
Capítulo 6

6. Maturidade da Função Sistema de Informação

Este capítulo evidencia a necessidade das organizações possuírem uma função SI madura, sugerindo-se como ferramenta de avaliação e orientação da melhoria os modelos de estádios de crescimento/maturidade. Apresenta também os princípios fundamentais em que assentam os modelos de maturidade assim como as categorias existentes.

6.1 Necessidade de uma Função SI Madura

As mudanças rápidas de competitividade do mercado, regulação, condições económicas, tecnologia e ambiente, têm criado a necessidade das organizações melhorarem continuamente o seu desempenho para permanecerem competitivas.

Como estas mudanças implicam que as organizações necessitem cada vez mais de informação, e tendo em conta o investimento feito em sistemas e tecnologias da informação pelos agentes que envolvem o ambiente organizacional (clientes, fornecedores e concorrentes), defende-se aqui a necessidade de uma função sistema de informação efectiva e madura por parte das organizações que pretendem ter sucesso [Tapscott e Caston 1995, Guimaraes e Igbaria 1996, ISACF 1998], partindo-se do pressuposto de que quanto mais madura melhor.

Assim, a avaliação incipiente do desempenho das actividades da função sistema de informação mais comumente usada no passado tem de ser substituída por avaliações mais abrangentes e sistematizadas, bem como pelo estabelecimento de mecanismos adequados de medida e melhoria [Guimaraes e Igbaria 1996, Sanders e Garrity 1996].

Na falta de uma estratégia coerente e madura para a área dos SI, geralmente resultam alguns problemas para as organizações [Edwards et al. 1995]:

- Metas de negócio tornam-se inatingíveis devido às limitações dos sistemas;
- Sistemas não integrados causam duplicação de esforços, inexactidões, demoras e pobre gestão da informação;
- Implementação de sistemas tardiamente, aumento do total de falhas e custos nos sistemas devido a não se focalizarem nas necessidades chave do negócio;
- Prioridades e planos alteram-se continuamente, provocando conflitos entre utilizadores e pessoal de SI, bem como, conseqüentemente, pobre produtividade.

- Falta de integração entre as tecnologias adoptadas, pode tornar-se um constrangimento para o negócio;
- Não existe forma de estabelecer recursos, definir prioridades e avaliar investimentos ao nível de SI/TI de forma consistente.

Estes problemas derivam em parte da inabilidade da gestão para gerir os pedidos de informação de acordo com as necessidades dos negócios, para gerir coerentemente o fornecimento de sistemas e tecnologias da informação, e para gerir com êxito; quando se sabe que as organizações que souberem explorar as potencialidades de cada um destes tópicos serão as mais bem sucedidas no século XXI [Tapscott e Caston 1995].

A evolução e a gestão dos SI nas organizações têm sido estudadas por muitos investigadores, o que levaria a esperar a quase inexistência de problemas nesta área. Contudo, não é o caso. As organizações ainda têm problemas significativos de gestão e planeamento e são muitas vezes incapazes de aplicar a sua experiência a novas tecnologias, sendo o desenvolvimento e a qualidade de sistemas problemas ainda maiores [Grégoire e Lustman 1993].

Uma das formas de atenuar ou eliminar estes problemas, para além da habilidade ou capacidade dos gestores, é as organizações adoptarem mecanismos de gestão e controlo que funcionem como linhas orientadoras da avaliação e melhoria da área dos SI, ao longo da "vida" das organizações.

Ou seja, é necessário as organizações conhecerem por avaliação o estágio de maturidade em que se encontram, para que saibam apontar o futuro e possam estabelecer as suas prioridades imediatas de melhoria e aperfeiçoamento.

6.2 Modelos de Maturidade

Os modelos de maturidade são uns dos instrumentos disponíveis para avaliar e ao mesmo tempo orientar as organizações em direcção às melhores políticas e estratégias no que respeita à área dos SI.

Estes modelos fundamentam-se na premissa de que o processo de planeamento, desenvolvimento ou adopção, uso e gestão de SI/TI pelas organizações, evolui através de um processo de aprendizagem que pode avançar através de estádios de maturidade¹. Se esses estádios (e as suas características associadas) poderem ser identificados, então podem ser usados para desenvolver um plano para a função sistema de informação, e fornecer linhas orientadoras de acção para uma progressão ordenada ao longo de vários estádios a partir da cultura corrente da organização [Singh 1993].

A utilidade principal destes modelos é permitirem identificar (por avaliação) a situação corrente (estádio actual de maturidade) bem como planear a progressão para o próximo estágio, assumindo-se então que uma organização se move de um estágio "X" para um

¹ **Estádio:** corresponde ao nível de aprendizagem/capacidade de uma organização num dado momento num processo de planeamento, desenvolvimento/adopção, utilização ou gestão de SI/TI [Huff et al. 1988]. Um "estádio de maturidade" é um patamar evolucionário bem definido em direcção à obtenção da maturidade de um determinado processo. Cada estágio de maturidade disponibiliza uma camada na fundação para um processo de melhoria contínua. Cada estágio compreende um conjunto de metas do processo que, quando satisfeito, estabiliza uma componente importante do processo. A obtenção de cada estágio estabelece uma componente diferente no processo, resultando num aumento da capacidade do processo. Ao longo deste documento também será usado com o mesmo significado o termo **Nível**.

estádio superior "Y", tornando-se mais madura². Portanto, o processo de crescimento ou aperfeiçoamento descreverá as características dos estádios que podem ser usados como forma de medir a maturidade.

Em consequência do que foi dito atrás, consideram-se bons modelos de maturidade aqueles que:

- descrevem razoavelmente as reais fases históricas do aperfeiçoamento evolutivo das organizações em direcção a uma maturidade superior;
- descrevem as características das organizações para cada uma das fases da evolução;
- sugerem objectivos de aperfeiçoamento intermédios e instrumentos de avaliação do progresso;
- tornam claro um conjunto de prioridades imediatas de aperfeiçoamento, desde que a posição da organização na estrutura de estádios de maturidade seja conhecida.

6.3 Abordagens dos Modelos de Maturidade

Existem duas escolas de investigação relacionadas com a área dos sistemas de informação no que respeita à sua gestão. Ambas com o mesmo e louvável objectivo de aperfeiçoarem o estado da arte, mas com estratégias de actuação diferentes.

² A **maturidade da função SI** representa a extensão que esta progrediu desde a era do processamento de dados e dos sistemas de informação de gestão em direcção à era "estratégica" e de gestão do conhecimento [Benbasat et al. 1980, Sabherwal e Tsoumpas 1993, Zachman et al. 1997], sendo uma combinação dos sistemas e tecnologias da informação em uso, e capacidades, conhecimentos, visões e estratégias para os planear, desenvolver, usar e gerir no contexto organizacional.

A primeira escola assenta na premissa de ser possível medir a maturidade de actividades da área de uma maneira absoluta e realista e está basicamente ligada à teoria de estádios. A segunda escola, embora ainda pouco firme nas suas fundações científicas, não acredita em escalas absolutas e está mais interessada em aperfeiçoar os processos em exercícios de auto-referência.

Este conflito ultrapassa os aspectos técnicos e reflecte as diferenças entre as abordagens observadas a um alto nível entre o trabalho e o estilo de gestão das culturas ocidentais e japonesa. O conceito que mais influencia a primeira escola é o *TQM*, e o que mais influencia a segunda é o *Kaizen*.

TQM: Total Quality Management

A TQM (*Gestão da Qualidade Total*) é a forma de uma organização atingir a excelência através de melhorias graduais e contínuas dos seus processos. A procura de melhorias graduais e contínuas, quer pela resolução de problemas quer pela prospecção de oportunidades, deve ser assim uma atitude assumida pelas organizações a tempo inteiro [Zultner 1993].

As três componentes fundamentais da TQM são [Dahlberg e Jarvinen 1997] (*figura 6.1*):

- 1. Optimização Unitária.** Todos os indivíduos e grupos da organização melhoram e estabilizam o seu trabalho independentemente.
- 2. Integração Horizontal.** Todos os departamentos e equipas de projectos se concentram conjuntamente na satisfação dos clientes ao longo de todas as funções da organização.

3. Alinhamento Vertical. Todos entendem e contribuem para as poucas metas e estratégias cruciais da organização.

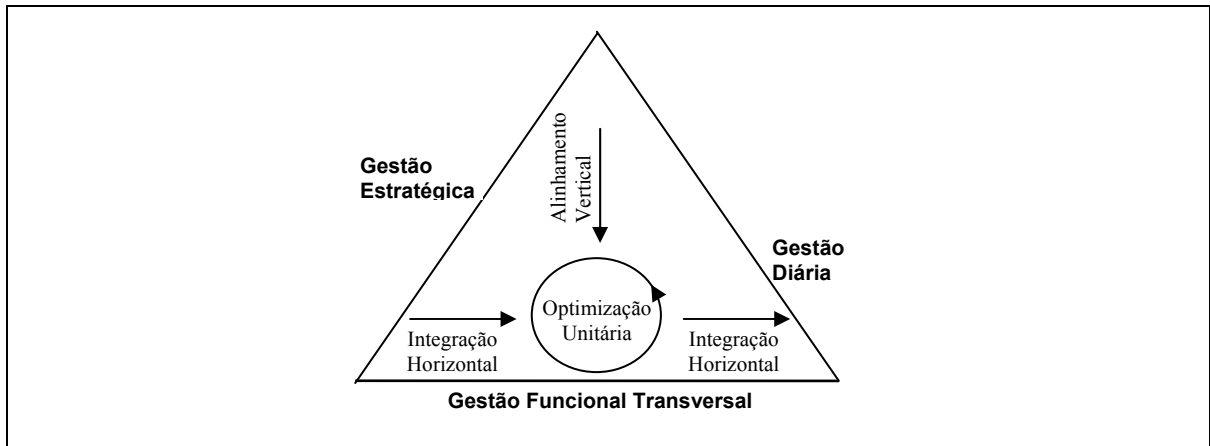


Figura 6.1: Conceitos fundamentais da TQM [adaptado de Zultner (1993) e Dahlberg e Jarvinen (1997)].

Com a primeira componente pretende-se que cada pessoa ou grupo melhore o seu trabalho sobre uma base regular. Isto requer conhecimentos sobre como fazer o trabalho, e como melhorá-lo. É portanto requerido um método que possa ser usado por todos. Este processo para unificar a optimização é o "coração" da maturidade/qualidade [Brown e Watts 1992, Zultner 1993].

A ideia da TQM é originariamente Americana. No Japão a TQM foi completamente desenvolvida e refinada, sendo conhecida como *Kaizen*³, que significa aperfeiçoamento progressivo envolvendo toda a gente.

³ Em japonês *Kai* significa mudança; e *Zen* significa para melhor.

Kaizen

O Kaizen consiste num conjunto de princípios inter-relacionados os quais individualmente são inconsequentes mas quando combinados tornam-se um poderoso método de iniciação da melhoria. Kaizen é uma abordagem holística e contingencial para resolução de problemas. A forma Japonesa de implementar o Kaizen é a de inicialmente manter um conjunto de normas, mas ao mesmo tempo procurar novas formas de actualização dessas normas de modo a poderem ser obtidos altos-níveis de desempenho através de um processo constante de normalização, melhoria e inovação (*figura 6.2*) [Imai 1986, Zultner 1993].

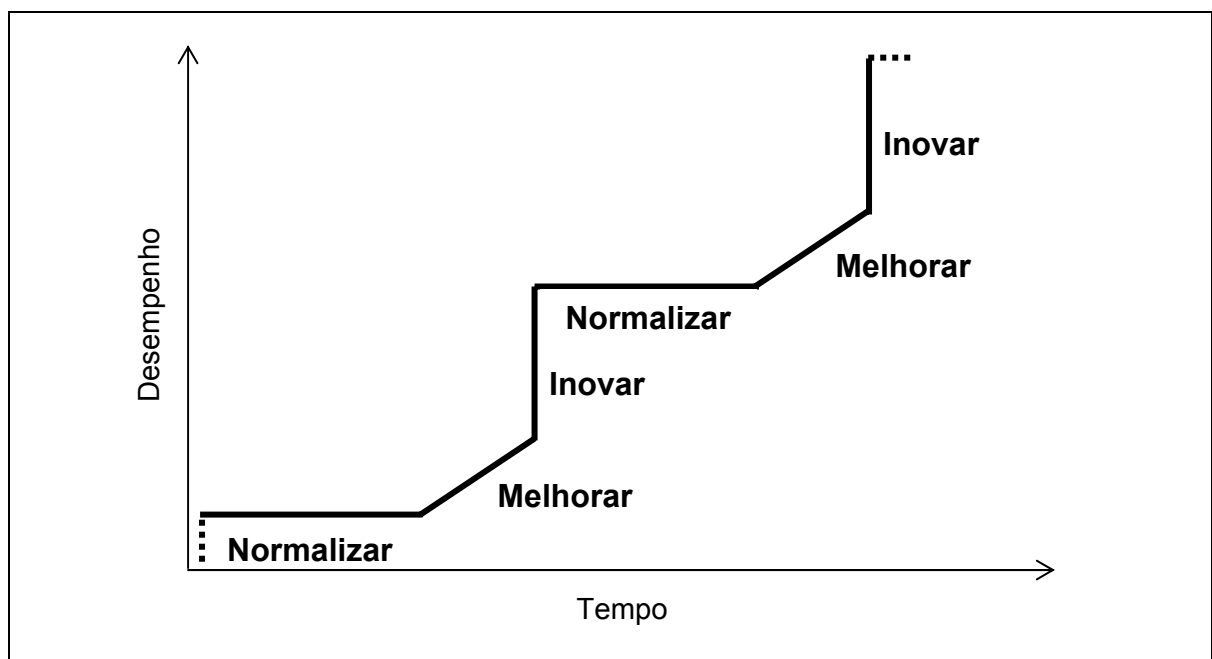


Figura 6.2: Melhoria baseada no paradigma Kaizen [adaptado de Zultner (1993)].

O Kaizen não tem como enfoque principal a ruptura. Para Imai (1999) inovação e melhoria contínua são complementares, ou seja, o Kaizen vem imediatamente depois da inovação, e a inovação surge quando se esgotou a melhoria contínua.

Os princípios fundamentais do Kaizen são:

1. Envolvimento de toda a gente (não é elitista); os recursos humanos são os bens de maior importância das organizações;
2. Os processos têm de evoluir através de melhorias graduais em vez de radicais;
3. A melhoria tem de ser baseada em avaliações estatísticas/quantitativas da capacidade do processo.

TQM vs Kaizen

Apesar de quer a TQM quer o Kaizen terem em comum uma filosofia de melhoria contínua, que é uma filosofia de aprendizagem, há aspectos que os distinguem: enquanto o primeiro dá mais atenção aos processos físicos, onde há, em regra, variáveis mensuráveis, o segundo enfatiza mais as variáveis humanas e intangíveis, que são aquelas que tem vindo a receber mais atenção desde os anos 80; enquanto o primeiro se centra em unidades da organização, o segundo foca-se na organização como um todo; e enquanto no primeiro os factos não são um pré-requisito para tomadas de decisão de melhoria, no segundo são-no obrigatoriamente.

6.4 Gestão da Maturidade/Qualidade

Os gestores de SI praticam a medição da maturidade da função SI por várias razões [Smith e McKeen 1996]: credibilidade organizacional, eficiência, eficácia, e melhoria generalizada. Ou seja, numa só palavra, por causa da **qualidade**⁴. Esta é crítica para a sobrevivência e para o sucesso num ambiente de negócios que tende a ser cada vez mais competitivo [Vicente et al. 1996, Santos 1998]

A **qualidade** é uma entidade multi-perspectiva cujas dimensões representam variados grupos de interesse. Esta deve ter quatro tipos de preocupações principais subjacentes [Ballantine et al. 1996, Saarinen 1996, Andersson e Hellens 1997, Eriksson e Törn 1997, Hellens 1997]: **1)** a qualidade de gestão da organização e dos processos; **2)** a qualidade técnica do produto ou serviço; **3)** a satisfação dos clientes (utilizadores); **4)** e o impacto na organização (benefícios).

Por exemplo, num projecto de desenvolvimento de SI considera-se para a qualidade quer o processo de desenvolvimento quer o produto desenvolvido até à conclusão do projecto (i.e., sistema e documentação) quer ainda a satisfação dos utilizadores e o impacto na organização. É importante medir a qualidade do processo e dos produtos resultantes incluindo a satisfação dos utilizadores e o impacto na organização, porque existe um potencial conflito entre a eficiência do processo e a sua qualidade. Por exemplo, processos que são controlados apertadamente e resultam numa adesão estrita às estimativas de tempo e custos podem às vezes explorar inadequadamente as funcionalidades do produto,

⁴ O termo **qualidade** pode ser associado a quatro definições [Swanson 1997]: é excelência; é valor; é conformidade com especificações; e é encontrar e/ou exceder as expectativas dos clientes.

sacrificando desse modo a flexibilidade do sistema a longo prazo para necessidades dos utilizadores a curto prazo [Nidumolu 1996].

A melhoria (evolução) da qualidade nas organizações é um processo contínuo que só se consegue com *feedback* (retorno/aprendizagem⁵). Se não há retorno e aprendizagem a estratégia de evolução não pode tomar lugar, pois este é o elemento fundamental no controlo e planeamento das actividades de modo a assegurar que funcionam como deve ser, e no fornecimento de bases para acções correctivas [Baker 1995].

6.5 Avaliação da Maturidade/Qualidade

A avaliação da maturidade da função SI envolve um exame disciplinado das políticas, estratégias e actividades ou processos desta área funcional. Geralmente um método de avaliação envolve:

- uma escala de medida - geralmente uma série de níveis de maturidade ou capacidade;
- critérios para avaliação de encontro à escala, usualmente um modelo de maturidade subjacente;
- um conjunto de normas e boas práticas;
- um mecanismo claro para representação dos resultados.

⁵ Uma organização que aprende pode ser definida como sendo uma organização capaz de criar, adquirir e transferir conhecimento, e de modificar o seu comportamento reflectindo conhecimento e compreensões novas [Garvin 1993].

A *figura 6.3* apresenta o esquema de avaliação do processo de desenvolvimento de software proposto pelo modelo SPICE⁶. Como se pode verificar, um processo é analisado por avaliação. Em resultado dessa análise identificam-se a maturidade e os riscos do processo motivando/levando então a um estudo da melhoria do processo através da identificação das alterações para o seu aperfeiçoamento.

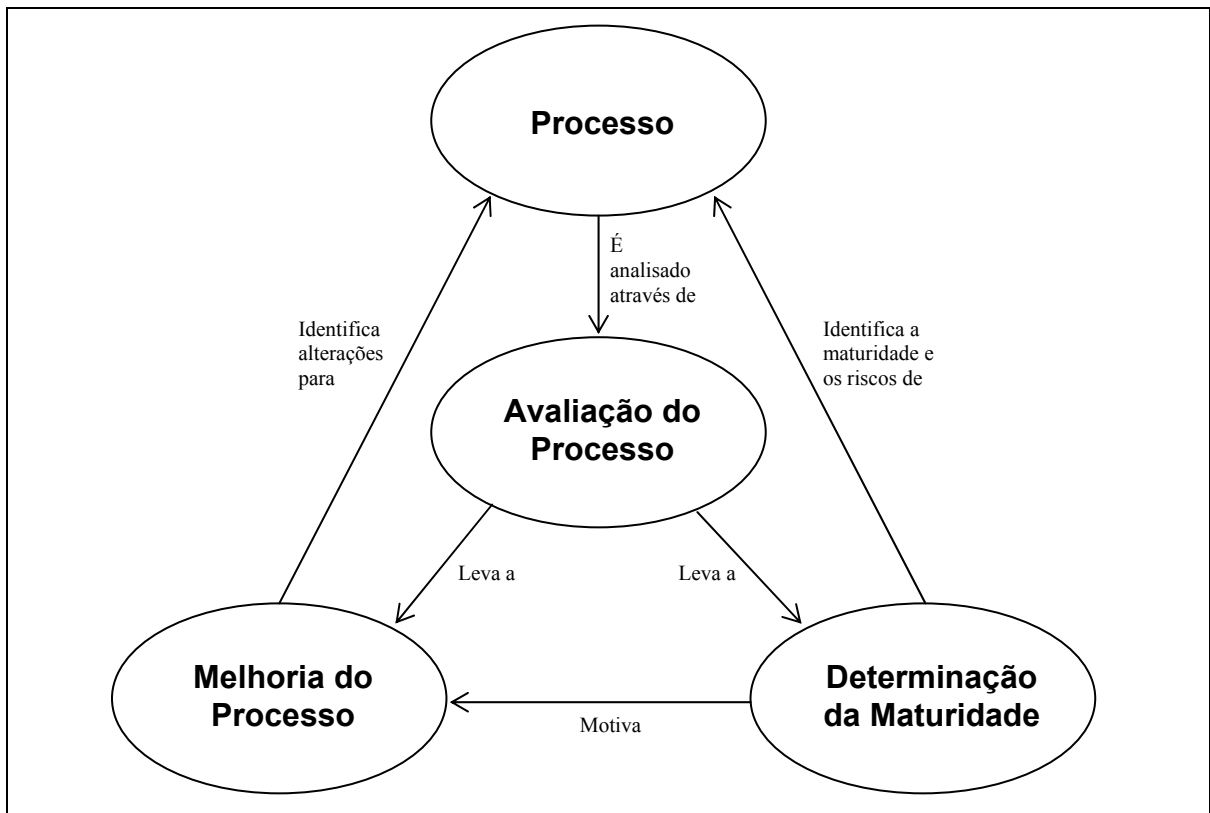


Figura 6.3: Esquema de avaliação do modelo SPICE [adaptado de SPICE 1.0 (1998)].

