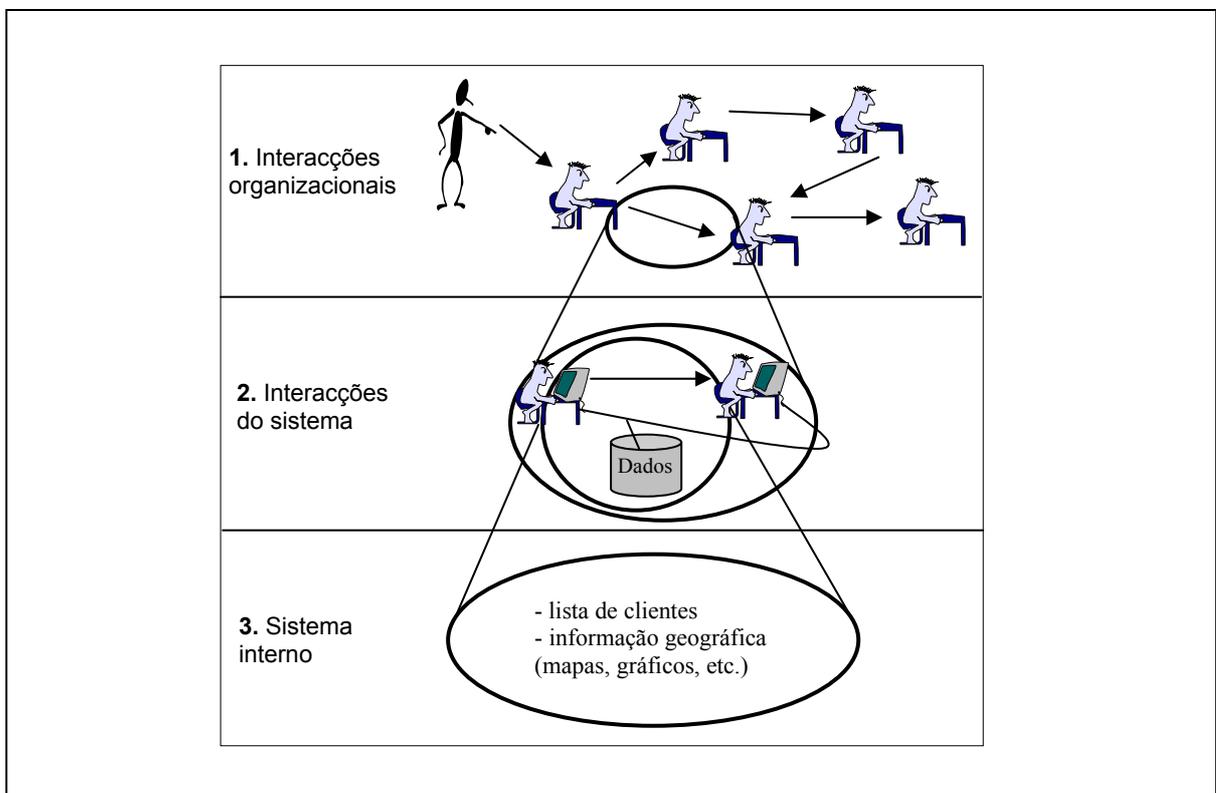


Figura 4.6: Níveis de descrição de processos/SI [adaptado de Nurcan et al. (1998)].

Primeiro, um PN pode ser descrito como um conjunto de interações entre agentes envolvidos nesse processo (**interações organizacionais**). Os agentes podem ser internos ou externos à organização onde os PNs ocorrem (e.g., clientes, fornecedores, operários,

⁸ Um **processo de negócio** é definido por Hammer e Champy (1993) como um conjunto de actividades que produzem, a partir de uma ou várias entradas (inputs), um resultado (output) válido para o cliente.

gestores). Tal descrição pode ser completada pela descrição de como um SI suporta, ou deve suportar, se o SI não existir, o PN através da descrição de **interacções do sistema**. Em tais descrições, o sistema é considerado como um agente. A descrição do PN pode ser completamente refinada e completada pela adição dos requisitos do **sistema interno**.

Em suma, é essencial um relacionamento estreito entre o processo que desenvolve o modelo de negócio e o processo que desenvolve o SI. Por conseguinte, considera-se que o desenvolvimento dos três níveis de descrição deve ser considerado como um todo [Jacobsen et al. 1995, Nurcan et al. 1998].

4.9 Tipos de Requisitos

Num processo de engenharia de requisitos geralmente reconhecem-se dois grandes tipos de requisitos [Leite e Freeman 1991, Dromey 1996, Sommerville e Sawyer 1997, Kotonya e Sommerville 1998]: *funcionais* e *não-funcionais*.

Funcionais. Descrevem as funções, tarefas e subtarefas que se espera que o sistema realize. Incluem aquelas coisas que os utilizadores e engenheiros de requisitos esperam que o sistema faça. A identificação e definição de requisitos funcionais não é um exercício de como o sistema suportará as funções, actividades e tarefas, mas sim um exercício detalhado de como o sistema contemplará e perceberá os utilizadores.

Não Funcionais. São aqueles requisitos que não dizem especificamente respeito às funcionalidades de um sistema. Eles colocam restrições no sistema a desenvolver e no processo a usar, e especificam as restrições externas às quais o produto deve ir de encontro. Requisitos não funcionais incluem, entre outros, requisitos de fiabilidade, segurança,

adaptabilidade, portabilidade e desempenho. Por vezes há necessidade de sacrificar requisitos funcionais para ir de encontro aos não funcionais, nomeadamente por limitações de tecnologia.

Os tipos de requisitos apresentados necessitam de ser identificados e definidos antes de qualquer tarefa de construção de sistemas informáticos. Embora isto pareça ser indiscutível, existem ainda muitos profissionais e organizações que se lançam na sua construção muito antes dos requisitos serem determinados e entendidos [Andriole 1996].

4.10 Os Engenheiros de Requisitos

Os **engenheiros de requisitos**⁹ são os agentes do processo de desenvolvimento de SI que, com a colaboração dos utilizadores, determinam e especificam os requisitos dos sistemas a desenvolver¹⁰, desempenhando um papel de facilitador ou de condutor/decisor.

Um bom engenheiro de requisitos tem de estar apto a compreender e comunicar um problema completo de forma concisa e ainda a expandir-se em áreas específicas quanto as necessárias. Christensen et al. (1996) caracterizam o papel do engenheiro de requisitos em quatro dimensões: *aptidões, processo, comunicação e tecnologia*.

Aptidões. O engenheiro de requisitos tem de estar apto a organizar os requisitos. Os requisitos têm de ser representados como modelos apropriados para uso durante o início do processo de concepção e serem compreendidos pelos utilizadores. A melhor forma para

⁹ Neste documento, os termos "engenheiro de requisitos" e "analista" são empregues com o mesmo sentido.

¹⁰ As especificações devem declarar o QUE é necessário, e não COMO deve ser disponibilizado [Hooks 1999a].

ganhar estas aptidões é o engenheiro de requisitos ter experiência em todo o ciclo de vida do desenvolvimento. O engenheiro de requisitos deve ter a maturidade suficiente para saber quando deve ser generalista e quando deve ser específico. Às vezes os utilizadores pedem aos engenheiros de requisitos que provem um requisito como fiável pela descrição da sua implementação. O engenheiro de requisitos maduro deve resistir às pressões, enquanto ao mesmo tempo deve satisfazer os utilizadores com comissões de "livros brancos", estudos de negócio e protótipos.

Processo. O engenheiro de requisitos tem de saber gerir o refinamento dos requisitos. Muitas vezes, requisitos não controlados arrastam-se, atrasando a conclusão do projecto de um sistema para além do seu término previsto. Mesmo que recuse aceitar mudanças de requisitos essenciais, quer para o resultado inicial ou quer para o resultado da manutenção, isso pode resultar no término do projecto ou paralização do negócio. O engenheiro de requisitos tem de estar apto a conduzir o processo completamente, assegurando que o prosseguimento ocorre e que as mudanças são adjudicadas correctamente para satisfação dos utilizadores e restantes desenvolvedores.

Comunicação. O engenheiro de requisitos tem de ser um bom ouvinte, e tem de considerar com imparcialidade tanto opiniões técnicas como não técnicas. Deve também ser um negociador efectivo, mantendo o foco da discussão sobre o fundamental da realidade. Muitas vezes, conflitos de pontos de vista somente podem ser resolvidos através de um processo de negociação calculado cuidadosamente, com discussões abertas focadas na tarefa a tratar. Como intermediário, um engenheiro de requisitos de sucesso tem de comunicar com todas as partes e ser um facilitador da ligação dos diversos pontos de vista.

Tecnologia. O engenheiro de requisitos de sucesso deve possuir um entendimento orgânico do domínio do discurso. As coisas e verbos do domínio não devem ser para ele conceitos vagos e abstractos. Para garantir sucesso, um entendimento orgânico tem de ser capturado e modelado num modelo formal e representado numa linguagem formal de requisitos. Esta linguagem deve ser expressa quer em forma de texto quer em forma de notação gráfica. O conhecimento do engenheiro de requisitos deve ser multidisciplinar, com uma dessas disciplinas a vir da ciência tradicional, matemática ou engenharia. Em qualquer caso, o engenheiro de requisitos tem de suplementar as suas aptidões gerais de comunicação com aptidões matemáticas de comunicação para que possa traduzir os requisitos do utilizador final numa notação que os construtores possam implementar.

De modo a entender todos os requisitos de um SI, o engenheiro de requisitos deve usar um método analítico agnóstico, para a situação do problema, e suficientemente flexível para encontrar diferentes soluções, sendo claro que a abordagem a seguir não deve ser tecnicamente rígida [Stowell 1991].

Engenheiro de Software vs. Engenheiro de Sistemas/Negócio

Geralmente existem duas interpretações para o papel de um analista ou engenheiro de requisitos. Primeiro, a que se tem tornado num entendimento popular, considera-o predominantemente relacionado com sistemas de computador. A segunda, relaciona-o com a resolução de um problema num contexto lato, menos quantitativo no método e mais orientado à análise de questões políticas estratégicas latas.

Um **engenheiro de software** ou **analista informático** está interessado na satisfação de uma solução tecnológica para um dado problema. Por outro lado, um **analista de negócio**¹¹ ou **engenheiro de sistemas/negócio** está preocupado com uma larga apreciação de um problema e com o contexto no qual ele reside [Stowell 1991].

A crença de que a engenharia de requisitos requer o estudo de problemas mal estruturados e ilimitados tanto quanto a engenharia de sistemas baseados em computador como parte da sua intervenção, dá a ideia de poder existir uma convivência harmonizada entre engenheiros de negócio/sistemas e engenheiros de software na qual ambos se complementam [Doyle et al 1993], o que leva a supor que o ideal seria a mesma pessoa dominar e trabalhar os dois campos.

De acordo com a forma como se desenrola a era da informação, o software torna-se mais essencial e complexo, aumentando os pedidos sobre engenheiros de sistemas e de software. Contudo a especialização - especialmente em áreas tecnológicas - isola aqueles que têm habilidades diferentes. Como os projectos falham e se multiplicam os problemas em sistemas críticos [e.g., Bessa 1997, Fonseca 1997, Ramos 1997a], tem de se olhar para as causas de tais imbróglis.

Os engenheiros de software estão acostumados a terem os engenheiros de sistemas a fornecer-lhes as mudanças e requisitos alocados ao software. Contudo, demasiado

¹¹ **Analista de negócio** é o termo encontrado junto de algumas organizações [Rocha 1994] para definir o engenheiro de requisitos que se preocupa com a organização dos processos de negócio/trabalho e com os requisitos a alocar ao software. Por requisitos alocados ao software entende-se o subconjunto de requisitos do sistema que serão implementados nos componentes de software do sistema. São pessoas que conhecem bem as necessidades do negócio.

frequentemente, os engenheiros de sistemas trabalham estes aspectos isoladamente sem atrair atempadamente a participação dos engenheiros de software.

Em anos recentes, alguns autores propuseram a criação de equipas de desenvolvimento integradas para reduzir este isolamento [Rocha 1994]. A ideia é conseguir que os engenheiros de sistemas e os engenheiros de software trabalhem juntos nos detalhes da definição do sistema e no que o software é suposto fazer. O produto será portanto completado mais rapidamente e terá poucos problemas de interface quando é estudado em conjunto.

Bate (1998) sugere algumas causas que justificam o surgimento de alguns dos problemas entre engenheiros de software e engenheiros de sistemas.

O **primeiro** problema é a falta de engenheiros de sistemas disponíveis com experiência e capacidades apropriadas para trabalhar sobre interfaces (integração) de software e requisitos. A sua escassez muitas vezes leva a que os engenheiros de software tenham de realizar essas tarefas.

O **segundo** problema é que os engenheiros de software possivelmente terão pouca capacidade e experiência para trabalhar os aspectos dos sistemas do problema e desenvolver uma solução.