⁶ Modelo descrito na *Secção 8.6*

6.6 Tipos de Modelos de Maturidade

Actualmente existem vários modelos de estádios de maturidade, no entanto não há nenhum capaz de cobrir efectivamente todos os aspectos da função SI. Assim, de acordo com a descrição das actividades principais desta função e respectivo enquadramento (*Capítulo 3*), encontram-se dois grandes grupos de modelos:

(I) os que se centram em tópicos de **gestão e planeamento de SI**;

(II) e os que se focam no processo de **desenvolvimento de SI**.

Os primeiros são maioritariamente o resultado de esforços ao nível de pessoas individuais, são os primeiros a aparecer na área dos SI (finais dos anos 60), são os menos elaborados e focam-se essencialmente em questões **políticas e estratégicas**. Os segundos resultam do esforço de entidades colectivas de grande reconhecimento público, são muito cuidados (documentação, mecanismos de avaliação e de orientação, etc.), apareceram nos finais dos anos 80 e centram-se maioritariamente em tópicos do processo de **desenvolvimento de software**.

Nos próximos dois capítulos apresentam-se os modelos de maturidade considerados bons modelos (conforme as características enumeradas na *Secção 6.2*) ou, pelo menos, considerados importantes para a evolução/desenvolvimento dos modelos de maturidade da área dos SI. Primeiro, no *Capítulo 7*, apresentam-se os modelos orientados à gestão e planeamento de SI, e depois, no *Capítulo 8*, os modelos orientados ao processo de desenvolvimento de SI.

Capítulo 7

7. Modelos Orientados à Gestão e Planeamento de SI

Neste capítulo apresentam-se os modelos de estádios de crescimento/maturidade que se focam maioritariamente em tópicos associados com políticas e estratégias de gestão e planeamento de SI, seguindo-se a sequência cronológica do seu aparecimento.

7.1 Modelo da Evolução das Aplicações de Churchill

O "modelo de evolução das aplicações" de Churchill et al. (1969) é o primeiro modelo de estádios de maturidade da área dos SI. Surgiu com um estudo de Churchill et al. (1969) que pretendia descrever a sofisticação do uso de sistemas informáticos nas organizações. Esse estudo considera que a adopção de aplicações nas organizações pode passar por quatro estádios:

- (1) As aplicações são versões automatizadas dos sistemas manuais existentes. Suportam basicamente tarefas rotineiras.
- (2) As aplicações continuam ainda a suportar tarefas rotineiras mas melhoram a eficiência das aplicações do *Estádio I* ou disponibilizam melhores relatórios para a gestão.
- (3) Aparecimento de aplicações do domínio da gestão que fazem a integração de sistemas independentes ou que suportam já algumas decisões.
- (4) Aplicações para tomadas de decisão estratégicas e para uso de modelos de consultas "*ad hoc*".

O mérito do "modelo de evolução das aplicações" está na introdução da ideia da teoria dos estádios no campo dos SI. No entanto também nos fornece categorias de aplicações que vão desde as que suportam tarefas rotineiras até as que suportam tarefas de gestão assumindo que elas evoluem sequencialmente nas organizações [Saarinen 1989].

7.2 Modelo dos Estádios de Crescimento de Nolan

Seguindo as primeiras conceptualizações dos modelos de estádios de crescimento, encontra-se talvez o mais significativo conjunto de esforços com os estudos de Nolan [Nolan 1973, Gibson e Nolan 1974, Nolan 1979].

Nolan (1973) apresenta inicialmente um modelo de estádios de crescimento com quatro estádios baseado em observações em três grandes empresas (*figura 7.1*). Mais tarde, esse modelo foi ajustado para seis estádios, baseado em novas observações (*figura 7.2*).

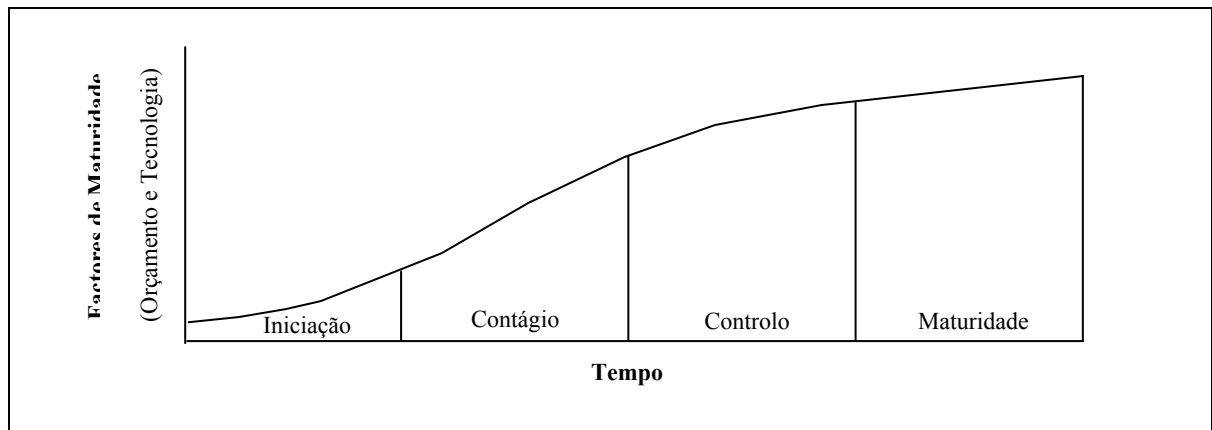


Figura 7.1: Modelo de quatro estádios de crescimento do PD de Nolan [adaptado de Nolan (1973)].

Os modelos de estádios de crescimento de Nolan baseiam-se na premissa de que as organizações passam por um número identificável de estádios de crescimento na utilização e gestão de TI. Os estádios são então usados para identificar o nível de maturidade das organizações nesse contexto, com o intuito de identificar tópicos chave associados ao desenvolvimento posterior de TI.

Nolan assume que tomando em conta o conhecimento externo (tecnologia existente e o conhecimento comum sobre a sua aplicação) e o conhecimento interno (conhecimento organizacional relativamente ao uso da tecnologia), pode ser identificado, quantitativa e qualitativamente, um estágio de maturidade (equilíbrio) descrevendo o local óptimo para a organização na utilização da informática.

Nolan afirma que os estádios de crescimento podem ser identificados em primeiro lugar pela análise da tecnologia usada e da despesa em processamento de dados (PD⁷) em proporção com a receita das vendas, postulando que as despesas em PD seguem uma

⁷ **Processamento de Dados:** nome dado inicialmente aos departamentos de sistemas de informação, por se preocuparem apenas com o processamento automático de dados excluindo a gestão do recurso informação.

curva-em-"S" ao longo do tempo. Mais importante, contudo, é dizer que esta curva parece representar o caminho de aprendizagem no que respeita ao uso de TI por toda a organização.

Como já foi afirmado, o modelo inicial de quatro estádios foi expandido posteriormente num de seis estádios [Nolan 1979] com a adição de dois novos estádios entre "controlo" e "maturidade", nomeadamente "integração" e "gestão de dados", como ilustra a *figura 7.2*.

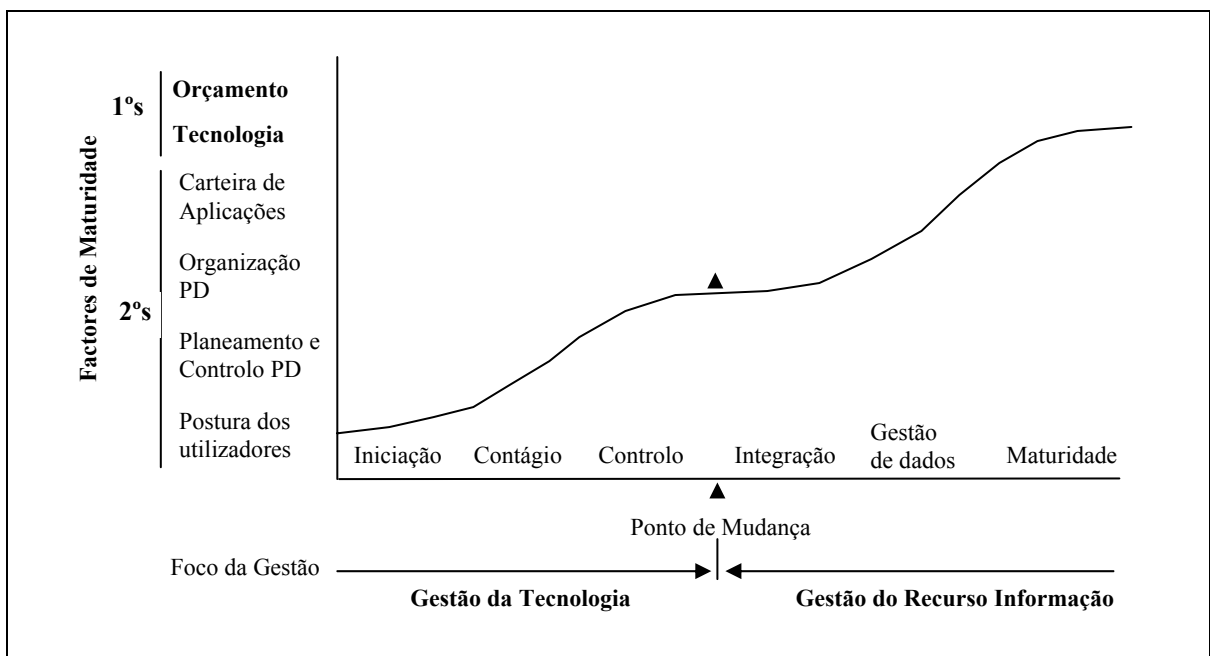


Figura 7.2: Modelo de seis estádios de crescimento de Nolan [adaptado de Nolan (1979)].

Nolan advoga que, em adição à tecnologia usada e à despesa com processamento de dados, existem quatro grandes factores de maturidade que podem ser analisados de modo a identificar o estádio da organização no que respeita ao uso de SI/TI, como ilustra a *tabela 7.1*. Porém, estes novos factores são vistos por Nolan como critérios de nível secundário, continuando a *tecnologia* e o *orçamento* como critérios de primeiro nível.

Tabela 7.1: Os seis estádios de maturidade do modelo de Nolan [adaptado de Nolan (1979)].

Factor	Estádios					
	I Iniciação	II Contágio	III Controlo	IV Integração	V Gestão de Dados	VI Maturidade
Critérios de 1ª Nível:						
Orçamento para PD	Igual à taxa de crescimento das vendas	Exceda a taxa de crescimento das vendas	Menor que a taxa de crescimento das vendas	Excede a taxa de crescimento das vendas	Menor que a taxa de crescimento das vendas	Igual à taxa de crescimento das vendas
Suporte Tecnológico	100% <i>batch</i>	70% <i>batch</i> 20% <i>on-line</i>	70% <i>batch</i> 15% bases de dados (BD) 10% <i>inquiry processing</i> 5% <i>time-sharing</i>	50% <i>batch e on-line</i> 40% BD e comunicações 5% informática pessoal 5% mini e micro-computadores	20% <i>batch e on-line</i> 60% BD e comunicações 5% informática pessoal 15% mini e micro-computadores	10% <i>batch e on-line</i> 60% BD e comunicações 5% informática pessoal 25% mini e micro-computadores
Critérios 2º Nível:						
Carteira de Aplicações	Aplicações funcionais de custos reduzidos	Proliferação de aplicações	Actualização da documentação e reestruturação das aplicações existentes	Reajustamento das aplicações existentes utilizando tecnologia de bases de dados	Organização e integração das aplicações	Integração de aplicações espelhando os fluxos de informação de toda a organização
Organização do Departamento de PD	Fechado e especializado em tecnologia	Programadores orientados ao utilizador	Gestor médio	Estabelecimento da utilidade dos computadores e de equipas de avaliação de utilizadores	Gestão de dados	Gestão do recurso informação
Planeamento e Controlo do Departamento de PD	Descuidado	Menos descuidado	Planeamento e controlo formalizado	Partilha de dados e de sistemas comuns	Partilha de dados e de sistemas comuns	Planeamento estratégico do recurso informação
Postura dos Utilizadores	Desinteressado	Superficialment e entusiasmado	Por vezes responsável	Aprendendo a responsabilidade	Efectivamente responsável	Parceria

Os custos com PD são assumidos no modelo de quatro estádios como seguindo uma curva de crescimento em forma de "S". Existem, na verdade, duas curvas sucessivas em "S" no último modelo de Nolan (1979). Isto acontece porque os avanços tecnológicos potenciam novas oportunidades para a utilização dos computadores. A primeira curva-em-"S" Nolan chama-lhe *era da gestão da tecnologia*, a qual pode ser dividida em estádios detalhados:

iniciação, contágio e controlo. À evolução durante a segunda curva-em-"S" chama-lhe *era da gestão da informação* e é dividida nos *estádios integração, gestão de dados e maturidade*. Os seis estádios podem então ser caracterizados do seguinte modo:

- (1) **Iniciação.** Quando os computadores são introduzidos na organização. O crescimento é lento e o enfoque se encontra ao nível da aprendizagem da tecnologia.
- (2) **Contágio.** Quando o crescimento e expansão de aplicações são rápidos e o controlo é pouco.
- (3) **Controlo.** Quando o controlo é muito e o ênfase se coloca no planeamento formalizado.
- (4) **Integração.** Quando as aplicações separadas são integradas com a assistência das tecnologias de bases de dados.
- (5) **Gestão de dados.** Quando os dados são vistos como recursos para a organização e a gestão de dados está estabelecida.
- (6) **Maturidade.** Quando está completa a carteira de aplicações e a sua estrutura espelha a organização e o seu fluxo de informação.

Nolan argumenta que o foco na gestão de sistemas de informação é muito mais dirigido à tecnologia *per si* durante os primeiros estádios de crescimento, ocorrendo uma viragem na conclusão do terceiro estádio. Depois deste, o foco incide na gestão do recurso dados da organização, utilizando tecnologia e métodos de bases de dados.

A ideia base no "modelo dos estádios de crescimento" como conselho para o processo de gestão da evolução está no balanço entre duas forças da organização: *controlo* e *negligência*. O descuido organizacional é uma prática comum aquando da introdução e aprendizagem de uma nova tecnologia, enquanto que o controlo é usado aquando da procura de formas eficientes para a usar [Saarinen 1989].

O "modelo dos estádios de crescimento" de Nolan é mais detalhado do que o "modelo de evolução das aplicações" de Churchill et al. Pode ser considerado como uma das maiores descrições para a evolução dos SI nas organizações, contudo tem algumas limitações.

Existe um conjunto de estudos que avaliou o modelo de Nolan [e.g., Benbasat et al. 1984, King e Kraemer 1984, Khan 1992, Sampaio 1995, Santos 1996]. Os resultados são um pouco contraditórios, especialmente no que respeita à evolução dos estádios de crescimento. Por exemplo, Earl (1989) e McFarlan et al. (1983), argumentam que as organizações passam por um número de curvas de aprendizagem diferentes relativamente a tecnologias diferentes. Mais: que numa organização pode haver diferentes estádios de crescimento no que respeita a uma TI particular.

Apesar de algumas deficiências do "modelo dos estádios de crescimento" e dos avanços significativos registados ao nível de ferramentas tecnológicas e de gestão, este continua a oferecer uma rica descrição para a área dos SI, podendo ser usado como um modelo generalista na análise da maturidade do uso das TI nas organizações bem como no planeamento da progressão para o próximo estágio [Saarinen 1989, Singh 1993, Zachman et al. 1997].

7.3 Modelo da Evolução das TI de McFarlan

Vendo as TI a partir de uma perspectiva mais abrangente do que Nolan, McFarlan e outros (1982, 1983) propuseram um modelo algo diferente. Este pretende colmatar a necessidade de novas abordagens de organização e planeamento capazes de integrar as "ilhas" de informação de automação de escritórios, telecomunicações e processamento de dados.

Para McFarlan et al. (1982, 1983), o planeamento de SI é necessário devido a vários factores, destacando-se, de entre outros: *as rápidas mudanças na tecnologia; a escassez de recursos; a integração de sistemas de informação; e a importância do SI no cumprimento dos objectivos das organizações.*

O "modelo da evolução das TI" identifica quatro "ondas" de tecnologias da informação que as organizações têm de assimilar, como ilustra a *figura 7.3: processamento em lotes, sistemas on-line, automação de escritórios e tecnologias futuras*. Isto mostra que o processo de aprendizagem corresponde a sucessivas curvas de aprendizagem relacionadas com tecnologias diferentes.

O "modelo de evolução das TI" habilita as organizações a gerirem o processo de adopção de nova tecnologia, segmentando-o em quatro estádios:

(1) Identificação e investimento inicial. O foco do planeamento é orientado à aprendizagem da tecnologia e como aplicá-la.

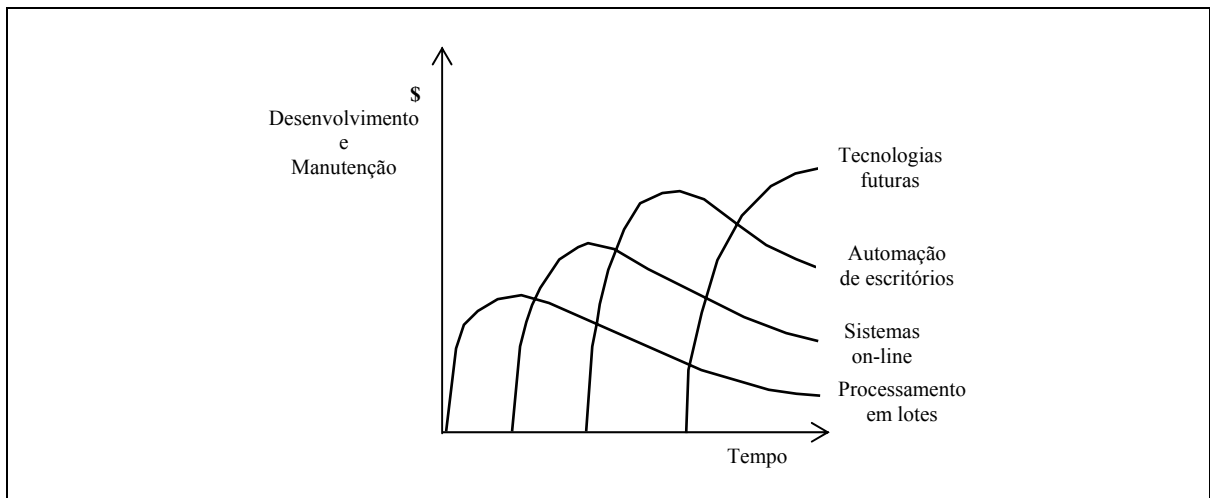


Figura 7.3: Múltiplas curvas de aprendizagem de tecnologia [adaptado de McFarlan et al. (1983)].

- (2) **Experimentação e aprendizagem.** A ênfase do planeamento é colocada na consciencialização dos utilizadores para as potencialidades das novas tecnologias e para os tipos de problemas que estas podem resolver.
- (3) **Controlo.** Definição de um conjunto de linhas orientadoras para uso organizado e eficiente das TI. Aqui a ênfase do planeamento é mais de controlo da gestão e operação do que de controlo estratégico.
- (4) **Uso completo das TI.** A aprendizagem organizacional essencial encontra-se completa e a tecnologia base encontra-se instalada com controlos apropriados. Assim, os gestores podem olhar com mais intensidade para o futuro e planejar as tendências a longo prazo.

Na *tabela 7.2* apresenta-se a síntese dos estádios e factores de influência do "modelo da evolução das TI".

Tabela 7.2: Estádios de adopção de tecnologia pelas organizações [adaptado de Earl (1989)].

Factor	Estádios			
	I	II	III	IV
	Identificação e Investimento Inicial	Experimentação e Aprendizagem	Controlo	Difusão da Tecnologia
Desafio	Identificação de potenciais tecnologias e escolha da mais apropriada	Incentivar a utilização da tecnologia	Desenvolver ferramentas e técnicas para a utilização eficiente da tecnologia	Adaptação e adopção da tecnologia
Objectivos	Aprendizagem tecnológica	Aumento da capacidade dos utilizadores	Rentabilização do investimento	Difusão e Integração
Gestão	Planeamento e controlo descuidado	Incentivar e observar	Definição de normas	Processos organizacionais
Processos de Crescimento	Progressos tecnológicos; Teste às aplicações.	Progressos de aplicações; Aprendizagem do utilizador.	Progressos do utilizador; Aprendizagem da gestão	Progressos na gestão

Este modelo apresenta cada tecnologia como objecto de aprendizagem organizacional. Por outro lado, mostra que tecnologias diferentes estão em estádios diferentes do processo de aprendizagem e requerem acções diferentes da gestão. Por conseguinte, pode ser aplicado a tecnologias emergentes em geral, porque a sua perspectiva está nos padrões de aprendizagem e não na tecnologia em si [Saarinen 1989].