Segundo Bate, a necessidade de formação disciplinar transversal é evidente já há algum tempo, mas pouco tem sido feito acerca disso. Porquê? Muitos engenheiros de sistemas são seleccionados a partir de disciplinas de hardware e aprendem a ser engenheiros de sistemas no trabalho [Hooks 1999b]. A sua experiência em/ou entendimento do desenvolvimento de

software muitas vezes demonstra-se inadequado. Por outro lado, muitos engenheiros de software não estão habilitados em ciências organizacionais, i.e., a sua formação académica e prática profissional foca-se tipicamente em ciências dos computadores, o que faz com que a definição de requisitos assuma uma ênfase tecnológica, descurando as componentes sociais e organizacionais [Hanseth e Monteiro 1996]. Estes dois grupos podem, portanto, ter poucas bases para encorajar trabalho colaborativo.

Uma outra razão para a ênfase tecnológica pode ser o facto dos engenheiros de requisitos acreditarem que a dimensão social, organizacional e política é difícil de resolver [Leifer et al. 1994, Diittrich e Floyd 1996, Poulymenakou e Holmes 1996].

Capítulo 5

5. Abordagens¹² de Engenharia de Requisitos

Como se verificou no capítulo anterior, durante um processo de engenharia de requisitos devem ser considerados vários aspectos do domínio de um problema de modo que o resultado desta actividade seja o mais proveitoso possível na satisfação da sua solução. Olhando para esses aspectos, encontram-se essencialmente dois grupos de preocupações principais: **técnico/tecnológicas**; e **sociais e/ou organizacionais**¹³.

¹² Aqui entende-se por **abordagem** um estilo particular de realizar um processo de ER, podendo englobar diferentes métodos e técnicas. Portanto, as abordagens são mais genéricas que os métodos [Galliers 1991b].

¹³ Adota-se o termo "**social e/ou organizacional**" em vez de "**social e organizacional**" por considerar-se que, por vezes, a engenharia de requisitos pode intervir na componente organizacional sem ter em atenção a componente social. Por exemplo: pode intervir no formato/inter-relações dos processos sem ter em consideração as visões e crenças dos utilizadores, que são os executores directos desses processos.

Tendo em consideração esta última constatação, apresentam-se, neste capítulo, três tipos de abordagens, que se julga serem capazes de caracterizar, a um meta-nível, os diferentes tipos de processos de engenharia de requisitos que se podem encontrar nas organizações:

Abordagens Tecnológicas: aquelas que realçam a visão objectiva dos requisitos (como nas *figuras 4.4 e 4.5*) e os aspectos técnico/tecnológicos dos SI, e que englobam os conhecidos métodos "hard", tradicionais ou estruturados.

Abordagens Sócio-organizacionais: aquelas que enfatizam a visão inter-subjectiva dos requisitos (como na *figuras 4.4 e 4.5*) e os aspectos sociais e/ou organizacionais dos SI, e que englobam os métodos que vulgarmente são conhecidos por métodos "soft", interpretativistas ou construtivistas.

Abordagens Mistas: aquelas em que há uma situação intermédia, i.e., em que existe uma combinação de algo de cada uma das duas abordagens anteriores. Geralmente focam-se primeiro nas questões sócio-organizacionais, deixando as questões técnico/tecnológicas para uma segunda fase.

5.1 Abordagens Tecnológicas vs. Sócio-organizacionais

O princípio que distingue essencialmente as abordagens tecnológicas das sócio-organizacionais respeita ao seu grau de objectividade: as primeiras são essencialmente objectivas e positivistas ao passo que as segundas são maioritariamente (inter) subjectivas e interpretativistas.

As abordagens tecnológicas representadas por métodos¹⁴ tais como a Análise Estruturada [Gane e Sarson 1986], Engenharia da Informação [Martin 1991], Análise Estruturada Moderna [Yourdon 1992], "Structured Systems Analysis and Design Method" (SSADM) [Downs et al. 1992] e Análise Orientada a Objectos [Coad e Yourdon 1991] têm essencialmente uma orientação técnica/tecnológica e fazem sobretudo uso de técnicas¹⁵ estruturadas e rígidas.

Por outro lado, as abordagens sócio-organizacionais são mais orientadas a questões sociais e organizacionais e recorrem frequentemente a técnicas etnográficas, participativas, interactivas e flexíveis para obter os requisitos dos sistemas [Hepworth et al. 1992, Beyer e Holtzblatt 1995, Sommerville e Sawyer 1997, Sutcliffe e Minocha 1998].

Um dos métodos mais exemplificativos destas abordagens é a "Soft System Methodology" (SSM) [Checkland 1981]. Contudo, há outros que, apesar de não serem puramente sócio-organizacionais, também seguem alguns dos seus princípios, nomeadamente os métodos "Effective Technical and Human Implementation of Computer Based" (ETHICS) [Mumford 1983, 1985] e Multiview [Avison e Hood-Harper 1990, 1991]. Estes dois métodos resultaram da preocupação de se obter um balanceamento entre os aspectos tecnológicos e sociais e/ou organizacionais do DSI [Doyle et al. 1993, Iivari e Hirschheim 1996], sendo exemplificativos das abordagens mistas.

Os métodos tradicionais/"hard" parecem existir em maior número e são os mais usados na prática. São reconhecidos como indutores de rigor no processo da engenharia de requisitos

¹⁴ Aqui **método** corresponde a um conjunto de normas para sistematizar e organizar a execução de um processo de ER. Geralmente sugere a utilização de determinadas técnicas [Palvia e Nosek 1993].

¹⁵ Aqui **técnica** é uma forma de efectuar uma tarefa pertencente a um processo de ER [Palvia e Nosek 1993].

[Doyle et al. 1993, Rocha 1994], mas por outro lado como limitados na resolução de problemas sociais e organizacionais. Estes métodos reduzem a participação dos utilizadores a um papel meramente consultivo. Geralmente os utilizadores fornecem os seus "inputs" aos engenheiros de requisitos num encontro individual, onde a maior parte das decisões de concepção são tomadas pelo engenheiro de requisitos [Purvis e Sambamurthy 1997]. Estes métodos ajudam essencialmente os engenheiros de requisitos a centrarem-se em questões formais dos sistemas de informação [Jayaratna 1990].

Com os métodos tradicionais constrói-se inicialmente um modelo conceptual do sistema existente, ao passo que com os "soft" se concebe primeiro um sistema que reflecta os ideais das pessoas (que fazem parte dele) sobre o que ele deve ser [Mansell 1991], o que permitirá, mais facilmente, mudanças e melhorias significativas no sistema em vigor, indo de encontro às expectativas das pessoas.

Os métodos tradicionais são essencialmente reducionistas, dividindo situações complexas em partes constituintes para análise, enquanto os "soft" se fundamentam na preposição de que o todo pode ser maior que a soma das suas partes, sendo por isso necessário "pensar os sistemas". Mais: os métodos tradicionais falham na pouca atenção prestada ao ambiente, particularmente no que respeita ao ambiente social e organizacional em que o sistema coexiste [Hepworth et al. 1992, Robinson e Prior 1995].

As abordagens tecnológicas, com a análise de dados, diagramas de fluxos de dados, bem como descrições de manutenção, etc. asseguram exactidão mas consomem muito tempo. Outro problema é que "convidam" à reparação e polimento de sistemas velhos e obsoletos em vez de os repensar [Crnkovic e Holstein 1995]. As abordagens sócio-organizacionais,

por outro lado, tomam uma visão lata de todo o negócio/sistema e encorajam a esforços ousados e mais abrangentes e compreensivos do seu desenvolvimento [Doyle et al. 1993].

O principal objectivo das abordagens sócio-organizacionais, em particular a metodologia SSM, é gerar pensamento inovador, através da selecção de alguns pontos de vista relevantes da situação de um problema, da verificação de como é possível melhorá-los trabalhando fora das implicações dessas visões nos modelos conceptuais, e da comparação de tais modelos com os que existem na situação do mundo real. Somente depois desta comparação ter ocorrido com discussão e concordância é que começarão as mudanças desejáveis. A concordância pode levar a acções de melhoria da situação do problema, e as possíveis acções podem incluir a concepção e implementação de apropriados sistemas de informação baseados em computador [Doyle et al. 1993, Lewis 1993].

A SSM, então, propicia um sistema de aprendizagem que visa aumentar um entendimento de alguma situação do mundo real que é percebida de alguma forma como sendo problemática. Através do aumento do entendimento torna-se possível definir e explorar o efeito das mudanças na estrutura e função da situação do problema.

A crença de que a engenharia de requisitos requer o estudo de sistemas informáticos e de problemas mal estruturados e ilimitados, como parte da sua intervenção, sugere poder existir um modelo/abordagem na qual ambas as **abordagens (tecnológica e sócio-organizacional)** coexistam e se complementem, à qual se dá neste documento o nome de **abordagem mista**.

De facto, a engenharia de requisitos é uma actividade com um fim em vista, que requer tanto um entendimento de tópicos objectivos como subjectivos, e deve, portanto, fazer uso

de perspectivas, modelos, técnicas e ferramentas apropriadas. As abordagens sócio-organizacionais podem fornecer compreensões úteis na preparação e resolução de tópicos subjectivos. Por outro lado, as abordagens tecnológicas com as suas técnicas estruturadas podem ser usadas para modelar os aspectos mecanicistas das actividades organizacionais formais [Doyle et al. 1993].

A engenharia de requisitos baseada numa abordagem sócio-organizacional é interpretativista e potencia alguma distinção entre dados e informação, na qual a informação é vista como mais do que dados num entendimento atribuído num contexto particular que depende de um fenómeno de construção social [Winter et al. 1995], ao passo que as abordagens tecnológicas se centram na lógica dos dados [Stowell 1991].

Nos últimos anos assiste-se a um aumento de interesse pelas abordagens sócio-organizacionais [Crnkovic e Holstein 1995]. Um exemplo significativo é a sugestão feita pela CCTA¹⁶ para a utilização da metodologia SSM na fase de *estudo de viabilidade e análise do negócio* do seu conhecidíssimo método SSADM [Hammersley 1991, Doyle et al. 1993, Winter et al. 1995].

De acordo com Kotonya e Sommerville (1998), os métodos tradicionais são mais apropriados para a concepção de software enquanto que os "soft" são mais adequados para a engenharia de requisitos ou análise de sistemas, sendo os primeiros geralmente aplicados em situações em que os sistemas de negócio sugeridos para desenvolvimento são baseados em sistemas já em operação [Robinson e Prior 1995].

¹⁶ CCTA - Central Computer and Telecommunications Agency do governo do Reino Unido.

Convém, portanto, frisar que todos os métodos têm limitações (cada um tem potencialidades e fraquezas) e que o método apropriado depende da situação, i.e.: o problema e a organização em si mesma, bem como os utilizadores e engenheiros de requisitos envolvidos, é que determinam a abordagem ou método a utilizar [Avison e Wood-Harper 1991, Rocha 1994]. Por conseguinte, sugere-se uma postura holística e contingencial para o processo de engenharia de requisitos [Hepworth et al. 1992].

Na *tabela 5.1* resumem-se as características principais das abordagens **tecnológicas** e **sócio-organizacionais** no que respeita aos seus princípios, enfoque, modelos, técnicas, estratégias, potencialidades/fraquezas, e papel dos engenheiros de requisitos e utilizadores. Como a abordagem **mista** é algo que conjuga as características que se passam a apresentar para a tecnológica e sócio-organizacional, não aparece na *tabela 5.1*.

Tabela 5.1: Principais características das abordagens tecnológicas vs. sócio-organizacionais.

	Tecnológicas	Sócio-organizacionais
Princípios	Positivistas e objectivas	Intepretativistas e subjectivas
Enfoque	Sistema formal; dados	Sistema informal; Informação
Modelos	Primeiro modelo conceptual do sistema existente	Primeiro modelo conceptual das perspectivas ou ideais das pessoas que fazem parte do sistema
Tipos de Técnicas	Estruturadas e rígidas	Etnográficas, interactivas e flexíveis
Estratégia	Divide um problema em partes para análise individual	Vê um problema como um todo que pode ser melhorado
Pontos fortes e fracos	- Resultados previsíveis - Proporcionam ou potenciam a reparação e polimento de sistemas velhos e obsoletos	- Proporcionam ou potenciam a reengenharia e inovação de sistemas - Resultados não previsíveis
Papel dos analistas	Decisores/condutores	Facilitadores
Papel dos utilizadores	Consultivo/passivo	Participativo e decisório

5.2 Técnicas de Obtenção e Modelação de Requisitos

As **técnicas de obtenção e modelação de requisitos**, i.e., procura de factos e especificação de requisitos, são aquelas que são usadas para fornecer/produzir as categorias necessárias ou desejadas de informação, tais como as referidas por Leifer et al. (1994): **organização** (metas, estrutura, políticas e objectivos das unidades funcionais); **pessoas** (relacionamentos de autoridade e responsabilidade, obrigações de trabalho, relacionamentos interpessoais e necessidades de informação); **trabalho** (tarefas e fluxos de trabalho, métodos, procedimentos, calendarização, etc.); e **ambiente de trabalho** (arranjos físicos, recursos disponíveis, etc.).