A aplicação deste modelo focaliza-se no desenvolvimento de estratégias e de planeamento organizacional de modo a enfrentar as tarefas complexas da exploração de TI no contínuo desenvolvimento ambiental [Singh 1993].

7.4 Modelo da Evolução do EUC de Huff

Os modelos anteriores descrevem a evolução da gestão da função SI assumindo certas tecnologias como forças impulsionadoras. Contudo, novas tecnologias, como por exemplo os PC, têm sido introduzidas nas organizações em grande escala.

Por isso, a sua gestão deve também fazer parte dos modelos de maturidade, destacando-se particularmente o EUC (*End-User Computing*), visto que trouxe mudanças significativas para o papel dos departamentos de SI bem como para o funcionamento e condições do negócio.

O EUC tem quebrado o monopólio do departamento de SI no fornecimento de computadores e aplicações à organização, alterando a competição dentro de uma organização e colocando o departamento de SI face a ameaças novas de concorrentes novos (utilizadores em si mesmos, ou fornecedores exteriores à organização) e produtos novos (*pacotes* e ferramentas fáceis de usar) [Saarinen 1989].

O EUC tem levado as organizações a fazerem reestruturações substanciais, as quais têm requerido decisões específicas sobre propriedades básicas de métodos novos para o uso dos computadores [Henderson e Treacy 1986].

Com o objectivo de ajudar a gerir as mudanças provocadas pelo EUC, Huff et al. (1988) propuseram um modelo de cinco estádios de crescimento para a evolução do EUC estruturado em seis factores de crescimento (*tabela 7.3*).

Segundo Huff et al. (1988), não há uma "pista" para a evolução: acelerando ou controlando as actividades de gestão os padrões de desenvolvimento podem ser completamente diferentes. Mais, Sääksjärvi et al. (1988) mostrou que as actividades de gestão combinadas com métodos básicos de organização de suporte ao EUC, via centros informáticos ou via um sistema dentro do departamento de SI, resulta não somente em padrões de desenvolvimento diferentes mas também significativamente em diferentes graus de sucesso para o EUC.

Tabela 7.3: Estádios de crescimento da computação por utilizadores finais [adaptado de Huff et al. (1988)].

	Estádio I	Estádio II	Estádio III	Estádio IV	Estádio V
Factor	<i>Isolamento</i>	<i>Independência</i>	<i>Integração Manual</i>	<i>Integração Automatizada</i>	<i>Integração Distribuída</i>
Foco das operações do CI	Estabelecimento do ambiente do CI	Construir o seu reconhecimento; suporte não especializado	Focalização no corporativismo; desenvolvimento de especializações	Gestão de dados e comunicações	Implementação de um ambiente distribuído; Consultores de negócio seniores
Planeamento e controlo	Descuidado; pouco controlo, muito pouco planeamento	Formalização da aquisição de equipamento; Início do planeamento das operações do CI	Planeamento do EUC corporativo;	Políticas corporativas de acesso a dados; Formalização de normas de desenvolvimento de aplicações por utilizadores	Planeamento estratégico do ambiente integrado da computação; Implementação da computação distribuída
Actividades suportadas pelo CI	Demonstração de produtos	Avaliação de hardware/software; Suporte reactivo; Estabelecimento de grupos de utilizadores	Suporte pro-activo;	Consultoria orientada à integração micro-mainframe	Normas chave no desenvolvimento de aplicações por utilizadores
Formação providenciada pelo CI	Formação interna modesta; Utilizador é responsável pela sua aprendizagem; Mediador de vendedores de cursos	Oferta de cursos introdutórios nas ferramentas principais	Oferta de cursos avançados nas ferramentas principais; Cursos especiais para gestores seniores	Oferta de cursos no uso de ferramentas integradas	Formação na aplicação de disciplina no desenvolvimento; gestão de dados
Atitudes e crenças do pessoal do CI	Duvida da sua imagem, conhecimento, autoridade e comunidade de utilizadores finais	Reconhecimento da sua autoridade e clientela; Valorização de aspectos técnicos; Não depender do Dep. de SI	Grandeza da sua imagem; Reconhecem que não pode continuar o isolamento em relação ao Dep. de SI	Desânimo pela imensidade das tarefas de integração	Aceitação e apreciação do papel corporativo do negócio; Verdadeiros profissionais
Atitudes e crenças dos utilizadores finais	Em si mesmos; Desconhecedor do CI	Crescimento do conhecimento do CI; Sensação de elitismo	Inquietação sobre a influência do CI; Maioria dos gestores desejam fazer o seu próprio EUC	Desânimo por procedimentos e controlos novos; Desagrado por requisitos formais	Atitudes positivas em relação aos procedimentos; Abertura total ao EUC, prática normal

7.5 Modelo dos Estádios de PSI de Earl

O "modelo dos estádios de PSI" de Earl (1989) concentra a sua atenção nos estádios pelos quais passam as organizações no planeamento de sistemas de informação, defendendo a existência de várias curvas de aprendizagem conforme as tecnologias adoptadas.

Descrito inicialmente em 1983, o modelo foi revisto em 1986, 1987, 1988 e 1989 por Earl e Galliers [Galliers e Sutherland 1991]. É constituído por seis estádios de crescimento, caracterizados por seis indicadores de maturidade, como mostra resumidamente a *tabela 7.4*.

Tabela 7.4: Modelo dos estádios de planeamento de Earl [adaptado de Galliers e Sutherland (1991)].

Factor	Estádios					
	I	II	III	IV	V	VI
Actividade	Sessão de Pedidos	Auditoria dos SI/TI	Suporte ao negócio	Planeamento detalhado	Vantagem estratégica	Ligação estratégica: Negócio / TI
Objectivo	Fornecer serviços	Limitar a procura	Acordar prioridades	Equilibrar carteira de SI	Procurar oportunidades	Integrar estratégias
Força Impulsionadora	Reacção SI	Conduzir SI	Condução pela gestão sénior	Parceria SI / Utilizador	Pessoal de SI e gestores; Envolvimento dos utilizadores	Aliança estratégica
Ênfase Metodológico	<i>Ad hoc</i>	Levantamento <i>Bottom-Up</i>	Análise <i>Top-Down</i>	Prototipagem <i>Bottom-Up</i> e <i>Top-Down</i>	Estudo ambiental	Vários métodos
Contexto	Inexperiência Utilizador / SI	Recursos de SI inadequados	Planeamento inadequado de SI/ Negócio	Complexidade aparente	SI para vantagem competitiva	Maturidade; Colaboração
Foco	Departamento de SI		Organização		Ambiente	

Earl argumenta que é essencial as organizações iniciarem os esforços de planeamento pela avaliação do estado corrente no que diz respeito à cobertura dos SI e da utilização de TI. Progressivamente, o foco muda em direcção à gestão da forte ligação com os objectivos de negócio. Finalmente, a orientação muda para um foco estratégico, com o equilíbrio a ser mantido em relação a caracterizar as equipas de planeamento (entre pessoal de SI, gestores e utilizadores), a informação da organização e do ambiente (com a possibilidade de iniciar o desenvolvimento de sistemas inter-organizacionais) e o conjunto de abordagens adoptadas (com muitos métodos a poderem ser aceites).

O modelo de Earl é adequado para guiar a formulação da estratégia de SI [Singh 1993].

7.6 Modelo de Avaliação do Planeamento Estratégico de SI de Bhabuta

O "modelo de avaliação do planeamento estratégico de SI" de Bhabuta (1988) propõe quatro estádios de crescimento em direcção à formalização do processo de planeamento estratégico de sistemas de informação:

- (1) Utilização de aplicações para aumento da produtividade ao nível operacional estando orientadas ao processamento de dados internos; A liderança do processo de planeamento é exercida pela gestão de topo, sendo a responsabilidade da gestão das TI atribuída à gestão média.
- (2) Desenvolvimento de aplicações para os níveis de gestão operacional e tático; As TI têm por objectivo a eficiência das operações, suportando a tomada de decisão, que passa a suportar no seu processo dados externos à organização.
- (3) Utilização sistemática de dados externos no suporte à tomada de decisão; As responsabilidades da gestão das TI são repartidas entre a gestão de topo e a gestão sénior, enquanto que a liderança do processo de planeamento é partilhada entre três níveis de gestão (topo, sénior e média). A aplicação das TI visa fundamentalmente a implementação de redes de comunicação e de mecanismos de competitividade.
- (4) Gestão estratégica, baseada em mecanismos de produtividade e inovação; As TI passam a suportar SI inter-organizacionais, estabelecendo ligações a clientes, fornecedores, etc., e são ainda utilizadas com o objectivo de aprendizagem

organizacional; As TI são vistas como suporte sistemático aos processos organizacionais, sendo a responsabilidade da gestão das TI assumida ao nível da gestão de topo.

A *tabela 7.5* resume o modelo dos estádios de Bhabuta.

Tabela 7.5: Modelo dos estádios de Bhabuta [adaptado de Galliers e Sutherland 1991].

Factor	Estádio I	Estádio II	Estádio III	Estádio IV
Fases do Planeamento Estratégico	Plano financeiro básico	Plano baseado na difusão	Planeamento orientado para o exterior	Gestão estratégica
Valor dos Sistemas	Satisfazer orçamento	Prever o futuro	Pensar estrategicamente	Criar o futuro
Mecanismos de Competitividade Estratégica	Produtividade de nível operacional e difusão da inovação	Focada na inovação e nível de produtividade operacional e tática	Focada na inovação e produtividade estratégica (centrada na qualidade)	Inovação e produtividade sistémica
Liderança	Gestão de topo	Gestão de topo e sénior	Gestão partilhada (topo, sénior e média)	Larga corporação de empregados
Aplicação dos SI/TI	Gestão de recursos; Eficiência das operações; Processamento de transacções; Monitorização de excepções; Planeamento e análise.	Eficácia das operações; Infra-estrutura de TI; Suporte às tomadas de decisão chave.	Produtos e serviços baseados em TI; Rede de comunicações; Ferramenta de competitividade directa.	SI inter-organizacionais (ligando clientes, fornecedores, fabricantes, e consumidores); Facilitar a aprendizagem organizacional.
Tomada de Decisão e Formalização SI	Processamento de dados internos	Processamento <i>Ad hoc</i> de dados externos	Análise sistemática de dados externos	Ligação das actividades tática / operacional à análise de dados externos
Gestão das TI, Propósito e Localização na Hierarquia	Gestão da tecnologia; Projectos individuais; Responsabilidade da gestão média.	Planeamento formal do SI; Administração e partilha de dados; Ênfase na difusão das TI; Responsabilidade da gestão sénior.	Integração TI com planeamento do negócio; Planeamento de TI por unidades estratégicas do negócio / nível corporativo; Responsabilidade da gestão sénior / topo.	Suporte sistemático aos processos organizacionais; Planeamento de TI por unidades estratégicas do negócio / nível portfolio; Responsabilidade do topo da gestão.

Segundo os argumentos de Bhabuta [Galliers e Sutherland 1991], a estratégia baseada na melhoria da produtividade (e a necessidade de SI para a suportar) tornar-se-á o paradigma dominante nos mercados turbulentos e ferozmente competitivos dos dias de hoje.

Este modelo é mais abrangente do que os anteriores, visto que aborda conjuntamente elementos como formulação estratégica, sistemas de informação e mecanismos pelos quais a função SI é gerida, sendo o valor dos sistemas de informação associado a cada estágio também identificado.

Da interpretação do modelo de Bhabuta, nota-se que os estádios usados não são absolutos. Com o amadurecimento da utilização das TI, e sofisticação da gestão no que respeita às TI, pode-se esperar que alguns dos atributos associados com, por exemplo, o estágio 3 e 4, possam surgir no estágio 1 e 2. Isto vai de encontro a algumas críticas feitas ao modelo de Nolan, baseadas na descontinuidade que as organizações experimentam ao longo do processo de amadurecimento [Greiner 1972, Benbasat et al. 1984].

7.7 Modelo das Fases da Gestão de SI de Hirschheim

O modelo das "fases da gestão de SI" de Hirschheim et al. (1988) foi construído tendo como base o modelo de Nolan (1979) e estudos realizados durante 1986 em organizações Britânicas sobre a evolução e gestão da função SI.

Como resultado desses estudos, Hirschheim et al. argumentam que nas organizações onde a gestão de topo verifica que os sistemas de informação são vitais para o seu negócio, as organizações movem-se ao longo de três estádios evolucionários na gestão da função SI [Galliers e Sutherland 1991]:

(1) Distribuição. Nesta fase existem dúvidas quanto ao desempenho da função SI.

Verifica-se alguma insatisfação com a qualidade dos SI disponíveis e com a eficiência da função SI, associada ao aumento dos gastos em TI. Geralmente esta fase inicia-se

com a substituição do gestor de PD por um especialista externo com grande experiência na computação. A ênfase nesta fase está na distribuição do SI pela organização e na acomodação das despesas, com o objectivo de restabelecer a credibilidade à função SI e/ou promover a confiança entre utilizador/topo da gestão, visto que a função está a suportar as necessidades actuais e funciona eficientemente. Durante esta fase, a formação em SI é dispersa, mas onde é fornecida, é direccionada para o pessoal de PD, com o objectivo de melhorar aptidões, técnicas e a gestão de projectos.

(2) Reorientação. Nesta fase, a gestão de topo altera as prioridades, passando da distribuição dos serviços básicos de SI para a exploração das TI com o objectivo de obter vantagens competitivas. Alinham-se os investimentos em SI/TI com a estratégia do negócio. É nesta fase que o negócio "é colocado na computação". Com esta mudança de direcção/ênfase, é comum nomear um executivo de SI, de quem dependerá hierarquicamente o gestor de PD. O novo posto é preenchido, normalmente, por alguém da organização: por exemplo, um executivo sénior que tenha estado numa unidade do negócio ou tenha tido uma actividade de papel corporativista, tal como *marketing* ou formulação estratégica. Eles provavelmente têm pouca experiência em PD, mas são respeitados pela gestão de topo aquando de uma ideia que traga mudança. A atenção durante esta segunda fase focaliza-se no mercado; no ambiente externo da organização; no uso de TI para obtenção de vantagens competitivas; e na extensão da cadeia de valor por meio de sistemas inter-organizacionais.

(3) Reorganização. Nesta fase, o executivo sénior de SI preocupa-se com os relacionamentos entre a função SI e o resto da organização. Algumas áreas estarão

estrategicamente dependentes do SI e outras olharão para o SI mais como suporte. Algumas terão capacidades significativas em TI, particularmente com os avanços no EUC, e alguns executivos conduzirão desenvolvimentos de SI/TI. De forma crescente, o SI será gerido seguindo várias linhas de orientação, tendo em atenção as capacidades do SI e as unidades/funções do negócio. As alterações verificadas requerem uma gestão cuidada e muitas vezes "reorganização", estando a atenção voltada para o interior da organização, em oposição às preocupações com o mercado.

As preocupações e considerações associadas a cada uma das fases encontram-se resumidas na *tabela 7.6*.

Tabela 7.6: Modelo dos estádios de Hirschheim et al. [adaptado de Galliers e Sutherland (1991)].

Factor	Estádios		
	Distribuição	Reorientação	Reorganização
<i>Executivo SI</i>	Recrutado externamente	Dentro do negócio	A mesma pessoa
<i>Ênfase da Gestão</i>	Dentro do Dep. SI/PD	Para o negócio	Interligações
<i>Necessidades</i>	Credibilidade	Estratégicas	Relacionamentos
<i>Postura do CEO</i> ⁸	Preocupado	Visionário	Envolvido
<i>Tipo de Liderança</i>	Direcção	Função	Aliança

7.8 Modelo Revisto dos Estádios de Crescimento de Galliers e Sutherland

De acordo com Galliers e Sutherland (1991), o maior inconveniente do modelo de Nolan (1979), relaciona-se com a falta de ênfase em aspectos de gestão e de organização, e com a cobertura simplista e associações subjectivas nas quais o modelo se baseia. Mais

⁸ *Chief Executive Officer*: responsável máximo da organização.

importante ainda, o modelo disponibiliza pouca ajuda ao gestor de PD na criação de uma função de sucesso dentro da organização.

Estes aspectos, como tem sido demonstrado, têm sido remediados em parte pelos modelos subsequentes desenvolvidos. Mas de qualquer forma, estes modelos descrevem somente como uma organização pode ser colocada dentro de um estágio particular de maturidade, em vez de descreverem o que é necessário ser feito para progredir em direcção a um estágio de maturidade superior.

Com o objectivo de colmatar estas falhas, Galliers e Sutherland desenvolveram um modelo com base nos anteriores, a que chamaram "modelo revisto dos estádios de crescimento". Este modelo não pretende posicionar apenas uma organização num estágio de maturidade, mas também fornecer um conjunto de indicadores que permitam às organizações progredir nos estádios.

O modelo revisto foi desenvolvido tendo em consideração os sete 'Ss' de McKinsey & Company (*tabela 7.7*), utilizados na análise da gestão e de processos organizacionais, constituindo indicadores do que se deve fazer em direcção ao próximo estágio [Galliers e Sutherland 1991].

Segundo Galliers e Sutherland (1991), a evolução/crescimento da maturidade da gestão de SI numa organização pode ser representado por seis estádios (*tabela 7.8*), cada um com o seu conjunto de condições particulares associado a cada um dos sete 'Ss' (*Tabela 7.7*).

Tabela 7.7: Os sete 'Ss' [adaptado de Galliers e Sutherland (1991)].

'Ss'	Descrição
Strategy (Estratégia)	Plano ou curso de acção realizado com o objectivo de alocar os recursos escassos da organização, ao longo do tempo, de modo a alcançar as metas identificadas.
Structure (Estrutura)	Caracterização do organograma da organização (i.e., funcional, descentralizada, etc.).
Systems (Sistemas)	Relatórios de procedimentos e processos de rotina tais como formatos de reuniões.
Staff (Pessoal)	Descrição das categorias de pessoal importante da organização (i.e., engenheiros, administradores, MBAs, etc.). Ou seja, pessoal que não se encontra num nível hierárquico baixo.
Style (Estilo)	Caracterização da postura que os gestores chave têm de ter para obtenção das metas da organização; também o estilo cultural da organização.
Skills (Aptidões)	Capacidades distintas do pessoal chave ou da organização como um todo.
Shared values (Valores partilhados)	Os entendimentos significativos ou conceitos de orientação que uma organização imbui nos seus membros. Os valores partilhados também podem ser vistos como a cultura de uma organização.

Tabela 7.8: Estádios de crescimento de SI/TI nas organizações [adaptado de Galliers e Sutherland (1991)].

Estádio	Descrição
<i>I</i>	"Ad hococracy"
<i>II</i>	Iniciando alicerces
<i>III</i>	Ditadura centralizada
<i>IV</i>	Cooperação e diálogo democrático
<i>V</i>	Oportunidade estratégica
<i>VI</i>	Relações harmoniosas integradas

(1) "Ad hococracy"

Neste estágio, adquire-se hardware e software de forma desregrada. Há o desejo de instalar aplicações simples, tipicamente aquelas que se relacionam com os aspectos de controlo financeiro do negócio (por ex.: contabilidade). Normalmente adquirem-se pacotes normalizados e, em muitos casos, recorre-se à contratação de fornecedores externos de desenvolvimento de aplicações.

Não existe nenhuma estrutura da função SI pré-definida, os recursos são instalados na unidade funcional que os requisitou.

Quaisquer sistemas desenvolvidos tendem a ser "ad hoc", sendo na maior parte das vezes independentes. O desenvolvimento e a operação de sistemas é feita desordenadamente, cobrindo apenas um número limitado de requisitos. Os sistemas tendem a ser de natureza operacional, concentrando-se nos aspectos financeiros da organização.

Geralmente o pessoal é constituído por um número pequeno de programadores, que podem ou não ser funcionários da organização.

Neste estágio, o estilo predominante é o desconhecimento relacionado com o uso de TI. Estas operam num vazio virtual sem regras, onde não existem preocupações de como afectarão a organização, os seus processos e recursos humanos. Muito deste estilo pode ser provocado pela contratação de pessoal de SI externo, o qual mostra pouco interesse pela organização uma vez que permanecerá nela pouco tempo.

As aptidões associadas ao uso de TI tendem a ser de natureza técnica rudimentar, sendo basicamente de índole individual.

O valor partilhado é um sentimento de ofuscação, devido ao desconhecimento, por parte dos membros da organização, do que está a acontecer na área das TI.

(2) Iniciando Alicerces

Neste estágio, o pessoal de SI tenta identificar e satisfazer as necessidades dos utilizadores. Iniciam-se as auditorias para verificar os recursos disponíveis e as aplicações já

desenvolvidas. Inicia-se o desenvolvimento de aplicações para outras áreas, apesar de ainda se concentrar maioritariamente na área financeira. O planeamento ainda não é executado de forma efectiva, e quando existe, geralmente faz parte do processo do orçamento anual.

Este é o primeiro estágio onde se reconhece uma secção de PD dentro da organização. Geralmente esta secção é subordinada hierarquicamente à área funcional de finanças ou contabilidade, e reflecte a ênfase principal das TI dentro da organização. O seu tamanho é reduzido, fornecendo um número de serviços muito limitado. Geralmente existe uma redução na contratação de serviços externos à organização.

São desenvolvidas (ou compradas) e instaladas muitas aplicações. No entanto, existem muitas lacunas, verificando-se a sobreposição de sistemas, visto que não existe qualquer controlo ou planeamento. O desenvolvimento e operação das aplicações é centralizado, continuando a maioria dos sistemas alocados à área financeira. Iniciam-se alguns desenvolvimentos orientados ao negócio, mas raramente implementados completamente. A natureza "ad hoc" e a não preparação para a construção de sistemas no primeiro e segundo estádios, levam a um grande volume de trabalho de manutenção de sistemas existentes, o que provoca um aumento do pessoal de PD.

É nomeado um Director de PD, que geralmente depende do Director Financeiro ou equivalente. Este é auxiliado por analistas de sistemas, para além dos programadores já existentes no primeiro estágio.

O estilo adoptado é o de "não incomodar", uma vez que assumem que o que estão a fazer é o que a organização precisa. A sua orientação ainda é de natureza técnica. O seu trabalho é

desenvolver sistemas tão rápido quanto possível com qualidade técnica, não se envolvendo com utilizadores, uma vez que estes podem mudar de ideias relativamente às necessidades de informação.

O pessoal de PD também já deve possuir aptidões associadas à construção e instalação de sistemas completos na organização. Assim, começa a ser importante ter conhecimentos em técnicas e metodologias de desenvolvimento.

O sentimento predominante é de confusão, fazem-se muitas coisas, mas ninguém sabe exactamente o que está a fazer, sendo a visão global do uso de TI na organização percebida obscuramente.

(3) Ditadura Centralizada

Neste estágio pretendem-se eliminar as imperfeições causadas pelo desenvolvimento "ad hoc" e apressado dos estádios anteriores. É reconhecida a necessidade do planeamento pelos gestores, incluindo os de PD, devido ao descontrolo patente e ao sentimento dominante de que a maioria dos sistemas desenvolvidos até ao momento não satisfazem as necessidades actuais do negócio. A resposta é o planeamento "top-down".

É incorporado na organização um Departamento de PD centralizado, reportando geralmente ao Director Financeiro. O seu gestor ainda é tratado como um técnico, não participando usualmente nas decisões do negócio.

Grande parte dos sistemas são desenvolvidos, instalados, operados e controlados pelo Departamento de PD. Nesta fase, o pessoal de PD implementa sistemas que já cobrem, de

alguma forma, grande parte das actividades operacionais (apesar de não darem resposta a todas as necessidades dos utilizadores).

O pessoal do Departamento de PD cresce em número de programadores e analistas mas assiste-se também à adição de Administradores de Bases de Dados e de pessoal especializado em PSI. No final deste estágio, o Gestor de PD pode começar a ter nomes como Gestor de SI/TI. Similarmente, o departamento poderá chamar-se de Departamento de SI/TI.

Predomina um estilo de revogação (ou pelo menos, delegação) de responsabilidades do Departamento de PD noutras pessoas da organização, normalmente utilizadores finais.

Tirando as aptidões ganhas nos estádios anteriores, o mais importante aqui são as aptidões para gerir projectos. O principal objectivo está em assegurar que os sistemas em desenvolvimento sejam terminados dentro do prazo e orçamento previstos.

Com a percepção do valor investido em TI ao longo dos estádios anteriores, a gestão sénior começa a preocupar-se com o retorno do investimento realizado.

(4) Cooperação e Diálogo Democrático

A ênfase deste estágio focaliza-se na integração, coordenação e controlo da função SI. O Departamento de SI move-se para fora da sua "postura defensiva", em direcção à realidade do negócio da organização.

O Departamento de PD começa a mover-se em direcção à descentralização através da adição de Centros de Informática, Automação de Escritórios, etc. num grupo agora

conhecido como Sistemas de Informação. Muitas vezes há uma subida do Director de PD (chamado agora de Gestor de Sistemas de Informação) que geralmente fica a depender de um Vice-Presidente. O novo Gestor de Sistemas de Informação é tipicamente uma pessoa com larga experiência na gestão do negócio, e pode não vir da área das TI, i.e., pode vir de outra área da organização ou ser contratado no exterior.

A organização adopta uma abordagem "federal" para a gestão e desenvolvimento de sistemas de informação, o que resulta no aparecimento de "mini-departamentos" de SI pela organização. Começam-se a desenvolver sistemas de apoio à decisão (DSS), mas ainda de um modo muito primitivo.

Ao pessoal dos departamentos de SI juntam-se agora os analistas de negócio, que são pessoas que conhecem bem as necessidades de informação do negócio. O responsável do departamento tem que ter capacidade de gerir o recurso informação.

Neste estágio pretende-se um estilo de cooperação e colaboração, de modo que as TI funcionem em benefício de toda a organização.

As aptidões mudam dramaticamente em relação ao estágio anterior. Apesar das capacidades técnicas serem ainda requeridas, a ênfase começa agora a centrar-se nas aptidões relacionadas com o negócio.

A atitude dominante é a cooperação. Todas as áreas dentro da organização tentam conhecer as outras áreas e trabalham em conjunto para a satisfação dos objectivos organizacionais.

(5) Oportunidade Estratégica

A estratégia dominante neste estágio consiste na procura activa de oportunidades para o uso estratégico das TI, de modo a disponibilizar vantagens competitivas à organização.

A estrutura nem deve ser centralizada nem descentralizada, mas sim constituída por aliança entre as TI e as unidades de negócio. Apesar de serem constituídas várias alianças separadas, elas preenchem a totalidade dos planos da organização, e são conduzidas por um plano estratégico único.

Os sistemas são agora mais orientados ao mercado. As TI são usadas com o objectivo de adicionar valor aos produtos e serviços. Este factor, associado com os aspectos de aliança da estrutura organizacional, leva maioritariamente a sistemas novos basicamente descentralizados mas com coordenação e controlo centralizado.

Neste estágio existe uma nova combinação de pessoal: especialista em PSI e especialistas em planeamento organizacional. Estas pessoas são responsáveis pelo planeamento estratégico de SI para a organização, como um todo e como unidades de negócio individuais.

O estilo predominante é o de "Produto Campeão". Existe uma postura individualista: quem tem uma boa ideia para um SI não a partilha com os outros, mas sim defende-a de forma a trabalhar nela individualmente.

Neste estágio a função SI deixa de ser vista como um serviço secundário de suporte, para ser vista como uma parte integrante do sucesso da organização. As aptidões requeridas para gerir esta transição são as de um executivo sénior.

As oportunidades são o centro de atenção neste estágio, estando os membros da organização em alerta com o objectivo de identificar e actuar sobre vantagens estratégicas.

(6) Relações Harmoniosas Integradas

Durante este estágio, a gestão está voltada para a manutenção da vantagem competitiva conseguida arduamente nos estádios anteriores. Isto envolve uma constante reavaliação do uso das TI, dentro e fora da organização. Tomam lugar as estratégias corporativas (alianças estratégicas de parcerias de negócio com outras organizações, potenciadas por SI/TI).

As alianças estratégicas entre o departamento de SI e as unidades de negócio, nos estádios anteriores, respeitavam um pouco a cada unidade de negócio e eram relativamente descontroladas. Neste estágio, contudo, elas são já coordenadas centralmente e dizem respeito à organização no seu todo.

Os sistemas agora abarcam sistemas estratégicos inter-organizacionais (com ligações a fornecedores, clientes, governo, etc.). Novos produtos e serviços devem agora ser desenvolvidos com base nas TI (em vez destas serem somente vistas como suporte).

Neste estágio, o gestor de SI torna-se membro efectivo da direcção de topo, onde joga um papel activo nas decisões estratégicas da organização.

Tabela 7.9: Modelo revisto dos estádios de crescimento [adaptado de Galliers e Sutherland (1991)].

Factor	Estádio I	Estádio II	Estádio III	Estádio IV	Estádio V	Estádio VI
Estratégia	Aquisição de hardware, software, etc.	Auditar TI; Procurar e encontrar as necessidades dos utilizadores (reagir).	Planeamento <i>top-down</i>	Integração, coordenação e controlo	Procura de oportunidades e análise do ambiente.	Manter vantagens estratégicas; Monitorar o futuro; Planeamento interactivo.
Estrutura	Inexistente (informal)	Secção de SI muitas vezes subordinada à contabilidade	Departamento de PD; Centralizada;	Centros de informática, Automação de escritórios, etc.	Coligações estratégicas de unidades do negócio (muitas mas separadas)	Coordenação centralizada das coligações
Sistemas	<i>Ad hoc</i> não interligados; Operacionais; Sistemas manuais automáticos; Descoordenados; Sistemas financeiros; Pouca manutenção.	Muitas aplicações; Muitas falhas; Sistemas sobrepostos; Centralizados; Operacionais; Principalmente sistemas financeiros; Muitas áreas não satisfeitas; Muito <i>backlog</i> ; Manutenção penosa.	Maioria centralizados; Computação pelo utilizador final sem controle; Cobertura de grande parte das actividades do negócio; Sistemas de bases de dados.	Descentralizados, com algum controlo mas com pouca coordenação; Alguns DSS <i>ad-hoc</i> ; Sistemas integrados de escritório electrónico.	Sistemas descentralizados mas com controlo e coordenação central; Sistemas de valor acrescentado (mais orientados ao mercado); Sistemas DSS internos, menos <i>ad-hoc</i> ; Alguns sistemas estratégicos (usando dados externos); Falta de integração de dados internos e externos; Integração de tecnologias de comunicação com computação.	Sistemas inter-organizacionais (ligações a fornecedores, clientes, governo, etc.); Produtos novos baseados em SI; Integração de dados internos e externos.
Pessoal	Programadores	Analistas de sistemas; Director de PD.	Gestores e especialistas de planeamento de SI; Administradores de dados e de bases de dados.	Analista de negócio; Gestores do recurso informação.	Organização/negócio/PSI - um só papel.	Director de SI (membro da direcção de topo)
Estilo	Desconhecedor	Não incomodar	Revogação ou Delegação	Diálogo democrático.	Individualista (produto campeão)	Equipa de negócio
Aptidões	Técnicos (de muito baixo nível); Postura individual.	Metodologias de desenvolvimento de sistemas	SI acredita que conhece o que o negócio precisa; Gestão de projecto	Integração organizacional; SI sabe como o negócio funciona; Utilizadores sabem como o SI funciona (para a sua área); Gestão de negócio (para o pessoal de SI).	Gestor de SI - membro da equipa executiva sénior; Conhecimento dos utilizadores em algumas áreas de SI; Oportunismo	Todos os gestores séniores entendem os SI e as suas potencialidades
Valores partilhados	Ofuscação	Confusão	Preocupação da gestão sénior; Defesa do PD.	Cooperação	Oportunismo estratégico	Planeamento interactivo

O estilo é agora de total interdependência entre a função SI e o negócio, trabalhando em conjunto de modo a construírem e a obterem o sucesso da organização.

As aptidões requeridas ao gestor de SI são as de um gestor sénior, que conheça as potencialidades das TI bem como o negócio.

Os valores predominantes neste estágio são planeamento interactivo, relacionamentos harmoniosos e interdependência.

A *tabela 7.9* sintetiza o modelo revisto dos estádios de crescimento de Galliers e Sutherland (1991).

7.9 Modelo dos Estádios de Aptidões no Uso de SI de Auer

Segundo Auer (1995), as preocupações na área dos SI têm-se concentrado nas fases da implementação e pré-implementação, enquanto que a fase da pós-implementação tem recebido pouca atenção. Além disso, os poucos estudos realizados sobre a pós-implementação têm-se focado mais na satisfação do utilizador em relação aos SI do que nas aptidões para os utilizar no contexto organizacional.

Assim, e ainda de acordo com Auer, é necessário avaliar as aptidões dos actores organizacionais na utilização de SI para entender melhor a maturidade da organização relativamente à gestão da função SI.

Nestas circunstâncias, uma aptidão para utilizar SI é vista como as aptidões e conhecimentos ligados às actividades organizacionais relacionadas com o uso de SI/TI, dependendo a produtividade do SI do que as pessoas fazem com ele.

Seguindo este pressuposto, Auer (1995) apresenta um modelo de cinco estádios para avaliação das aptidões dos utilizadores no uso de SI:

(1) Pré-principiante. Quase incapaz de usar SI.

(2) Principiante. Usa SI mas de forma não familiar. A utilização é inábil e com tendência a errar.

(3) Rotinado. Está apto a usar os SI nas tarefas mais comuns, mas a menor excepção causará problemas.

(4) Avançado. Uso efectivo dos SI, mas ainda persistem alguns problemas aquando de tarefas mais complexas.

(5) Perito. Uso total dos SI com aptidão e competência

A razão deste modelo é a de que, muitas vezes, o mau desempenho dos SI não é provocado por incapacidade destes mas pela inaptidão dos utilizadores na sua utilização. Numa situação destas não vale a pena investir ou desenvolver novos SI, visto que os utilizadores não estão a tirar todo o proveito das potencialidades dos existentes, podendo em alguns casos obter-se melhores resultados investindo no uso dos sistemas existentes, dado que a mudança poderá resultar num novo e desnecessário processo de aprendizagem.

7.10 Modelo da Evolução do Ambiente dos SI de Zachman

As tecnologias de informação, por si só, ainda não conseguem fornecer a informação certa ... no tempo certo ... no lugar certo ... e na forma certa. Para atingir essa finalidade as organizações necessitam adoptar uma abordagem de arquitectura. Essa arquitectura habilitará as organizações a evoluírem para um sistema que permita encontrar as suas necessidades de mudança no ambiente competitivo [Zachman et al. 1997].

De acordo com este princípio, Zachman et al. (1997) apresentam um modelo de quatro estádios de maturidade para a evolução do ambiente dos sistemas de informação (*figura 7.4*), que consideram ser o caminho a seguir para transformar a gestão tradicional de dados e do recurso informação em gestão do conhecimento. Segundo os mesmos autores, esta evolução tem de ocorrer naquelas organizações que querem prosperar - não somente sobreviver - no século XXI.

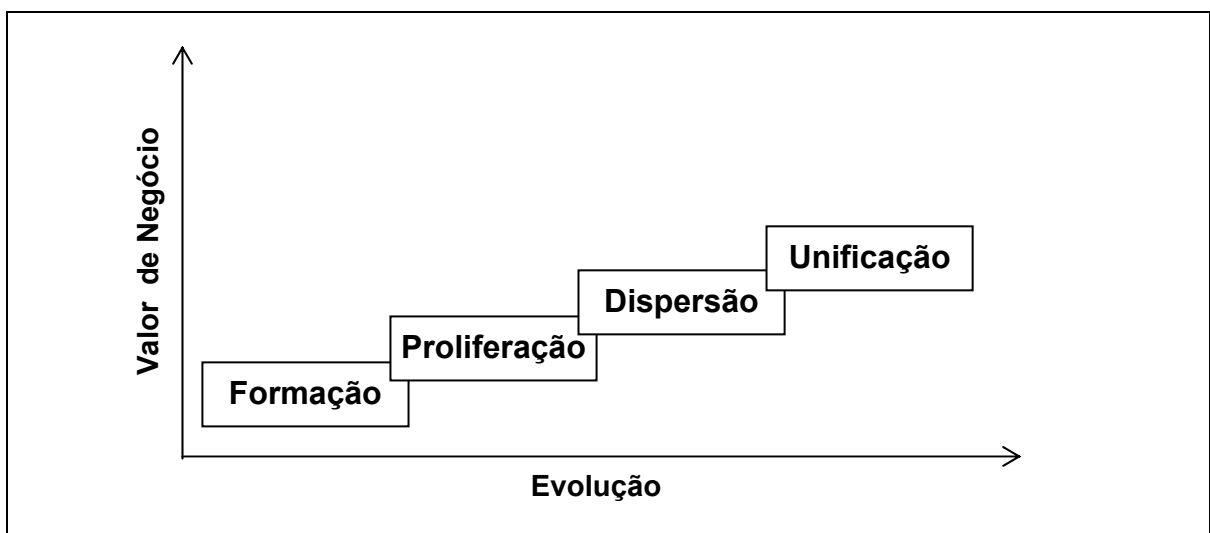


Figura 7.4: Fases da evolução do ambiente de SI [adaptado de Zachman et al. (1997)].

A migração para uma arquitectura de sistemas de informação moderna não é uma coisa que é consumada sequencialmente ou de uma só vez. A migração é levada a cabo em muitos pequenos passos ao longo de quatro estádios de evolução [Zachman et al. 1997]:

- (1) **Formação.** O foco está no tratamento de dados na sua forma mais primitiva.
- (2) **Proliferação.** O foco começa a mudar em direcção à gestão de dados e do recurso informação, contudo estes aspectos ainda são pouco explorados.
- (3) **Dispersão.** A informação começa a ser reconhecida como um recurso estratégico valioso.
- (4) **Unificação.** A informação é tratada como um recurso corporativo, e a gestão do recurso informação torna-se uma realidade

Segundo Zachman et al. (1997), as empresas dependem cada vez mais de informação. A informação tem de estar disponível no tempo certo, no lugar certo e no formato certo. Para prosperar no século XXI, as organizações têm de evoluir para uma geração de unificação do ambiente dos sistemas de informação. Esta nova geração tem por base um modelo arquitectural e é construída tendo em conta a tecnologia, linguagens de programação, gestão de sistemas de bases de dados, dispositivos de armazenamento de dados e metodologias, como ilustra *tabela 7.10*.

O modelo de Nolan (1979) já se preocupava com a gestão tradicional de dados e do recurso informação, mas as organizações que querem prosperar no século XXI têm de se preocupar com a gestão de conhecimento. O modelo de Zackman et al. (1997) apresenta uma nova

etapa para as organizações evoluírem da gestão tradicional de dados e informação para a gestão do conhecimento.

Tabela 7.10: Modelo de evolução do ambiente dos SI [adaptado de Zachman et al. (1997)].

Factor	Estádio 1 FORMAÇÃO	Estádio 2 PROLIFERAÇÃO	Estádio 3 DISPERSÃO	Estádio 4 UNIFICAÇÃO
Tecnologia	Complexa Componentes caros Não conectada fisicamente	Complexa Componentes caros Terminais remotos	Complexa Componentes baratas Servidores distribuídos	Complexa Componentes baratas Servidores distribuídos
Gestão de Dados	Cartões perfurados <i>Tapes</i> magnéticas Sequencial	<i>Tapes</i> magnéticas Discos magnéticos Hierárquica Em rede Relacional	<i>Tapes</i> magnéticas Discos magnéticos Discos ópticos Hierárquica Relacional Objectos	<i>Tapes</i> magnéticas Discos magnéticos Discos ópticos Relacional Objectos Multidimensional
Linguagens de Programação	Linguagem máquina <i>Assembler</i>	<i>Assembler</i> Por procedimentos	Por procedimentos Gráfica	Gráfica Intuitiva Reutilização
Métodos	Em cascata	Engenharia de informação CASE	Engenharia de informação expedita Suportada por CASE Repositórios	Abordagens orientadas à arquitectura com ferramentas de suporte Repositórios Metodologias orientadas aos objectos
Aplicações	Complexas e inflexíveis Redundância na entrada de dados Redundância de dados armazenados	Complexas mas baratas Alguma redundância na entrada de dados Alguma redundância nos dados armazenados Interfaces complexas	Complexas mas flexíveis Ainda alguma redundância no armazenamento de dados Muito complexas Interfaces orientadas a objectos Suportam decisões	Muito flexíveis Gestão da redundância de dados armazenados Componentes reutilizáveis Dados para suporte de decisões
Grupo de Pessoal	Pequeno Especializado Centralizado	Grande Especializado Centralizado com descentralização limitada	Grande Especializado Centralizado e descentralizado	Médio Especializado Parcerias

7.11 Discussão dos Modelos

Nas secções anteriores foram apresentados os modelos de maturidade que têm visões valiosas para a explicação da evolução da maturidade de algum elemento associado aos SI das organizações, nomeadamente políticas e estratégias para a sua gestão e planeamento, sendo alguns modelos apenas evoluções complementares de outros já existentes.

Como se pode verificar pela síntese da *tabela 7.11*, os modelos considerados contêm objectivos comuns e possuem semelhanças ao nível dos elementos que caracterizam os seus estádios, contudo são diferentes no número desses estádios bem como na focalização e abrangência desses elementos.