Nesta secção apresenta-se um conjunto de técnicas que se julga serem mais comumente usadas na obtenção e modelação de requisitos, sabendo-se de antemão que, individualmente, nenhuma consegue satisfazer as diferentes categorias de requisitos de informação. Na selecção das técnicas teve-se como objectivo o fornecimento de uma lista extensiva, sem menosprezar o problema da redundância. Esta lista foi determinada pesquisando a literatura e usando o conhecimento e experiência pessoal. Cada técnica é brevemente discutida. Depois é feita uma avaliação deste conjunto de técnicas de modo a quantificar a sua aplicabilidade/representatividade dentro de cada uma das abordagens consideradas e discutidas na secção anterior.

As técnicas são apresentadas e discutidas seguidamente por categorias, de acordo com as categorias de técnicas encontradas por Byrd et al. (1992) e também adoptadas por Darke e Shanks et al. (1997):

- 1) **observação**: observação do comportamento, aprendizagem com o utilizador, prototipagem;
- 2) **levantamento não-estruturado**: entrevistas abertas, "brainstorming";
- 3) **mapeamento**: mapeamento cognitivo, análise de variâncias, "rich pictures", diagramas de fluxos de dados (DFDs), análise de dados, análise de decisões, análise de objectos;
- 4) **análise formal**: análise de textos, relatórios de matrizes;
- 5) **levantamento estruturado**: cenários, entrevistas estruturadas, reutilização ou padrões de requisitos, análise futura, sessões de JAD (joint application development), condução pelo utilizador.

5.2.1 Técnicas de observação

Observação do comportamento. Consiste simplesmente em observar (directamente ou por filmagem) os utilizadores no seu ambiente natural de trabalho, enquanto executam tarefas específicas, sem qualquer tipo de interferência do engenheiro de requisitos. Geralmente envolve o registo de anotações detalhadas pelo engenheiro de requisitos enquanto observa [Byrd et al. 1992, Rocha 1994, Kotonya e Sommerville 1998].

Aprendizagem com o utilizador. O engenheiro de requisitos observa o utilizador no seu posto de trabalho tentando aprender como é realizado o trabalho, colocando, sempre que oportuno, questões relacionadas com esse trabalho. Assim o utilizador funciona como um mestre que explica ao aprendiz (engenheiro de requisitos) como se desenrola o trabalho no seu ambiente natural [Beyer e Holtzblatt 1995].

Prototipagem (descoberta por experimentação). Envolve o desenvolvimento rápido de uma versão piloto executável de alguma parte ou aspecto de um sistema e suas modificações subsequentes até ser aprovado pelos utilizadores [Alavi 1984, Mahmood 1987, Teng e Sethi 1990, Guimaraes e Saraph 1991]. Durante a análise de requisitos, a prototipagem dá forma concreta aos requisitos e assiste à sua clarificação e determinação [Byrd et al. 1992, Darke e Shanks 1997].

5.2.2 Técnicas de levantamento não-estruturado

Entrevistas abertas. O engenheiro de requisitos simplesmente discute com o utilizador, sem uma agenda de questões pré-definidas, o domínio do problema e seus requisitos, colocando-o a falar acerca da sua tarefa num ambiente relaxado. A eficácia desta técnica depende da habilidade de comunicação do engenheiro de requisitos e da capacidade dos utilizadores para estruturarem satisfatoriamente o espaço dos seus problemas [Davis 1982, Byrd et al. 1992, Darke e Shanks 1997, Kotonya e Sommerville 1998].

Brainstorming. Facilita a criatividade e resolução de problemas através de encontros de livre geração de ideias numa situação de grupo [Davis 1982, Bostrom 1989, Gause e Weinberg 1989]. Tem por intenção alargar as fronteiras do espaço do problema dos participantes e obter soluções não convencionais (pela manipulação de "quadros de experiência" individuais ou definições internas contextuais de eventos e situações) para permitir aceder a informação e ideias de outra forma indisponíveis por causa dos seus "quadros " da situação actual [Bostrom 1989, Darke e Shanks 1997].

5.2.3 Técnicas de mapeamento

Mapeamento cognitivo. Tem por finalidade ajudar o utilizador a identificar factores e a determinar relacionamentos de causa-efeito, numa tentativa para melhor entender uma tarefa ou processo. Fornece um meio de definição e representação do espaço do problema, sendo particularmente útil em situações mal-estruturadas onde, o entendimento dos utilizadores sobre o contexto organizacional (particularmente ao nível de tomadas de decisão) talvez não exista ou então exista somente a um nível tácito [Burgess et al. 1992, Byrd et al. 1992, Darke e Shanks 1997]. A principal razão para desenvolver um mapa cognitivo é obter a percepção da estrutura do ambiente de decisão que pode ser difícil de obter de outra forma [Montazemi e Conrath 1986].

Análise de variâncias. Baseia-se na identificação de novos requisitos de sistemas pela análise das formas nas quais o sistema existente se desvia dos papéis desejados ou esperados. É útil na exposição de problemas operacionais e foca-se na determinação de origens de variâncias e formas de as controlar, examinando os procedimentos e fluxos de informação existentes [Mumford 1985, Byrd et al. 1992, Darke e Shanks 1997].

Rich pictures. São úteis para expressar informalmente um entendimento inicial da situação de um problema (processos, actores, tópicos, ambiente, etc.). Podem representar quer factos "hard", tais como as fronteiras departamentais, actividades e fluxos de informação, quer factos "soft" (informação subjectiva), tais como áreas de conflito, tópicos políticos, preocupações particulares dos utilizadores e papéis e normas de comportamento. Não existem regras para desenhar "rich pictures" e quaisquer símbolos (mapas, esquemas,

icons, etc.) podem ser usados desde que sejam úteis e apropriados para a situação [Avison e Hood-Harper 1990, Darke e Shanks 1997, Kotonya e Sommerville 1998].

Diagramas de fluxos de dados (DFDs). Esta é talvez a técnica de representação de processos mais usada e é fundamental para metodologias tradicionais de desenvolvimento de sistemas [Kotonya e Sommerville 1998]. É uma representação diagramática dos fluxos de dados e das suas transformações ao longo do sistema [Robinson e Prior 1995]. Embora considerada uma técnica de modelação semi-formal, os diagramas de fluxos de dados são entendidos e aceites prontamente pelos utilizadores, podendo ser uma técnica de comunicação útil entre engenheiro de requisitos e utilizadores [Yourdon 1992, Darke e Shanks 1997].

Análise de dados. Esta técnica assume que os requisitos podem ser determinados adequadamente pela examinação dos fluxos de informação existentes. Assim, os engenheiros de requisitos analisam formulários, relatórios e ficheiros (ou bases de dados), bem como outras fontes de informação usadas actualmente, de onde derivam os requisitos de informação dos utilizadores. A análise de dados pode ser dividida num número de técnicas específicas incluindo a *decomposição de relatórios e formulários*, a qual examina itens de relatórios existentes para determinar dados de entrada e de processamento [Munro e Davis 1977, Teng e Sethi 1990], e os *diagramas de entidades relacionamentos*, os quais dão uma noção preliminar da visão e relacionamento de dados e entidades do futuro sistema [Rocha 1994, Cysneiros e Leite 1998].

Análise de decisões. As técnicas de análise de decisões advogam uma abordagem "top-down" para determinar os requisitos de informação. Estas focam-se nas decisões dos

utilizadores. Os passos neste processo são: identificar decisões; definir algoritmos e processos de decisão; e interpretar necessidades de informação. A análise de decisões é composta por um grande conjunto de técnicas, algumas das quais fazem listas simples enquanto outras constroem modelos interactivos grandes. São exemplos destas técnicas as *tabelas e as árvores de decisão* [Teng e Sethi 1990].

Análise de objectos. Estas técnicas baseiam-se na noção de que os sistemas podem ser modelados como um conjunto de objectos que interagem. Os objectos comunicam através de mensagens. Os conceitos fundamentais são: objectos e classes, métodos, mensagens, encapsulamento e herança. Geralmente consiste nos seguintes passos [Kotonya e Sommerville 1998]: 1) identificar objectos relevantes do domínio do problema; 2) construir as estruturas dos objectos definindo as associações entre classes de objectos; 3) definir os atributos associados com cada objecto; 4) determinar as operações relevantes para cada objecto; 5) definir as mensagens que podem ser passadas entre objectos.

5.2.4 Técnicas de análise formal

Análise de textos. É usada somente para entender o domínio total do problema. É especialmente útil para sistemas onde regras e regulamentações são a norma, tal como em sistemas de leis e impostos [Byrd et al. 1992].

Relatórios de matrizes. São usados para descobrir as distinções entre conceitos estreitamente relacionados. Um engenheiro de requisitos levanta construções e elementos relevantes para o sistema de modo a formar uma matriz para o utilizador especificar visões relativas ao sistema (esta parte do processo pode ser conduzida pelo utilizador sem muita intervenção do engenheiro de requisitos). Os elementos são uma classificação de eventos,

coisas ou tarefas em ambientes individuais, e as construções são abstrações individuais das suas experiências ou dos eventos em termos de dimensões ou critérios para avaliação. A matriz fornece um meio estruturado para o utilizador expressar os seus pensamentos [Gutierrez 1989, Byrd et al. 1992, Darke e Shanks 1997].

5.2.5 Técnicas de levantamento estruturado

Cenários. Um cenário pode ser definido como uma descrição de um possível conjunto de eventos que podem previsivelmente ocorrer. O objectivo principal do desenvolvimento de cenários é "estimular pensamento" acerca de ocorrências possíveis, suposições relacionadas com essas ocorrências, oportunidades e riscos bem como cursos de acção possíveis [Achor 1998, Jarke et al. 1999]. Esta técnica fornece aos utilizadores visões ou formas concretas do seu ambiente ou sistema futuro e ajuda-os a alargar o seu pensamento para além da fronteira do problema e sistema existente. Pode ser aplicada ao nível geral e abstracto para identificar metas e oportunidades futuras para um sistema ou organização e o meio de as atingir, ou pode ser aplicada a um nível mais específico para identificar requisitos detalhados [Potts et al. 1994, Weidenhaupt et al. 1998]. Os cenários facilitam a identificação de processos chave e dos seus requisitos de informação [Galliers 1993] bem como suportam um entendimento comum entre engenheiros de requisitos e utilizadores acerca dos requisitos presentes e futuros dos sistemas [Pohl e Haumer 1997].

Entrevistas estruturadas. É a técnica mais utilizada na obtenção de requisitos. Um grande conjunto de tipos de informações pode ser obtido usando esta técnica [Byrd et al. 1992]. Envolve a "interrogação" de uma série de questões estruturadas e pré-definidas ao utilizador. Tanto as entrevista estruturadas como não-estruturadas são estratégias de

"interrogação", as quais assumem que os utilizadores têm formas satisfatórias de estruturação do seu entendimento do domínio do problema [Davis 1982]. São menos comuns em situações organizacionais complexas, instáveis ou mal-estruturadas [Burgess et al. 1992].

Reutilização ou padrões de requisitos. Consiste em aproveitar requisitos de outros sistemas. Apesar de cada sistema ter requisitos próprios, existe um número de situações onde possivelmente pode ocorrer a reutilização de requisitos [Kotonya e Sommerville 1998].

Análise futura. Identifica possíveis mudanças futuras no ambiente de um sistema de modo assegurar que o sistema é flexível e que está pronto a acomodar necessidades de mudança. Engenheiros de requisitos e um grupo representativo de utilizadores prognosticam possíveis mudanças ambientais e organizacionais que poderão afectar no futuro o sistema proposto e avaliam a natureza e extensão de impactos prováveis. Técnicas tais como *brainstorming*, *análise estatística* e *modelação de simulações* podem ser usadas, sendo o principal resultado uma lista de características do sistema vulneráveis a possíveis mudanças [Land 1982]. Análise futura é a técnica geral mais útil para identificação de potenciais constrangimentos e dificuldades e para entender as metas organizacionais [Byrd et al. 1992, Darke e Shanks 1997].

Sessões de JAD. O JAD (joint application development) é uma técnica de análise e concepção orientada a grupos a qual dá importância a reuniões de trabalho estruturadas onde os utilizadores e engenheiros de requisitos de sistemas desenvolvem requisitos e especificações. Requer uma comissão de utilizadores e um líder (engenheiro de requisitos)

hábil para facilitar encontros e gerir grupos dinâmicos. O JAD expande o âmbito da participação do utilizador a um papel representativo, onde os utilizadores articulam, negociam e desenvolvem especificações de sistemas colectivamente [Darke e Shanks 1997, Purvis e Sambamurthy 1997].