Modelo da Evolução das Aplicações de Churchill

O "modelo da evolução das aplicações" de Churchill (1969) é o primeiro modelo de estádios a aparecer na área dos SI. Este modelo pretendia descrever as mudanças na adopção e utilização de aplicações informáticas nas organizações. O mérito de Churchill está na introdução da ideia da teoria de estádios no campo dos SI, pois que a sua proposta é bastante limitada [Saarinen 1989].

Modelo dos Estádios de Crescimento de Nolan

O "modelo dos estádios de crescimento" de Nolan [Nolan 1973, Gibson e Nolan 1974] é o primeiro "verdadeiro" modelo descritivo da evolução dos SI/TI dentro das organizações.

Tabela 7.11: Síntese dos modelos de maturidade orientados à gestão e planeamento de SI.

Modelo	Principais elementos focados	Nº Estádios
Evolução das Aplicações Churchill (1969)	Aplicações informáticas	4
Estádios de Crescimento Nolan (1979)	Primários (Orçamento da função SI; Tecnologia); Secundários (Carteira de aplicações; Localização da função SI; Planeamento e controlo; Postura dos utilizadores).	6
Evolução das TI McFarlan et al. (1983)	Desafio; Objectivos; Gestão; Processos de Crescimento;	4
Evolução do EUC Huff et al. (1988)	Foco das operações do CI; Planeamento e controlo; Actividades suportadas pelo CI; Formação providenciada pelo CI; Atitudes e crenças do pessoal do CI; Atitudes e crenças dos utilizadores finais.	5
Estádios para PSI Earl (1988)	Actividades; Objectivos; Força impulsionadora; Ênfase metodológico; Contexto; Foco.	6
Avaliação do Planeamento Estratégico de SI Bhabuta (1988)	Fases do planeamento estratégico; Valor dos sistemas; Mecanismos de competitividade estratégica; Liderança; Aplicação dos SI/TI Tomada de decisão e formalização SI; Gestão das TI e localização na hierarquia.	4
Fases da Gestão dos SI Hirschheim et al. (1988)	Executivo SI; Ênfase da gestão; Necessidades educacionais; Postura do CEO; Liderança.	3
Modelo Revisto dos Estádios de Crescimento Galliers e Sutherland (1991)	Estratégia; Estrutura; Sistemas; Pessoal; Estilo; Aptidões; Valores partilhados.	6
Estádios de Aptidões no Uso de SI Auer (1995)	Aptidões dos utilizadores	5
Evolução do Ambiente dos SI Zachman et al. (1997)	Tecnologia; Gestão de dados; Linguagens de programação; Métodos; Aplicações; Grupo de pessoal.	4

Baseado na análise da gestão e uso de TI em algumas empresas dos Estados Unidos, Gibson e Nolan propuseram inicialmente um modelo evolucionário com quatro estádios de crescimento. Mais tarde foram adicionados por Nolan (1979) dois estádios novos, sendo também indicados alguns aspectos a serem analisados de modo a identificar-se a maturidade das organizações na gestão de SI.

Do último modelo de Nolan constata-se que o foco na gestão de SI se concentra muito na gestão da tecnologia e computadores durante os primeiros estádios de crescimento. Depois de um ponto de transição no completamento do *Estádio III*, o foco move-se para a gestão do recurso informação da organização.

Nolan argumenta que uma organização tem de progredir simultaneamente, na sua totalidade, por uma série de estádios intermédios, partindo do primeiro (Iniciação) numa sequência em direcção ao último estádio (Maturidade), e aponta como indicadores principais de maturidade o orçamento e a tecnologia adoptada/usada.

Foram principalmente estes argumentos e características da evolução da maturidade da gestão de SI que levaram um grande número de estudiosos da área a encetar esforços para validar ou melhorar o modelo de Nolan. Mas contudo, este modelo continua a ser considerado um contributo valioso e importantíssimo para a área dos SI e a ser aplicado nas organizações e em estudos de maturidade da gestão de SI [Khan 1992, Ping e Grimshaw 1992, Grégoire e Lustman 1993, Sampaio 1995, Santos 1996]

Críticas ao modelo de Nolan

A ideia que está por detrás do "modelo dos estádios de crescimento" tem sido desenvolvida por um número de autores mais recentes, devido essencialmente a algumas falhas ou ao não abrangimento de alguns aspectos da função SI actual, nomeadamente que⁹:

- é improvável que o orçamento e a tecnologia sejam os principais indicadores ou factores de maturidade;
- é improvável que a despesa em SI/TI siga uma curva em 'S';
- é improvável que uma qualquer organização esteja inteiramente no mesmo estágio de maturidade relativamente a todos os factores de SI avaliados. Mais: é improvável que partes diferentes de uma organização estejam no mesmo estágio de maturidade dentro do mesmo factor;
- é improvável que todas as organizações se iniciem no primeiro estágio;
- é improvável que a sequência em direcção à maturidade não tenha por vezes retrocessos, principalmente nos estádios mais avançados (e.g., devido a uma mudança de pessoal ou de atitude de gestão);
- é insuficiente a atenção dada a tópicos ambientais, organizacionais e de gestão;
- é baseado em suposições simplistas e associações subjectivas;

⁹ [e.g., Drury 1983, Benbasat et al. 1984, King e Kraemer 1984, Saarinen 1989, Gurbaxani e Mendelson 1990, Galliers 1991a, Galliers e Sutherland 1991, Zuurmond 1991, Khan 1992, Ping e Grimshaw 1992, Burn 1993, Grégoire e Lustman 1993, Sampaio 1995, Santos 1996].

- fornece pouca ajuda na indicação do caminho a seguir para se atingir o sucesso/maturidade.

Após Modelos de Nolan

McFarlan et al. (1982, 1983), olhando para os SI/TI de uma forma mais abrangente do que Nolan, introduziram um modelo algo diferente, para verificar como as tecnologias evoluem nas organizações. McFarlan et al., ao contrário de Nolan, assume que existem múltiplas curvas de aprendizagem de tecnologia. Ou seja: tecnologias diferentes estão em estádios diferentes do processo de aprendizagem e requerem acções diferentes da gestão.

Como o aparecimento do *EUC* nos anos 80 levou a muitas mudanças nas organizações, Huff et al. (1988) apresentaram um modelo com o objectivo de monitorar essas alterações.

E Earl (1988) [Earl 1989] introduziu um modelo que, ao contrário dos anteriores, concentra a sua atenção nos estádios pelos quais passam as organizações no planeamento de sistemas de informação. É o primeiro modelo baseado numa aproximação contingencial, sugerindo que os diferentes estádios na utilização e desenvolvimento de SI requerem diferentes aproximações estratégicas.

Bhabuta¹⁰ (1988) desenvolveu um modelo que pretende mapear o desenvolvimento de TI como um progresso em direcção ao planeamento estratégico de sistemas de informação. Este modelo é mais abrangente do que os anteriores, pois aborda, conjuntamente, elementos como formulação estratégica, sistemas de informação e mecanismos pelos quais a função SI é gerida.

¹⁰ Citado em Galliers e Sutherland (1991).

Já Hirschheim et al.¹¹ (1988), desenvolveu um modelo com base no pressuposto de que as organizações se movem ao longo de três estádios na gestão dos SI - *Distribuição, Reorientação e Reorganização* - quando os sistemas de informação são vistos pelos gestores de topo como vitais para o negócio.

Uma consequência importante do desenvolvimento mais maduro de SI/TI, é reflectida claramente neste modelo pelas mudanças organizacionais ocorridas nos últimos estádios [Ping e Grimshaw 1992].

Modelo de Galliers e Posteriores

Como se pôde verificar, algumas das falhas do modelo de Nolan foram eliminadas por modelos posteriores. Contudo, esses modelos descrevem somente como uma organização pode ser colocada num determinado estádio de maturidade, em vez de descreverem o que deve ser feito para progredir para um estádio de maturidade superior.

Galliers e Sutherland (1991) ao apresentarem o "modelo revisto dos estádios de crescimento", baseado nos sete 'Ss' de McKinsen & Company, colmataram essa lacuna.

O modelo revisto de Galliers e Sutherland dá uma melhor visão de como uma organização desenvolve e usa SI/TI e como organiza a função SI. Além disso, apresenta sugestões para progressão em direcção a estádios de maturidade superior. Este modelo tem sido testado, sendo útil na formulação da estratégia para os SI/TI e na reestruturação da organização [Ping e Grimshaw 1992].

¹¹ Idem

Já o modelo de Auer (1995) pretende avaliar a progressão das aptidões dos utilizadores na utilização de SI, seguindo o pressuposto de que para entender a maturidade da gestão de SI também é preciso avaliar as aptidões de todos os actores organizacionais. Auer postula que não vale a pena investir em novos SI enquanto não se retirar total proveito dos existentes.

O modelo de Auer apesar de se focar em algo que não é considerado nos anteriores, é muito restrito, pois somente aborda a aptidão dos utilizadores no uso de SI

Finalmente, Zachman et al. (1997) apresentaram um modelo colocando a ênfase na gestão do conhecimento, considerado na actualidade um recurso vital para o bom desempenho das organizações [Nolan e Croson 1995]. Contudo os factores de influência usados para a explicação da evolução da maturidade do ambiente dos SI são maioritariamente de índole tecnológica.

Capítulo 8

8. Modelos Orientados ao Desenvolvimento de SI

Neste capítulo apresentam-se os modelos de maturidade cujo enfoque se centra na actividade desenvolvimento de sistemas de informação, com particular destaque para o processo de desenvolvimento de software, seguindo-se na apresentação a sequência temporal do seu aparecimento.

8.1 Modelo SW-CMM do SEI

O SW-CMM (*Capability Maturity Model for Software*) [Humphrey 1987a,b e 1989, Paulk et al. 1993a] foi o primeiro modelo desenvolvido na área da maturidade do desenvolvimento de sistemas de informação. A iniciativa pertenceu ao Departamento de Defesa dos Estados Unidos, que delegou no SEI (*Software Engineering Institute*) da

Carnegie Mellon University a tarefa de formalizar e obter um mecanismo expedito para seleccionar fornecedores no âmbito do desenvolvimento de software.


O esforço SW-CMM é baseado nos princípios do TQM e na melhoria contínua do processo. Desde que foi apresentado por Humphrey (1987a,b), tem recebido grande atenção das comunidades académica e profissional [e.g., Hather et al. 1996, Mathiassen e Sorensen 1996, Vicente et al. 1996, Soares 1997, Pressman 1997, Martinig 1998].

O SW-CMM 1.1 [Paulk et al. 1993a] descreve os princípios e práticas subjacentes à maturidade do processo de software e pretende ajudar as organizações a melhorar esse processo através de um caminho evolutivo que vai desde um processo "ad hoc" e caótico até um processo de software maduro e disciplinado. O modelo caracteriza o processo de software num de cinco níveis de maturidade, em que um nível mais elevado indica uma maior maturidade do processo, que por sua vez é associado a uma maior produtividade e a um menor risco (ver *tabela 8.1*):

- (1) Inicial.** O processo é realizado de forma "ad hoc", e possivelmente ainda é caótico. Estão definidos poucos processos, e o sucesso depende do esforço e heroísmo individual.
- (2) Repetível.** Estão estabelecidos os processos básicos de gestão do projecto para traçar os custos, calendário e funcionalidade. Os projectos de software partilham um conjunto de padrões de conduta que são repetidos de processo para processo aquando de projectos de software similares. Permanece intuitivo e extremamente dependente dos indivíduos.

- (3) **Definido.** O processo de software para as actividades de gestão e engenharia está documentado, normalizado, e integrado num processo de software normalizado para a organização. Todos os projectos usam a norma do processo de software aprovada pela organização para desenvolvimento e manutenção de software.
- (4) **Gerido.** São recolhidas medições detalhadas da qualidade do processo e do produto de software. O processo e os produtos de software são entendidos e controlados quantitativamente.
- (5) **Optimizado.** É proporcionada a melhoria contínua do processo de software pelo retorno quantitativo a partir do processo e a partir da prospecção de tecnologia e ideias inovadoras.

Tabela 8.1: O modelo SW-CMM 1.1 [adaptado de Paulk (1993a) e Vicente et al. (1996)].

Nível	Características		
5 Optimizado	(Realimentado) processo a ser constantemente melhorado		
4 Gerido	(Quantitativo) processo e produto medido	↑ Prevenção de defeitos Gestão de alterações tecnológicas Gestão de alterações do processo	
3 Definido	(Qualitativo) processo definido e institucionalizado	↑ Gestão quantitativa do processo Gestão da qualidade do software	
2 Repetível	(Intuitivo) processo dependente de indivíduos	↑ Organização do processo Definição do processo Formação Gestão integrada de software Engenharia de software Coordenação inter-grupos Revisões (testes)	
1 Inicial	(Ad hoc) processo caótico	↑ Gestão de requisitos Planeamento de projectos Acompanhamento e inspecção do projecto Gestão da subcontratação Gestão de configurações Verificação da qualidade de software	

Predição, eficiência e controlo do processo de software são os elementos chave para uma organização se mover ao longo destes cinco níveis, como se pode constatar pela *tabela 8.1*.

Excepto para o *Nível 1*, cada um dos outros níveis de maturidade é decomposto em várias áreas chave. Essas áreas chave são consideradas as áreas críticas onde uma organização se deve focar para melhorar o seu processo de software.

Cada **área chave** do processo é descrita em termos das práticas chave que contribuem para a satisfação dos objectivos dessa área chave, como ilustra a *figura 8.1*. As **práticas chave** descrevem a infra-estrutura e as actividades específicas que mais contribuem para a efectiva implementação e institucionalização da área chave do processo.

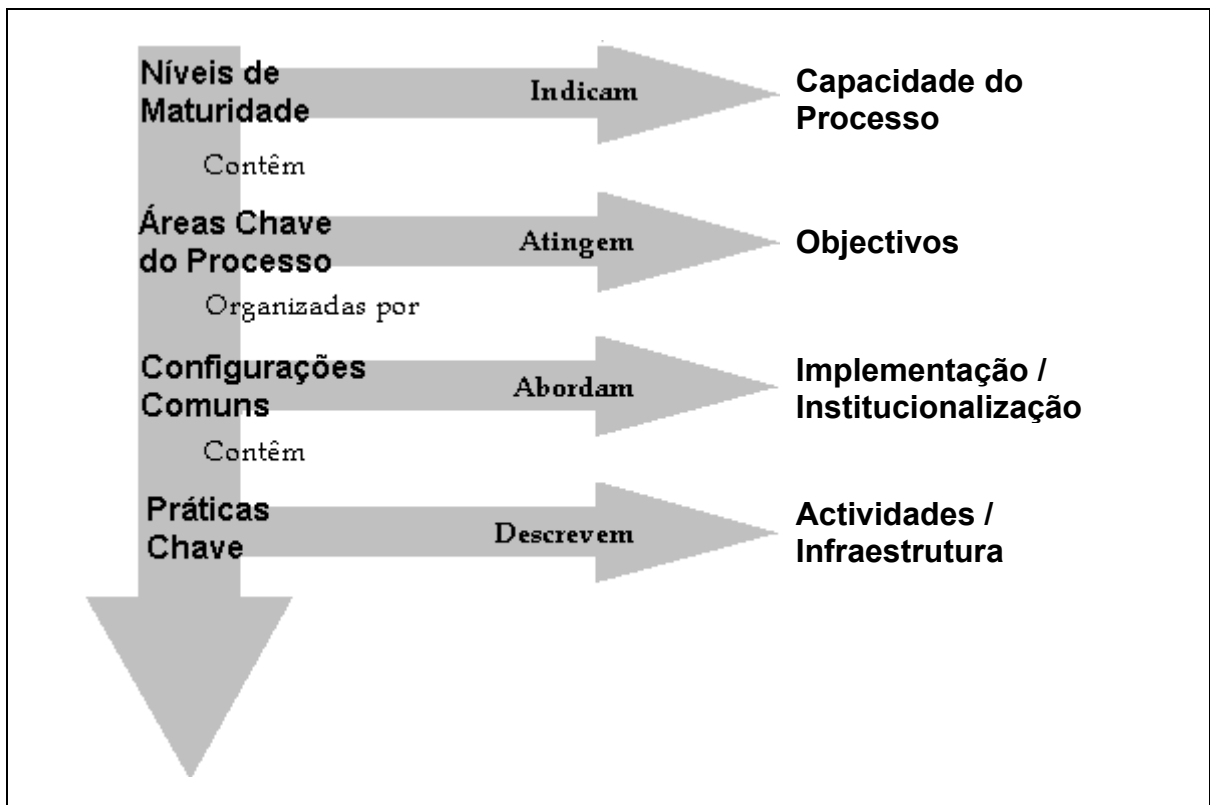


Figura 8.1: Estrutura do modelo SW-CMM [adaptado de Paulk (1998a)].

Cada prática chave é normalmente descrita por numa única frase geralmente seguida por uma descrição mais detalhada que pode incluir exemplos. Estas práticas chave, também referidas como práticas chave de alto nível, sustentam as políticas, procedimentos e actividades, fundamentais para a área chave do processo. Os componentes da descrição detalhada que as caracteriza são referidos frequentemente como sub-práticas.

As práticas chave descrevem o "que" deve ser feito, mas não devem ser interpretadas como mandamento de "como" os objectivos devem ser atingidos. Práticas alternativas podem acompanhar os objectivos das áreas chave. Portanto, as práticas chave devem ser interpretadas racionalmente [Paulk et al. 1993a], ou seja, de acordo com cada caso específico.

As áreas chave estão organizadas por configurações comuns. As **configurações comuns** são atributos que indicam quer a implementação quer a institucionalização da respectiva área chave do processo de modo efectivo, repetível e permanente.

As áreas chave do processo foram definidas por níveis de maturidade, como ilustrado na *tabela 8.1*. O caminho para se atingirem os objectivos de uma área chave do processo pode divergir de projecto para projecto em consequência das diferenças dos diversos domínios de aplicação. No entanto, todos os objectivos constantes da área chave do processo têm de ser atingidos pela organização para satisfazer essa área chave do processo.

Quando esses objectivos são atingidos numa base contínua ao longo dos projectos, a organização pode considerar-se como tendo institucionalizado a capacidade do processo caracterizada pela área chave do processo.

Nem todas as áreas do processo de desenvolvimento e manutenção de software são descritas no SW-CMM. A palavra "chave" pressupõe que existem áreas que não foram identificadas como aspectos críticos para o processo. Embora outras áreas afectem o desempenho do processo, as áreas chave do processo foram identificadas devido à sua efectividade no aperfeiçoamento dos processos das organizações. Devem ser vistas como os requisitos para atingir o nível optimizado de maturidade.

Do mesmo modo que todas as metas de uma área chave do processo têm de ser atingidas para a área chave do processo ser considerada satisfeita, o nível de maturidade também somente é atingido quando se satisfazem todas as áreas chave do processo que o caracterizam.

O modelo SW-CMM contém 316 práticas chave distribuídas pelas 18 áreas chave do processo. As práticas chave estão num nível detalhado de abstracção, e são razoavelmente descritivas sem serem totalmente directivas [SEI 1995].

As avaliações subjacentes ao SW-CMM consistem na aplicação de um questionário de resposta *booleana*. Para que uma organização esteja num específico nível de maturidade, todas as suas áreas chave, mais as dos níveis precedentes, têm de estar implementadas e institucionalizadas na organização.

8.2 Modelo TRILLIUM da Bell Canada

O modelo Trillium é o resultado de um projecto de parceria entre Bell Canadá, Northern Telecom e Bell-Northern Research. A primeira versão apareceu em 1991. A base do seu desenvolvimento tem assentado essencialmente no modelo SW-CMM do SEI. Outras

fontes são: ISO 9001 e ISO 9000-3; Bellcore's TR-NWT-000179 e TA-NWT-001315; Critérios da Malcom Baldrige National Quality Award; Normas da engenharia de software da IEEE e IEC 300; e Referências técnicas e profissionais.

O objectivo do modelo é fornecer um meio para iniciar e guiar um programa de melhoria contínua da capacidade de desenvolvimento do produto e do processo de suporte. O princípio fundamental de programas de melhoria iniciados como resultado de uma avaliação Trillium é o aumento da satisfação do cliente e dos accionistas, em vez de uma conformidade rígida com as normas do Trillium.

Embora o Trillium tenha sido inicialmente concebido para ser aplicado a sistemas de software embebido tais como sistemas de telecomunicações, actualmente muito do modelo pode ser aplicado a outros segmentos da indústria de software, tais como sistemas de gestão, ou até de hardware.

A versão 3.0 do modelo Trillium (datada de 1994) cobre todas as actividades / práticas do SW-CMM 1.1 do SEI e outras adicionais. A escala de maturidade vai desde o nível 1 até ao nível 5:

(1) Não-Estruturado. O processo de desenvolvimento é "ad hoc". A calendarização e a qualidade não são encontradas frequentemente nos projectos. O sucesso, enquanto possível, é baseado em esforços individuais em vez de ser sobre a infra-estrutura total da organização.

- (2) Repetível e Orientado ao Projecto.** O sucesso de projectos individuais é conseguido através de forte planeamento e controlo do projecto, com ênfase na gestão de requisitos, técnicas de estimativas, e gestão de configurações.
- (3) Definido e Orientado ao Processo.** Os processos são definidos e utilizados ao nível da de toda a organização, se bem que ainda seja permitida a customização do projecto. Os processos são controlados e aperfeiçoados. São incorporados requisitos da ISO 9001 tais como formação e auditoria interna do processo.
- (4) Gerido e Integrado.** Análise e instrumentação do processo são usadas como um mecanismo chave para a melhoria do processo. Programas de gestão de mudança de processo e de prevenção de defeitos são integrados nos processos. Ferramentas CASE são integradas nos processos.
- (5) Completamente Integrado.** Metodologias formais usadas extensivamente (e.g., VDM, Z, LOTOS). Usados efectivamente repositórios organizacionais para desenvolvimento de histórico e de processos.

O modelo Trillium é composto de áreas de capacidade, orientações e práticas (*figura 8.2*).

Áreas de Capacidade. Existem 8 áreas de capacidade. Cada área de capacidade contém práticas em múltiplos níveis. Por exemplo, *Gestão* atravessa do nível 2 até ao nível 4 enquanto *Sistema de Qualidade* vai desde o nível 2 até ao nível 5. A *tabela 8.2* mostra os níveis que cada área de capacidade atravessa.

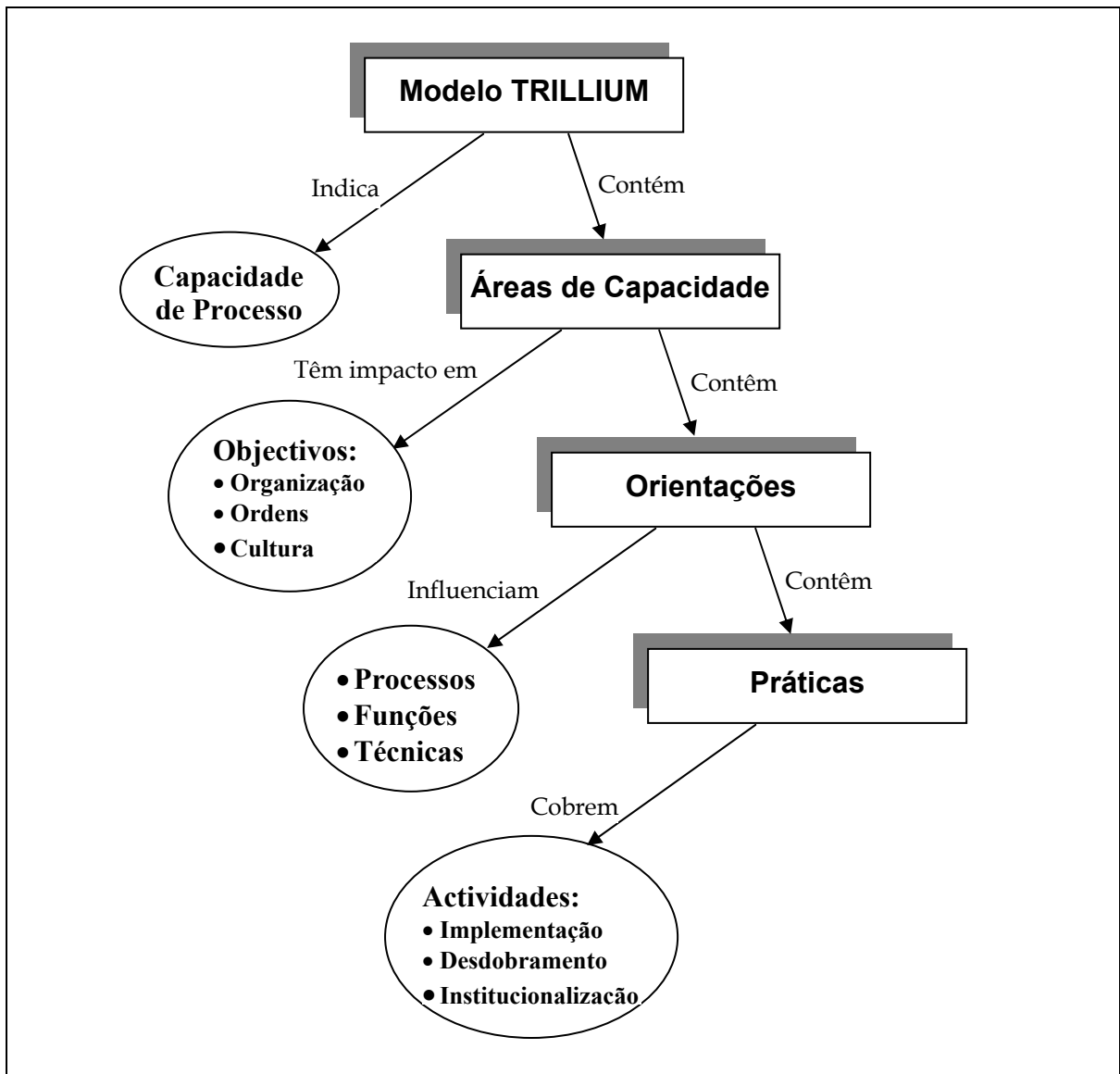


Figura 8.2: Estrutura do modelo TRILLIUM [adaptado de Trillium (1994)].

Orientações. Cada área de capacidade incorpora uma ou mais orientações. Uma orientação é um conjunto de práticas relacionadas que se focam numa área ou necessidade da organização, ou um elemento específico dentro do processo de desenvolvimento de produto. Cada orientação representa uma capacidade significativa para uma organização de desenvolvimento de software.

Tabela 8.2: Áreas de capacidade, orientações e distribuição de práticas por nível [adaptado Trillium (1994)]

Áreas de Capacidade	Orientações	Número de Práticas por Nível			
		2	3	4	5
Qualidade Organizacional do Processo	- Gestão da Qualidade - Engenharia de Processos de Negócio	10	20	5	0
Desenvolvimento e Gestão de Recursos Humanos	- Desenvolvimento e Gestão de Recursos Humanos	9	42	1	0
Processo	- Definição do Processo - Gestão de Tecnologia - Engenharia e Melhoria do Processo - Medidas	16	55	24	4
Gestão	- Gestão do Projecto - Gestão da Subcontratação - Relacionamento Cliente-Fornecedor - Gestão de Requisitos - Estimação	74	29	4	0
Sistema de Qualidade	- Sistema de Qualidade	14	15	2	2
Práticas de Desenvolvimento	- Processo de Desenvolvimento - Técnicas de Desenvolvimento - Documentação Interna - Verificação e Validação - Gestão de Configurações - Reutilização - Gestão da Segurança				
Ambiente de Desenvolvimento	- Ambiente de Desenvolvimento	4	6	1	1
Suporte a Clientes	- Sistema de Resposta a Problemas - Engenharia de Utilização - Modelação do Custo do Ciclo de Vida - Documentação do Utilizador - Engenharia de Cliente - Formação de Utilizadores	25	30	5	0

Dentro de uma dada orientação, o nível das práticas é baseado nos seus respectivos graus de maturidade. A maioria das práticas fundamentais encontra-se num nível baixo ao passo que a maioria das mais avançadas se encontra localizada a um nível alto. Uma organização amadurece ao longo dos níveis de orientação.

A *tabela 8.2* lista as orientações contidas dentro de cada área de capacidade, bem como a distribuição de práticas por áreas de capacidade e níveis de maturidade.

Um programa Trillium com sucesso será sensível ao contexto, i.e., considera a natureza do produto e o seu uso, as percepções correntes do cliente do produto e sua evolução, e estruturas organizacionais para desenvolvimento e suporte.

O modelo Trillium cobre todos os tópicos do ciclo de desenvolvimento de software, grande parte de sistemas e produtos desenvolvidos e actividades de suporte, e um número significativo de actividades relacionadas com o marketing.

Para atingir um nível específico do Trillium, uma organização tem de satisfazer pelo menos 90% dos critérios em cada uma das 8 áreas de capacidade. Os níveis 3, 4 e 5 requerem também que sejam atingidos todos os níveis de nível inferior (i.e., os níveis não podem ser avançados).

8.3 Modelo BOOTSTRAP do Bootstrap Institute

As dificuldades encontradas na aplicação dos modelos americanos de avaliação do processo de software nas organizações europeias, em particular o SW-CMM, levou o programa ESPRIT (*European Strategic Program for Research in Information Technology*) a apoiar um projecto com o objectivo de obter um modelo adaptado à indústria europeia de software.

Este projecto, chamado BOOTSTRAP, teve por finalidade desenvolver um modelo para avaliação, medição quantitativa e melhoria do processo de software. A primeira versão do modelo BOOTSTRAP apareceu no final de 1992.

Os autores do BOOTSTRAP, tal como Humphrey (1989), defendem que antes de ser feito qualquer investimento em tecnologia (**T**) ou melhorias em produtos e infra-estruturas de suporte ao desenvolvimento de software, as questões críticas sobre a forma como construir soluções, i.e., metodologias e métodos (**M**), e como organizar (**O**) o desenvolvimento e manutenção de software têm que ser solucionadas [Koch 1993].

A fórmula de prioridades do BOOTSTRAP é então: **O>M>T**

Um processo de avaliação subjacente ao modelo BOOTSTRAP avalia quer uma unidade de produção de software quer os seus projectos (o que representa uma diferença fundamental em relação aos modelos anteriores), de modo a responder a duas questões: as unidades produtoras proporcionam os recursos necessários aos projectos? os recursos são utilizados eficientemente nos projectos?

A aplicação do BOOTSTRAP resulta num perfil da qualidade do processo que representa um conjunto de pontos fortes e fracos da unidade/projecto avaliado e um nível de maturidade para cada atributo de qualidade.

O BOOTSTRAP não acredita em escalas absolutas e realistas a um alto-nível como as do SW-CMM, estando mais interessado em melhorar os processos de software em exercícios de auto-referência. O conceito que mais influencia o BOOTSTRAP é o Kaizen, utilizado com sucesso em algumas empresas europeias, nomeadamente na Bosch [Koch 1993].

A hierarquia de atributos de qualidade do BOOTSTRAP (figura 8.3) é baseada nas normas ISO 9001 e 9000-3 bem como na norma de engenharia de software da ESA (*European Space Agency*) PSS-05-0; de um refinamento do método do SW-CMM para calcular o nível de maturidade; e de um questionário de avaliação para determinar a capacidade de uma organização relativamente a mais de 30 atributos de qualidade.

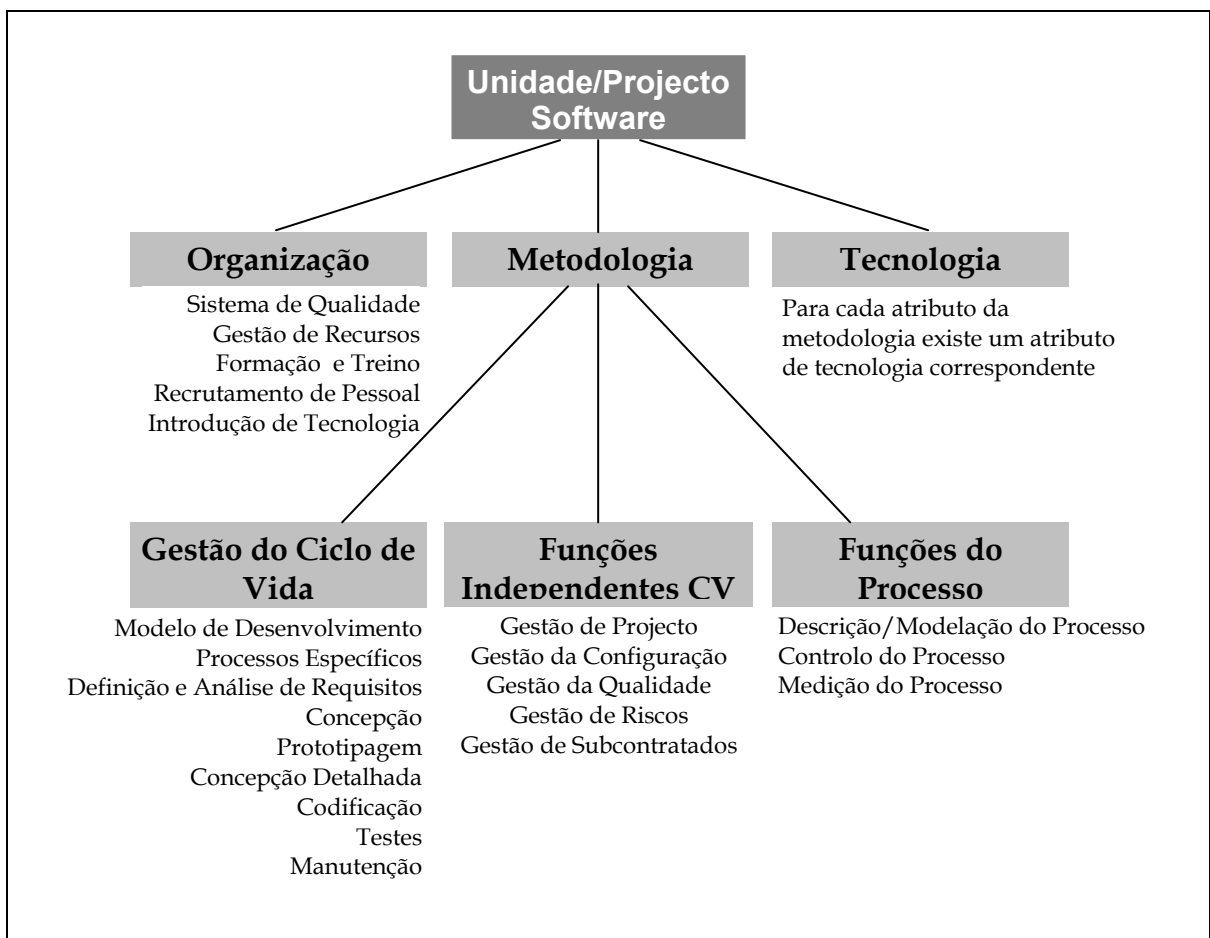


Figura 8.3: Arquitectura do BOOTSTRAP [adaptado de Kuvaja et al. (1994)].

8.4 Modelo P-CMM do SEI

As maiores críticas feitas ao modelo SW-CMM apontam na direcção de que se foca demasiadamente na tecnologia e no processo [Koch 1993, Bamberger 1997], esquecendo-

se das pessoas, que são, na actualidade, um dos recursos mais críticos das organizações [Boaden e Lockett 1991, Davenport 1994, Falduto 1994, Klein 1995, Satriani 1996].

O P-CMM (*People Capability Maturity Model*) do SEI [Curtis et al. 1995] responde às expectativas das organizações que pretendem melhorar a forma como tratam os tópicos relacionados com as pessoas.

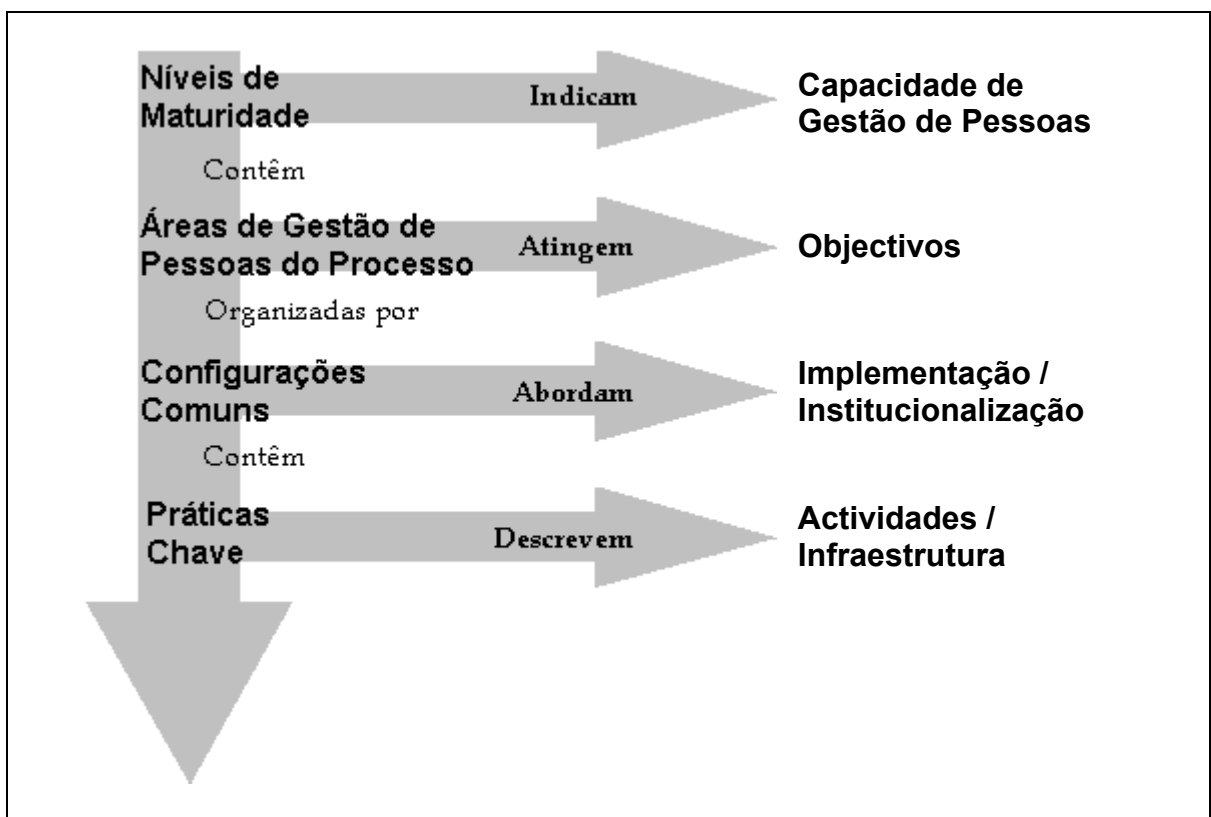


Figura 8.4: Estrutura do P-CMM [adaptado de Curtis et al. (1995)].

O P-CMM, o qual se estrutura como ilustrado na *figura 8.4*, é uma adaptação dos conceitos do SW-CMM ao desenvolvimento organizacional das capacidades humanas, especialmente o talento no desenvolvimento de sistemas. Melhorar radicalmente a capacidade das organizações de desenvolvimento de software para atrair, desenvolver, motivar, organizar

e reter o talento necessário para melhorar constantemente a capacidade de desenvolvimento de software, é o objectivo do P-CMM.

O P-CMM descreve um caminho evolutivo desde as práticas *ad hoc*, inconsistentemente executadas, até a um maduro, disciplinado e continuamente aperfeiçoado desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e motivações da força/equipas de trabalho. Consiste de cinco níveis de maturidade, como ilustra a *figura 8.5*:

- (1) **Inicial.** Não existe qualquer cuidado com a gestão do talento das forças de trabalho.
- (2) **Repetível.** Focalização na implantação da disciplina básica dentro das actividades das forças de trabalho.
- (3) **Definido.** Identificação de competências primárias da organização e alinhamento das suas actividades de gestão de pessoas com elas.
- (4) **Gerido.** Focalização na gestão quantitativa do crescimento organizacional na gestão das capacidades das pessoas e no estabelecimento das competências baseadas em equipas.
- (5) **Optimizado.** Utilização de métodos de melhoria contínua para desenvolver competência, quer ao nível organizacional quer ao nível individual.

O P-CMM é um complemento para o SW-CMM de modo a integrar as actividades de gestão de pessoas com programas de melhoria do processo de software. O P-CMM pode ser usado semelhantemente com outros CMMs para expandir o foco de um esforço de

melhoria de processo para englobar tópicos de motivação e desenvolvimento de forças de trabalho.

Os autores do P-CMM encontram-se ainda a desenvolver um método de avaliação da maturidade das práticas processuais referentes às pessoas.