Condução pelo utilizador. A condução pelo utilizador usa técnicas estruturadas (DFDs, etc.) para a construção de modelos, dividindo-se em três etapas. A primeira consiste na formação do utilizador, na qual o engenheiro de requisitos transfere conhecimento e habilidades para o utilizador de modo a este poder construir o modelo de requisitos. Na segunda, a ênfase está na construção de um modelo do domínio corrente, o qual é usado como base para a construção do modelo de requisitos na terceira etapa, que é um modelo do domínio futuro desejado. Neste contexto, o domínio é tipicamente (parte de) uma organização, contendo um sistema de informação, no seu ambiente [Flynn e Jazi 1998].

5.2.6 Avaliação de técnicas

Geralmente são necessárias várias técnicas para obter e modelar os diversos elementos dos requisitos, pois não existe nenhuma, por si só, capaz de suportar a resolução de todas as dificuldades das várias situações de um problema. A avaliação de técnicas pode ser usada em qualquer situação de obtenção e modelação dos requisitos, e assim fornecer a base para uma abordagem contingencial para a selecção de técnicas apropriadas [Teng e Sethi 1990 e Byrd et al 1992, Darke e Shanks 1997, Kotonya e Sommerville 1998].

Aqui não se faz uma avaliação detalhada das técnicas apresentadas, porque não se enquadra nos objectivos do presente trabalho. Simplesmente se quantifica, na *tabela 5.2*, a sua representatividade nas abordagens tecnológicas e sócio-organizacionais, usando para

tal alguns dos tópicos que permitiram caracterizar e distinguir estas abordagens, nomeadamente: *princípios, enfoque, tipo de técnica, pontos fortes e fracos, papel dos engenheiros de requisitos, e papel dos utilizadores.*

Sabendo-se que as abordagens tecnológicas evidenciam um pendor tecnológico da engenharia de requisitos, e que as sócio-organizacionais, por sua vez, um pendor social e/ou organizacional, considera-se uma técnica mista aquela que obtém um valor próximo ou igual a zero na diferença entre as características que regista para cada uma destas abordagens. Na última coluna da *tabela 5.2* apresenta-se o pendor quantificado para cada técnica num valor que pode variar entre -6 e 6 inclusivé. Considera-se que é uma técnica **mista** quando o valor encontrado se situa no intervalo [-2, 2], de pendor **tecnológico** quando está abaixo deste intervalo, e de pendor **social e/ou organizacional** quando está acima deste intervalo, como ilustra a *figura 5.1*.

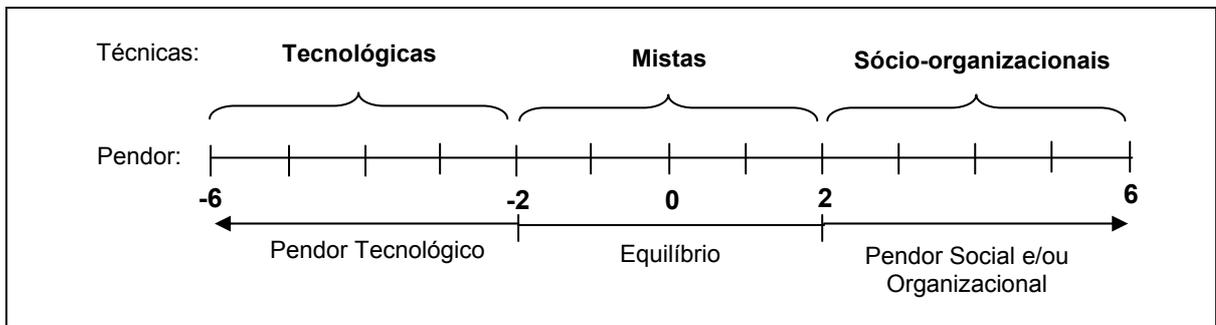


Figura 5.1: Critérios de classificação das técnicas de determinação de requisitos.

A *tabela 5.3* agrupa as técnicas por abordagem conforme os resultados encontrados na última coluna da *tabela 5.2*.

Tabela 5.2: Representatividade das técnicas nas abordagens Tecnológicas vs. Sócio-organizacionais.

TÉCNICAS	TÓPICOS						
	Princípios	Enfoque	Tipo de Técnica	Pontos fortes e fracos	Papel dos Engenheiros de requisitos	Papel dos Utilizadores	Pendor
Observação do comportamento	S/-	S/T	S/-	-/T	S/T	S/T	5-4 = 1
Aprendizagem com o utilizador	S/-	S/T	S/-	S/-	S/T	S/T	6-3 = 3
Prototipagem	S/T	-/T	S/T	-/T	S/T	S/T	4-6 = -2
Entrevistas abertas	S/T	S/T	S/-	S/T	-/T	-/T	4-5 = -1
Brainstorming	S/-	S/-	S/-	S/-	S/-	S/-	6-0 = 6
Mapeamento cognitivo	S/-	-/T	-/T	-/T	S/T	S/-	3-4 = -1
Análise de variâncias	S/-	T/-	S/-	S/-	S/T	S/T	5-3 = 2
Rich pictures	S/-	S/-	S/-	S/-	S/T	S/T	6-2 = 4
Diagramas de fluxos de dados	-/T	-/T	-/T	-/T	-/T	-/T	0-6 = -6
Análise de dados	-/T	-/T	-/T	-/T	-/T	-/T	0-6 = -6
Análise de decisões	-/T	-/T	-/T	-/T	-/T	-/T	0-6 = -6
Análise de objectos	-/T	-/T	-/T	-/T	-/T	-/T	0-6 = -6
Análise de textos	-/T	-/T	-/T	-/T	-/T	-/T	0-6 = -6
Relatórios de matrizes	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	S/T	6-6 = 0
Cenários	S/-	S/T	S/T	S/-	S/T	S/T	6-4 = 2
Entrevistas estruturadas	S/T	S/T	-/T	-/T	-/T	-/T	2-6 = -4
Reutilização	-/T	-/T	S/T	-/T	-/T	-/T	1-6 = -5
Análise futura	S/T	S/T	S/T	S/-	S/T	S/T	6-5 = 1
Sessões de JAD	S/T	-/T	-/T	S/T	S/-	S/-	4-4 = 0
Condução pelo utilizador	-/T	-/T	-/T	S/-	S/-	S/-	3-3 = 0

S: tem características Sócio-organizacionais para esse tópico; T: tem características Tecnológicas para esse tópico.