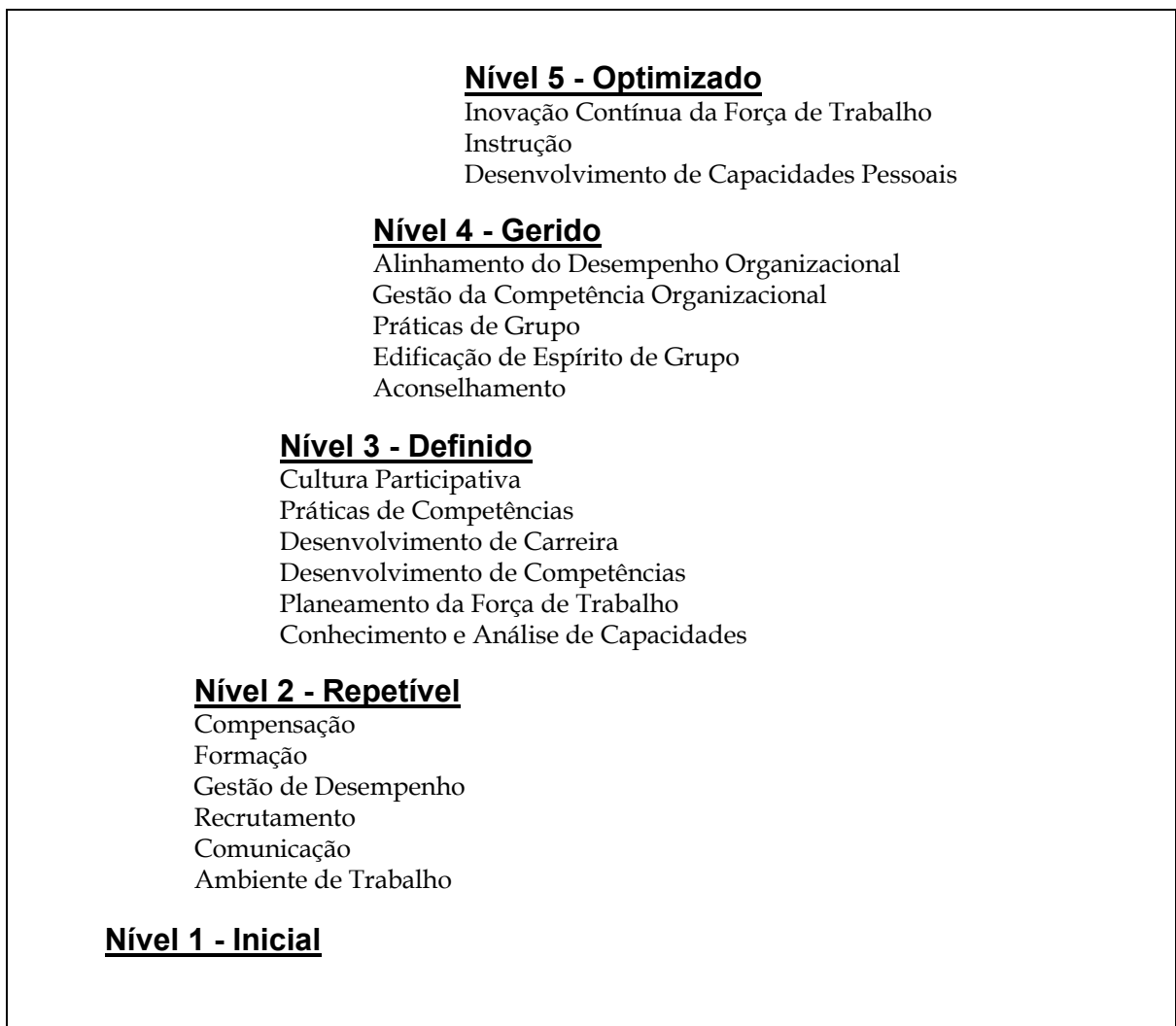


Figura 8.5: Níveis de Maturidade do P-CMM [adaptado de Curtis et al. (1995)].

8.5 Modelo PSP de Humphrey

O PSP (*Personal Software Process*) é um modelo de melhoria evolutiva desenvolvido por Humphrey (1995) para o nível individual, de modo a fornecer um mecanismo de auto-aprendizagem através da experiência, medida e *feedback*. Este mecanismo habilita os engenheiros de software a entenderem as suas fraquezas e potencialidades bem como a melhorar a sua capacidade e desempenho.

O PSP pode ser aplicado à maioria das tarefas de engenharia de software dado que a sua estrutura é simples e independente da tecnologia - não prescreve linguagens, ferramentas ou métodos de concepção específicos [Humphrey 1996].

Os conceitos de processo do PSP são apresentados numa série de passos. Cada passo do PSP, como ilustrado na *figura 8.6*, inclui todos os elementos dos passos anteriores mais os adicionados. A introdução destes conceitos ajuda os engenheiros a aprenderem métodos de disciplina pessoal.

PSP0 - Processo "Baseline" Pessoal. Estabelece uma "baseline" que inclui algumas medidas básicas. Esta "baseline" fornece uma base consistente para medir o progresso e uma fundação sobre o que melhorar. O **PSP0** corresponde ao processo usado correntemente para escrever software, mas engrandecido de modo a fornecer medidas de tempo e defeitos. O **PSP0.1** introduz a codificação *standard*, a medida de tamanho e uma proposta de melhoria do processo. Esta proposta é uma forma de fornecer um caminho estruturado para registar problemas, experiências e sugestões de melhoria do processo.

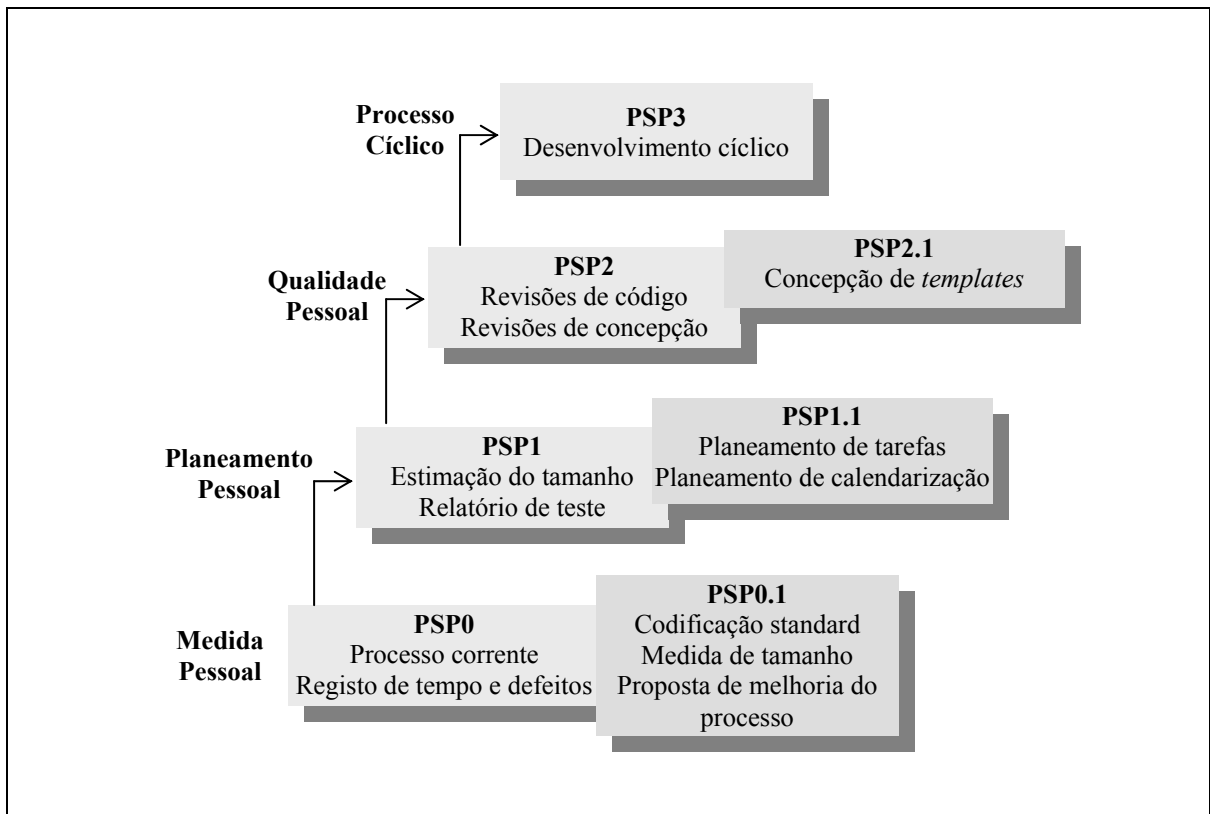


Figura 8.6: Evolução do processo PSP [adaptado de Humphrey (1995 e 1996)].

PSP1 - Processo de Planeamento Pessoal. O **PSP1** adiciona passos de planeamento ao **PSP0**. O incremento inicial adiciona um relatório de teste e estimativa de dimensão e recursos. No **PSP1.1**, é introduzido o planeamento de tarefas e de calendarização.

PSP2 - Gestão da Qualidade Pessoal. O **PSP2** adiciona técnicas de revisão ao **PSP1** para ajudar a encontrar defeitos precocemente, ou seja, quando a sua correcção é menos dispendiosa. O **PSP2.1** estabelece critérios de perfeição da concepção e examina várias verificações da concepção e técnicas de conformidade.

PSP3 - Processo Cíclico Pessoal. Até aqui, o PSP concentra-se num processo linear simples para construção de programas pequenos. Enquanto isso funciona bem para projectos pequenos, não acontece o mesmo para projectos grandes. O **PSP3** efectiva a

escala para programas grandes pela divisão destes em módulos pequenos, programados de um modo cíclico de acordo com o **PSP2.1**, e com posterior ligação e integração.

Uma das razões que levou Humphrey a desenvolver o modelo PSP deve-se ao facto da aplicação dos princípios do modelo SW-CMM ter encontrado muitas dificuldades ao nível de pequenos grupos de engenheiros de software. O SW-CMM é um modelo de melhoria do processo focado na organização que potencia e facilita bom trabalho, mas não o garante. Portanto, os engenheiros têm de usar práticas pessoais efectivas [Humphrey 1996].

O modelo PSP apresenta princípios de melhoria do processo, ao nível dos engenheiros individuais, associados à produção eficiente de produtos de qualidade. Para terem um bom desempenho, os engenheiros necessitam do suporte de um ambiente disciplinado, o que significará que o PSP será mais efectivo em organizações próximas ou acima do nível 2 do modelo SW-CMM.

O PSP e o SW-CMM suportam-se mutuamente. O SW-CMM proporciona o suporte de ambiente ordenado que os engenheiros necessitam para realizarem trabalho superior; e o PSP equipa os engenheiros de forma a realizarem trabalho de alta qualidade e participa na melhoria organizacional do processo. Por conseguinte, um dos objectivos do PSP é expandir a grandes programas a produtividade dos engenheiros tipicamente experientes no desenvolvimento de pequenos programas.

8.6 Modelo SPICE ou Normas 15504 da ISO

O modelo SPICE (*Software Process Improvement and Capability dEtermination*), ou conjunto de normas 15504, é um modelo para o processo de software que tem vindo a ser desenvolvido pela ISO (*International Organization for Standardization*).

O esforço SPICE é inspirado pelo sucesso do SW-CMM e ISO 9001, e pretende harmonizar estes e outros modelos, incluindo a ISO 12207, Trillium, Software Technology Diagnostic e BOOTSTRAP. Pretende também contornar alguns problemas encontrados na aplicação dos modelos referidos.

Os esforços para criar uma norma ISO para o processo de software começaram em Junho de 1991. O conjunto de normas 15504 está presentemente a ser sujeito à validação final, encontrando-se a documentação disponível ainda sobre a forma de rascunho.

As normas do SPICE não se focarão apenas em elementos restritos do processo de software como o SW-CMM, ultrapassando-os de encontro à temática das pessoas, da tecnologia, das práticas de gestão e do suporte a clientes.

O rascunho do SPICE 1.00 define, a um nível alto, os objectivos e actividades fundamentais que são essenciais para uma boa engenharia de software [Paulk et al. 1995b].

No SPICE encontram-se cinco categorias de processos como ilustra a *tabela 8.3*.

O modelo SPICE fornece um conjunto universal de práticas de engenharia e gestão de software como um modelo de referência para avaliações. O modelo sugere a medição dos processos ao longo de dois eixos: se um processo é realizado e com que capacidade é

gerido. Esta arquitectura difere da abordagem do SW-CMM, dado que se foca na capacidade de processos individuais em vez da capacidade organizacional [Paulk et al. 1995b].

Tabela 8.3: Categorias de processos do modelo SPICE [adaptado de SPICE 1.0 (1996)].

Categoria	Processos englobados	
Cliente-Fornecedor	Aquisição de software Identificação das necessidades do utilizador Aquisição de pacotes e instalação de software Fornecer serviços a cliente	Estabelecimento de contratos Realização de auditorias e revisões conjuntas Suporte de operação de software Avaliar a satisfação do cliente
Engenharia	Desenvolver requisitos e concepção do sistema Desenvolver concepção do software Integrar e testar software Manter sistemas e software	Desenvolver requisitos de software Implementar concepção de software Integrar e testar sistemas
Projecto	Planear ciclo de vida do projecto Construir equipas de projecto Gerir qualidade Gerir recursos e calendários	Estabelecer plano de projecto Gerir requisitos Gerir riscos Gerir sub-contratados
Suporte	Desenvolver documentação Garantir qualidade da segurança Realizar revisões paralelas	Levar a cabo gestão de configuração Executar resolução de problemas
Organização	Engenharia de negócio Melhorar processo Proporcionar reutilização Proporcionar ambiente de engenharia de software	Definir processo Realizar formação Proporcionar facilidades de trabalho

Como mostra a *figura 8.7*, os dois eixos que compreendem a arquitectura do SPICE são: as práticas base únicas que são essenciais para a realização de um dado processo e as práticas genéricas que descrevem a capacidade com que o processo é gerido.

O eixo das práticas base categoriza actividades em práticas base, as quais compreendem processos, os quais por sua vez são agrupados em categorias de processos. Uma **prática base** é uma actividade de engenharia ou gestão de software que visa directamente o propósito de um processo particular e contribui para a criação do seu resultado. Existem

201 práticas base no SPICE. Um **processo** é uma declaração de propósitos e um conjunto essencial de práticas (actividades) que visam os propósitos. Existem 35 processos. Uma **categoria de processos** é um conjunto de processos englobando as mesmas áreas gerais de actividade. Existem 5 categorias de processos.

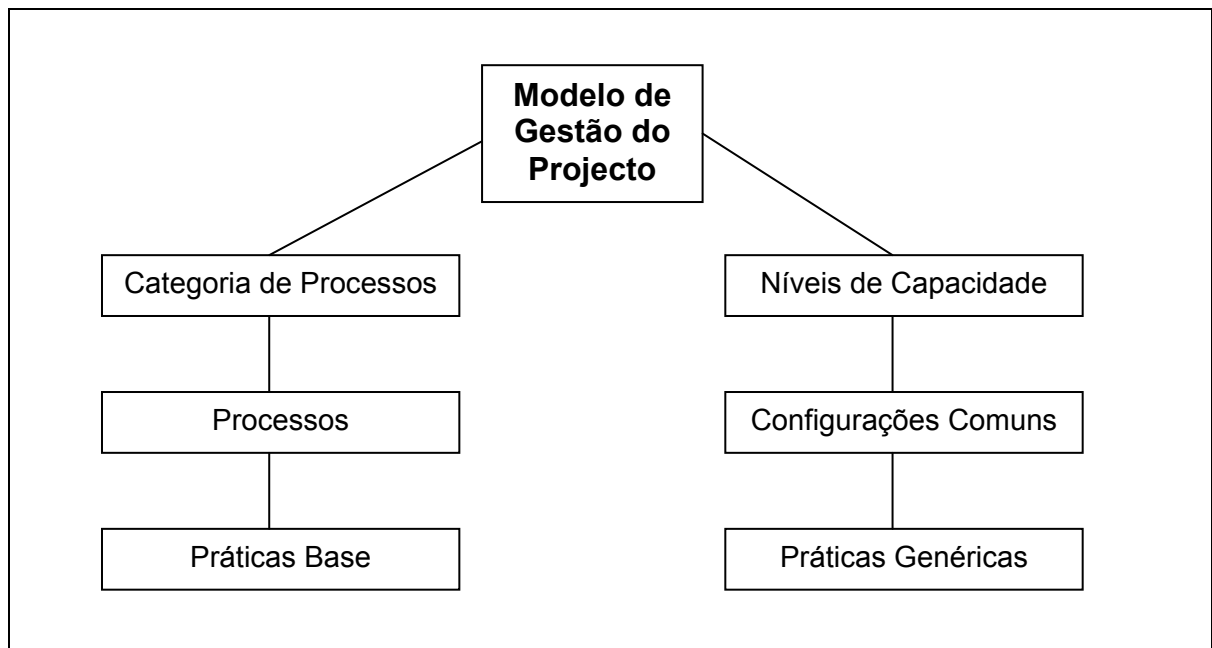


Figura 8.7: Estrutura do SPICE - Processos e Capacidade [adaptado de Paulk (1995)].

O eixo das práticas genéricas categoriza as actividades de gestão do projecto em práticas genéricas, as quais são agrupadas em configurações comuns, as quais por sua vez formam níveis de capacidade caracterizando a capacidade do processo de um dado processo. Uma **prática genérica** é uma actividade de gestão do projecto que potencia a capacidade para realizar um processo. Existem 26 práticas genéricas. **Uma configuração comum** é um conjunto de práticas genéricas que engloba um aspecto de implementação ou gestão do projecto. Existem 11 configurações comuns. Um **nível de capacidade** é um conjunto de configurações comuns (i.e., práticas genéricas) que trabalham juntamente para fornecer uma maior potencialidade na capacidade de realização de um processo.

Existem seis níveis de capacidade no modelo SPICE:

- (0) **Inicial** ou **Não-Realizado**. Mau desempenho generalizado na execução de práticas base do processo. Não há produtos ou resultados do processo facilmente identificáveis.
- (1) **Realizado** ou **Realizado Informalmente**. As práticas base do processo são geralmente realizadas. A realização destas práticas base não é planeada e acompanhada cuidadosamente. A realização depende de conhecimentos e esforços individuais. Os produtos resultantes do processo certificam a realização. As pessoas dentro da organização reconhecem que uma acção deve ser realizada, e há geralmente concordância que esta acção é realizada como e quando é requerida. Existem produtos de trabalho identificáveis para o processo.
- (2) **Gerido** ou **Planeado e Acompanhado**. A realização das práticas base do processo é planeada e acompanhada. A realização de acordo com procedimentos específicos é verificada. A principal distinção relativamente ao nível Realizado Informalmente é que a realização do processo é planeada e gerida, progredindo em direcção a um processo bem definido.
- (3) **Definido** ou **Bem Definido**. As práticas base são realizadas de acordo com um processo bem definido usando versões de normas do processo aprovadas, configuradas e documentadas. A principal diferença em relação ao nível Planeado e Acompanhado é que o processo aqui é planeado e gerido usando as normas do processo.
- (4) **Medido** ou **Controlado Quantitativamente**. Medidas detalhadas da realização são recolhidas e analisadas. Isto leva a um entendimento quantitativo da capacidade do

processo e a uma melhor aptidão para predizer a realização. A principal diferença com o nível *Bem Definido* é que o processo definido é entendido e controlado quantitativamente.

(5) Optimizado ou Aperfeiçoamento Contínuo. São estabelecidas metas de eficiência e efectividade para a realização do processo, baseadas nos objectivos de negócio da organização. É habilitado o aperfeiçoamento contínuo do processo sobre estas metas pelo retorno quantitativo a partir da realização do processo definido e a partir da prospecção de ideias e tecnologias inovadoras. A principal distinção com o nível *Controlado Quantitativamente* é que o processo definido e normalizado suporta refinamentos e melhorias contínuas, baseadas no entendimento contínuo do impacto das mudanças neste processo.

O SPICE define, a um nível alto, os objectivos e actividades fundamentais que são essenciais para uma boa engenharia de software, sem ser prescritivo. Descreve que actividades são requeridas, não como devem ser implementadas. As práticas do SPICE podem ser estendidas por meio da geração de *Guias de Práticas* de aplicações/sectores específicos para avaliar uma dada indústria, sector, ou outros requisitos. [Konrad et al. 1995].

Esta norma internacional é compatível e complementar de outras normas internacionais e outros modelos para avaliar a capacidade e eficiência de organizações e processos, em particular [SPICE 1.00]: ISO 9001; ISO 9000-3; ISO 9004-4 - 1993; ISO/IEC 12207; ISO/IEC 12119; ISO/IEC 9126.

8.7 Modelo SE-CMM do SEI

O modelo SE-CMM (*Systems Engineering Capability Maturity Model*) descreve os elementos essenciais de um processo de engenharia de sistemas¹² que têm de existir para assegurar uma boa engenharia de sistemas numa dada organização, cobrindo aspectos negligenciados pelo SW-CMM tais como a definição de requisitos e integração de sistemas [Bate 1998].

Este modelo foi desenvolvido de acordo com o pressuposto de que o sucesso nas áreas da condução do mercado e na negociação contratual do mercado é muitas vezes determinado pela eficiência com que uma organização traduz as necessidades dos clientes num produto que vá efectivamente de encontro às suas necessidades. Uma boa engenharia de sistemas é a chave para esta actividade [Bate et al. 1995].

Uma das vantagens da engenharia de sistemas baseada numa definição do processo é o preceito de investigar completamente a natureza do ambiente à volta do sistema e os efeitos que o ambiente terá sobre o sistema em quaisquer circunstâncias

O projecto SE-CMM tem como pressuposto que a qualidade de um produto está directamente relacionada com a capacidade do processo, a capacidade da tecnologia usada e das pessoas designadas para o desenvolver, como ilustra a *figura 8.8*.