Tabela 5.3: Técnicas agrupadas por abordagem.

Tecnológica	Mista	Sócio-organizacional
Análise de dados	Observação do comportamento	Aprendizagem com o utilizador
Análise de decisões	Prototipagem	Brainstorming
Análise de objectos	Entrevistas abertas	Rich Pictures
Análise de textos	Mapeamento cognitivo	
Entrevistas estruturadas	Análise de variâncias	
Reutilização	Relatórios de matrizes	
	Cenários	
	Análise futura	
	Sessões de JAD	
	Condução pelo utilizador	

5.3 O Pendor da Engenharia de Requisitos

Ao longo do *Capítulo 4* ficou patente que a engenharia de requisitos deve ser um processo que contemple simultaneamente a resolução de problemas mal estruturados e ilimitados bem como a engenharia de sistemas baseados em computador, podendo resultar em intervenções ao nível do sistema informático, do sistema de informação e/ou do sistema organizacional.

Como descrito na *Secção 2.3*, um sistema de informação é, em todo o sentido do termo, um sistema que engloba simultaneamente duas componentes principais: **técnica/tecnológica** e **social/organizacional**. Não obstante, vários autores [e.g., Andriole 1996, Hanseth e Monteiro 1996, Bate 1998, Hooks 1999b] afirmam que a componente social e/ou organizacional é muitas vezes negligenciada nos processos de engenharia de requisitos de SI, sendo os requisitos determinados com uma **abordagem de pendor tecnológico**, quando o ideal seria haver um **equilíbrio** entre as componentes tecnológica e social e/ou organizacional [Wastell e Newman 1996, Vidgen 1997, Flynn e Jazi 1998] (*figura 5.2*).

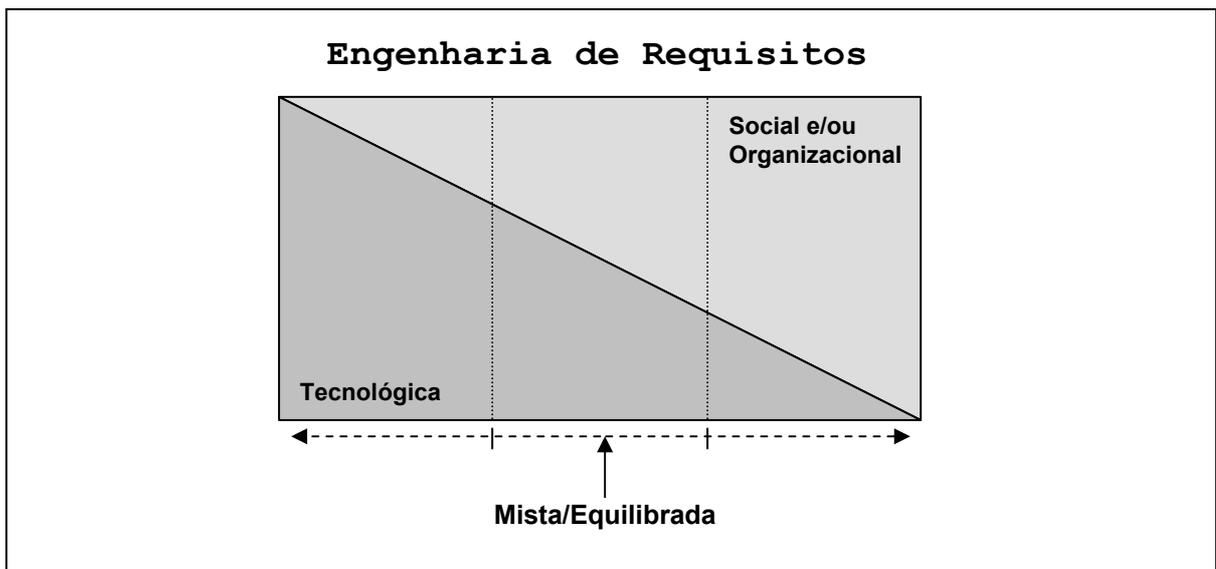


Figura 5.2: Tendências possíveis na engenharia de requisitos.

De entre os argumentos apresentados para justificar o pendor tecnológico da engenharia de requisitos sobressaem os seguintes:

- é realizada por engenheiros de software, herdando daí a incapacidade e a inaptidão para tratar as componentes sociais e organizacionais do SI e do negócio;
- é realizada com o objectivo único de construir sistemas informáticos, sendo estes vistos como um fim e não como um meio de melhorar o SI e a forma como este suporta a organização;
- os utilizadores são subestimados, desempenhando um papel passivo, sendo os seus pontos de vista e visões (inter)-subjectivas ignoradas;
- os métodos e as técnicas adoptadas promovem uma ênfase tecnológica.

Dado que a engenharia de requisitos é um processo que deve ter simultaneamente em atenção as componentes técnica/tecnológica e social/organizacional dos sistemas, levanta-se a seguinte **questão**: *Será possível detectar a abordagem seguida pelas organizações na condução da engenharia de requisitos?*

Em conformidade com os argumentos apresentados para justificar um pendor tecnológico da ER e as características de cada uma das três abordagens de ER consideradas no *Capítulo 5*, apresentam-se na *tabela 5.4* indicadores e argumentos que parecem possibilitar a identificação/desenvolvimento de um instrumento para detecção da abordagem seguida pelas organizações na condução da ER.

Tabela 5.4: Indicadores e argumentos passíveis de serem usados na identificação da abordagem da ER.

Indicadores	Tecnológica	Mista	Sócio-organizacional
Quem conduz	Engenheiros de software	Engenheiros de requisitos	Engenheiros de negócio/sistemas
Objectivo	Construção de sistemas informáticos	Desenvolvimento do sistema de informação	Desenvolvimento organizacional
Papel dos utilizadores	Passivo/consultivo	Representativo	Participativo/decisório
Visões consideradas	Objectiva	Subjectiva	Inter-subjectiva
Métodos	Análise estruturada	ETHICS	SSM
	SSADM	Multiview	...
	Análise orientada a objectos	...	
	...		
Técnicas	Análise de dados	Observação do comportamento	Aprendizagem com o utilizador
	Análise de decisões	Prototipagem	Brainstorming
	Análise de objectos	Entrevistas abertas	Rich Pictures
	Análise de textos	Mapeamento cognitivo	...
	Entrevistas estruturadas	Análise de variâncias	
	Reutilização	Relatórios de matrizes	
	...	Cenários	
		Análise futura	
		Sessões de JAD	
		Condução pelo utilizador	
		...	