¹² Um **processo de engenharia de sistemas** é um processo de resolução abrangente de um problema integrando todas as disciplinas e grupos de especialistas de modo a [Bate et al. 1995, p. 13]:

- transformar necessidades e requisitos de clientes num conjunto de soluções de concepção do processo e dos produtos;
- gerar informação para a tomada de decisão;
- fornecer informação para a próxima fase de desenvolvimento ou aquisição de produto.

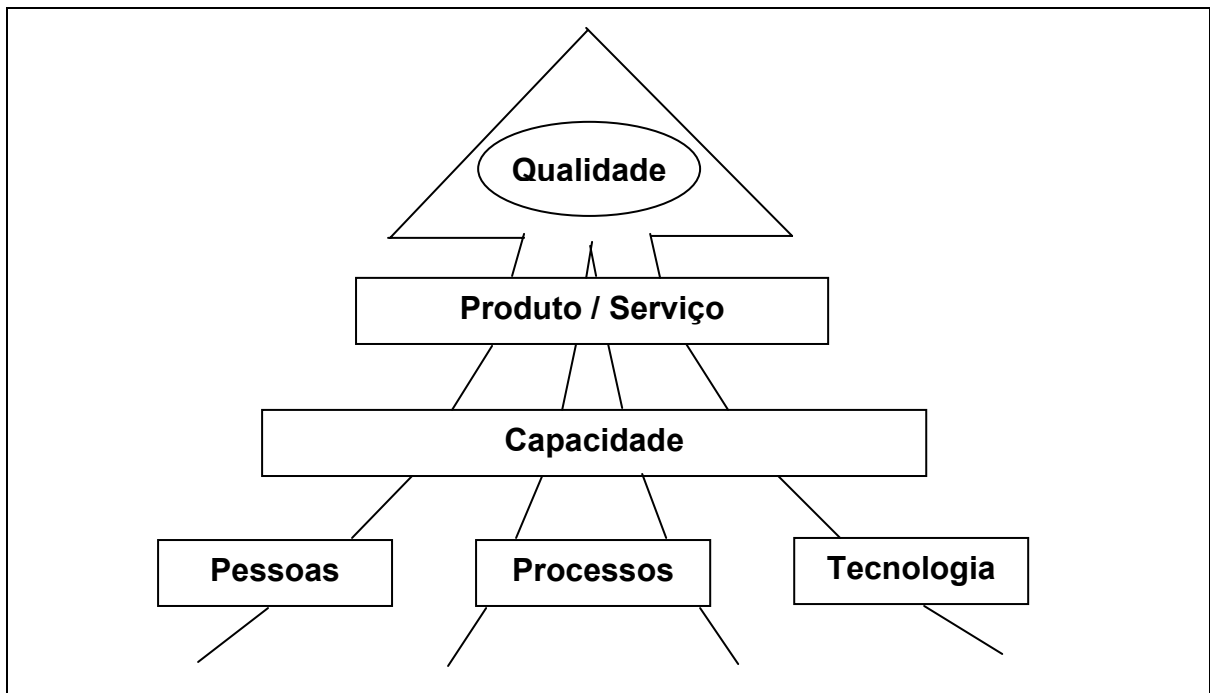


Figura 8.8: Dimensões críticas da capacidade organizacional [adaptado de Bate et al. (1995)].

A versão actual (SE-CMM 1.1 [Bate et al. 1995, Dorothy et al. 1996]) engloba todas as fases do ciclo de vida do desenvolvimento do sistema (análise, concepção, construção, e implementação) e foca-se sobre as características do processo.

O SE-CMM foi construído sobre o SW-CMM mas usando uma arquitectura bidimensional, do tipo da arquitectura do modelo SPICE, como ilustra a *figura 8.9*.

A primeira dimensão são as **Áreas do Processo**, as quais descrevem as características essenciais para efectiva engenharia de sistemas. A segunda dimensão são os **Níveis de Capacidade**, os quais descrevem características associadas com a incrementação da sofisticação do processo de gestão.

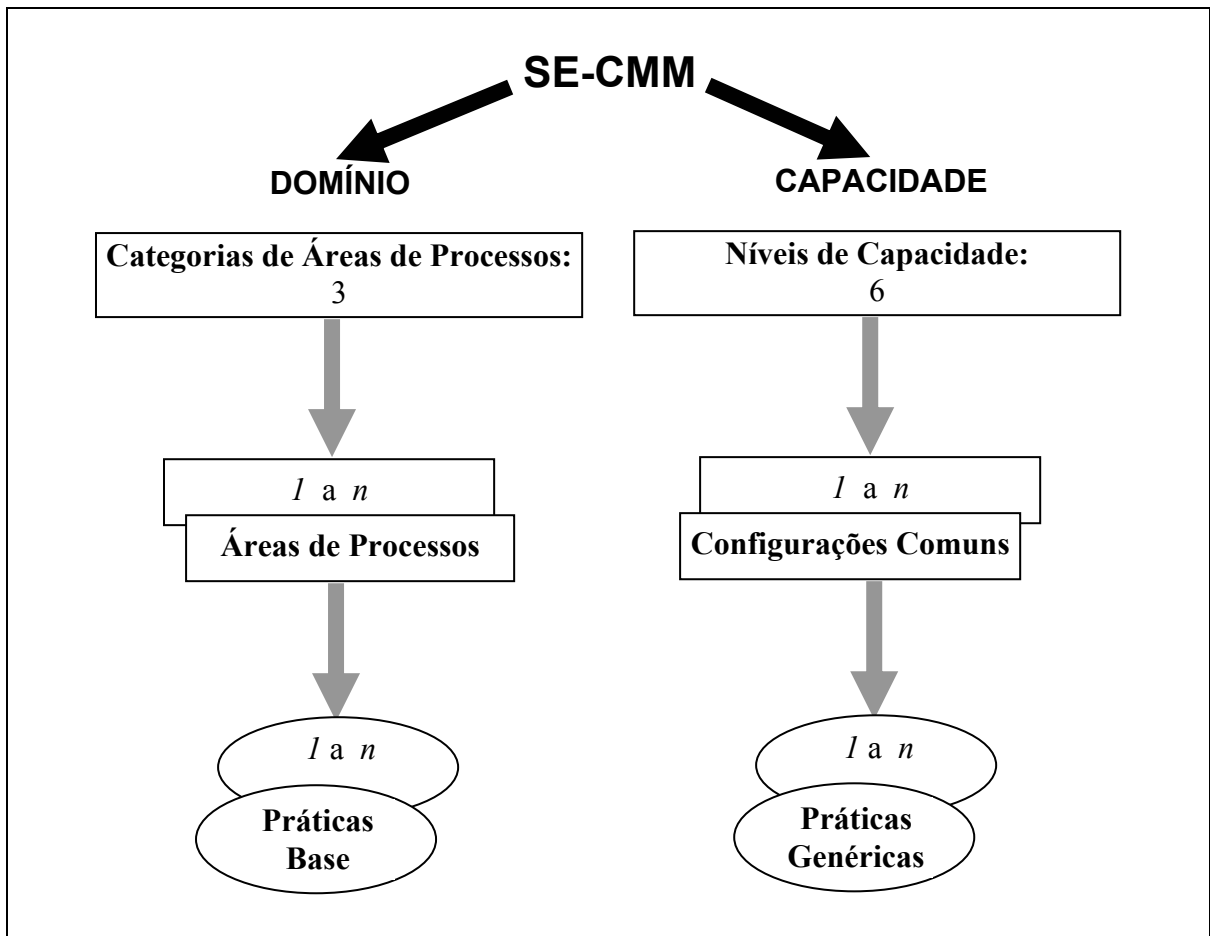


Figura 8.9: Arquitetura do SE-CMM [adaptado de Bate et al. (1995) e Minnich (1996)].

A dimensão nível de capacidade é adaptada do modelo para o software SPICE da ISO, e como tal representa as práticas genéricas que uma organização tem de realizar de modo a gerir as capacidades do processo. Os níveis de capacidade são avaliados individualmente para cada área de processos, resultando num valor de capacidade para cada área de processos. Uma organização realizando uma avaliação de todas as áreas de processos terá como resultado um perfil de capacidade contendo 18 valores separados, tantos quanto as áreas de processos.

As áreas de processos estão divididas por três categorias como ilustra a *tabela 8.4*. A categoria *Engenharia* está à esquerda e contém aquelas actividades que são geralmente apelidadas de tarefas "típicas" da *Engenharia de Sistemas* [Minnich 1996].

Tabela 8.4: Áreas de Processos do SE-CMM [adaptado de Bate et al. (1995)].

Engenharia	Projecto	Organização
– Entender as Necessidades e Expectativas do Cliente	– Gerir Configurações	– Definir Processo de ES da Organização
– Derivar e Fixar Requisitos	– Planear Esforço Técnico	– Gerir Ambiente de Suporte da ES
– Analisar Soluções Candidatas	– Monitorar e Controlar Risco Técnico	– Fornecer Conhecimento e Habilidades Avançadas
– Evoluir Arquitectura do Sistema	– Gerir Risco	– Gerir Evolução de Linha de Produto
– Integrar Disciplinas	– Assegurar Qualidade	– Melhorar Processo de ES da Organização
– Verificar e Validar Sistema		– Coordenação c/ Fornecedores
– Integrar Sistema		

O SE-CMM contém muitas práticas base embebidas dentro de cada uma das 18 áreas de processos. Estas práticas base definem as actividades essenciais necessárias para um esforço de engenharia de sistemas bem sucedido. As práticas base descrevem, a um nível alto de abstracção, o que deve ser feito, sem serem directivas, ou seja, não especificam ou sugerem uma sequência ou processo particular. A maior implicação desta abordagem é que o SE-CMM potenciará o resultado do processo de engenharia sem conduzir necessariamente a mudanças na cultura, definição de normas, estrutura ou produtos da organização.

O processo de melhoria do SE-CMM divide-se em seis níveis. A *tabela 8.5* sumaria-os juntamente com os conceitos e características associadas a cada um.

Tabela 8.5: Sumário dos pontos chave dos níveis de capacidade do SE-CMM [adaptado de Cusick (1998)].

Nível	Conceito Principal	Caracterizado por	Obtido quando
(0) Não Realizado	Ponto de partida organizacional		
(1) Realizado Informalmente	Realizar a tarefa	Heroísmo individual, tempo significativo, processo informal	As tarefas de engenharia ou de gestão são realizadas
(2) Planeado e Acompanhado	Controlado o caos local - obtenção do controlo sobre os projectos	Infundir disciplina nos projectos, capturando os processos de projectos para criar normas organizacionais	Cada projecto usa um processo definido. Cada processo de projecto pode ser único
(3) Bem Definido	Usar o melhor dos processos de projectos para criar uma norma	Desenvolvimento e desdobramento de uma norma, aumento significativo da reutilização e habilidade para partilhar recursos	O projecto inicia-se com a norma organizacional.
(4) Controlado Quantitativamente	Gerir processos usando dados e tendências	Definição de objectivos de qualidade quantitativos para os produtos, usando métodos estatísticos de controlo do processo para capturar e analisar dados	Cada projecto é medido usando métricas e dados para gerir o projecto
(5) Continuamente Melhorado	Melhoria do processo usando dados e tendências	Objectivos quantitativos para os processos baseados em objectivos de negócio	Os processos organizacionais são melhorados continuamente

8.8 Discussão dos Modelos

Todos os modelos de maturidade apresentados nas secções anteriores deste capítulo são contribuições valiosas no campo da avaliação e melhoria/aperfeiçoamento do processo de desenvolvimento de SI, destacando-se em número aqueles que se debruçam exclusivamente no processo de software.

Tal como nos modelos de maturidade orientados a questões de gestão e planeamento de SI, os modelos focados no processo de desenvolvimento de SI têm objectivos comuns e possuem algumas semelhanças ao nível dos elementos que caracterizam os estádios, sendo

também diferentes na abrangência e focalização assim como no número de estádios (*tabela 6*).

Tabela 8.6: Síntese dos modelos de maturidade para desenvolvimento de SI.

Modelo	Principais elementos focados	Estádios	
SW-CMM 1.1 Paulk et al. (1993)	Gestão do projecto Organização/definição do processo	Qualidade do processo e do software Tecnologia	5
Trillium 3.0 Bell Canada (1994)	Qualidade organizacional do processo Desenvolvimento e gestão de recursos humanos Processo Gestão	Sistema de qualidade Práticas de desenvolvimento Ambiente de desenvolvimento Suporte a clientes	5
Bootstrap Kuvaja et al. (1994)	Organização Metodologia Tecnologia	Gestão do ciclo de vida Funções independentes do ciclo de vida Funções do processo	5
P-CMM Curtis et al. (1994)	Gestão das forças de trabalho		5
PSP Humphrey (1995)	Engenharia de software individual		7
SPICE 1.0 ISO (1996)	Cliente-Fornecedor Engenharia Projecto	Suporte Organização	6
SE-CMM 1.1 Bate et al. (1995)	Engenharia Projecto	Organização	6

SW-CMM

O modelo SW-CMM é pioneiro no campo do desenvolvimento de SI. É também o que regista mais casos de aplicação, tendo popularizado e influenciado a noção de avaliação e melhoria da maturidade do processo de software das organizações em todo o mundo [Paulk et al. 1993, 1995a].

Uma das limitações da aplicação do SW-CMM é estar expresso em termos de práticas normativas de projectos e empresas grandes, quando a maioria dos projectos e empresas de software são de pequena dimensão. Para estes, as práticas do SW-CMM têm de ser

redefinidas [Paulk et al. 1993a]. Mas a interpretação do SW-CMM para projectos e organizações pequenas também se aplica a organizações e projectos grandes:

"todos os projectos são diferentes ... todos os projectos são iguais. Aprendizagem organizacional é a lição" [Paulk 1998a, 16].

Uma outra limitação reconhecida é que o SW-CMM não toma em conta a possibilidade de diferentes processos estarem em diferentes níveis de maturidade. Uma outra ainda é as respostas requeridas pelo questionário de avaliação serem somente de natureza "booleana":

"... o uso de respostas "não-booleanas" fornece uma melhor ferramenta de análise ao avaliador" [Hather et al. 1996, 709].

Mas apesar de reconhecidas algumas limitações como as referenciadas acima, sabe-se que o aperfeiçoamento do processo de software baseado no SW-CMM tem levado a melhoramentos extremamente significativos na produtividade, qualidade e moral dos trabalhadores de muitas organizações [Paulk 1996a].

Desde 1987 que o SW-CMM tem sido adoptado e utilizado por muitas organizações, principalmente americanas, mas também de outros países, incluindo Portugal¹³, o que permitiu a obtenção de indicadores relevantes para a sua evolução.

¹³ Por exemplo, a Partex - Companhia Portuguesa de Serviços usa o SW-CMM para acreditar o nível de qualidade das empresas que lhe encomendam esse serviço; Soares (1997) utilizou-o na sua Dissertação de Mestrado para avaliar a maturidade do processo de software em algumas organizações portuguesas; Vicente et al. (1996) utilizou uma variante do SW-CMM fornecida pela *Roger Pressman & Associates* - cuja principal diferença é a obtenção de um resultado decomposto em vários vectores, enquanto o original permite obter apenas um único valor que classifica o nível de maturidade do processo de desenvolvimento de software - no levantamento feito pelo IPQ (*Instituto Português da Qualidade*) para determinação do nível de maturidade das organizações de software portuguesas.

O SW-CMM pode ajudar as organizações a identificarem a maturidade do processo de software e a estabelecerem programas de melhoria organizacional, podendo ser usado (e tem sido) com sucesso [Paulk 1998a]:

- pelos clientes, fornecedores, e ainda por individuais na forma do PSP;
- em organizações e projectos de qualquer tamanho, qualquer domínio de aplicação e qualquer contexto de negócio.

Todavia, na aplicação do SW-CMM têm de se fazer julgamentos profissionais. Os utilizadores deste modelo necessitam ter conhecimentos e experiência em engenharia de software, dado que todas as práticas sugeridas pelo SW-CMM são de carácter informativo.

Os conceitos gerais do SW-CMM ainda podem ser aplicados ao nível individual do profissional, como Humphrey demonstra com o seu trabalho PSP [Paulk 1994].

TRILLIUM

O Trillium é um modelo de maturidade que "nasceu" essencialmente para aplicação ao processo de desenvolvimento de software de telecomunicações. Contudo tem vindo a alargar o seu foco, podendo ser aplicado actualmente no campo do desenvolvimento de software de gestão ou até de hardware.

Apesar do modelo Trillium ser baseado no SW-CMM, a sua arquitectura difere bastante deste. As diferenças mais significativas são:

- uma arquitectura de modelo baseada em orientações, em vez de áreas-chave do processo, ou seja, os níveis de capacidade são aplicados de acordo com as bases de cada processo;
- uma perspectiva de produto, em vez de software;
- larga cobertura de tópicos de impacto da capacidade;
- uma orientação focalizada no cliente, na maturidade tecnológica, e nas telecomunicações.

BOOTSTRAP

O BOOTSTRAP surgiu devido às dificuldades encontradas na aplicação dos modelos americanos de avaliação do processo de software nas organizações europeias, em particular o SW-CMM. As principais diferenças registadas em relação a este são [Koch 1993]:

- o BOOTSTRAP focaliza-se mais sobre tópicos organizacionais e humanos do que tecnológicos;
- a estrutura e granularidade do questionário de avaliação permite discussões profundas entre os avaliadores e avaliados e também permite melhores resoluções para os dados;
- o algoritmo para atribuição dos níveis é mais sofisticado e não faz discriminação entre níveis simplesmente por uma decisão "ser conseguida ou não";

- o BOOTSTRAP atribui uma preferência clara na definição do perfil de uma dada organização/unidade de desenvolvimento em vez de a colocar apenas num determinado nível ordinal entre 1 e 5. Isto dá motivação à própria organização para se melhorar através de actualizações lineares ao longo dos cinco níveis;
- a qualidade da avaliação é assegurada por uma qualificação contínua e um programa de teste que o avaliador é obrigado a seguir.

A pouca literatura disponível em modo aberto parece ser a principal contrariedade à expansão do Bootstrap.

P-CMM

Como o SW-CMM somente se foca na tecnologia e no processo de software, as críticas quanto ao esquecimento das pessoas - um dos principais elementos de todo o desenvolvimento do software - levou a que o SEI avançasse com o projecto P-CMM.

Os objectivos estratégicos do P-CMM são [Curtis et al. 1995]:

- aumentar a capacidades das organizações de software pelo aumento da aptidão das suas forças de trabalho.
- assegurar que as capacidades para o desenvolvimento de software são atributos da organização e não apenas de alguns indivíduos.
- alinhar as motivações dos indivíduos com as da organização.

- reter vantagens humanas (i.e., pessoas com grandes conhecimentos e capacidades).

O P-CMM segue a estrutura do SW-CMM, podendo funcionar como seu "companheiro" para complementá-lo.

PSP

O PSP surgiu da dificuldade de aplicação dos princípios do SW-CMM ao nível de pequenas equipas/projectos de software.

No entanto, o PSP e o SW-CMM suportam-se mutuamente. O SW-CMM proporciona o suporte de ambiente ordenado que os engenheiros necessitam para realizarem trabalho superior, e o PSP equipa os engenheiros para realizarem trabalho de alta qualidade e participa na melhoria organizacional do processo.

Enquanto o SW-CMM para o software engloba o lado organizacional do processo de software, o PSP abarca a construção das capacidades individuais dos profissionais. Se uma organização não está interessada no PSP, recomenda-se a sua utilização pelos profissionais de desenvolvimento: a aplicação do PSP pode ser uma aptidão de sobrevivência numa organização de nível 1 do SW-CMM [Humphrey 1995].

Por conseguinte, o PSP é uma aplicação de conceitos do SW-CMM ao micro-nível da organização, que demonstra que os engenheiros de software podem ser "profissionais de nível 5" [Paulk 1998a].

SPICE

O projecto SPICE é um esforço da ISO para criar um conjunto de normas internacionais sobre a avaliação do processo de software, capaz de harmonizar as muitas abordagens existentes, mas sem ser igual a nenhuma.

O SPICE segue um modelo de referência para a gestão do processo que é similar ao do SW-CMM. Mas apesar de ser claramente baseado neste, o SPICE olha o processo de gestão de forma diferente, alvejando a capacidade do processo em vez da capacidade organizacional. O SPICE tem desenvolvido um conjunto de níveis de capacidade e práticas genéricas que podem ser usadas para descrever a gestão do processo para qualquer processo, e.g., processos extra software [Paulk et al. 1995b, Paulk 1996a]

Os níveis de capacidade do SPICE e os níveis de maturidade do SW-CMM são similares, se bem que distintamente diferentes. Como no Trillium, os níveis de capacidade do SPICE são aplicados de acordo com as bases de cada processo (os níveis de maturidade organizacional do SW-CMM podem ser definidos como um conjunto de perfis para estes processos). O SPICE adiciona uma distinção entre níveis 0 e 1, ou seja, um processo específico é ou não realizado na totalidade [Konrad et al. 1995].

A arquitectura do SPICE não prescreve qualquer caminho particular de melhoria organizacional. As prioridades organizacionais são completamente deixadas ao critério das organizações, como determinado no contexto dos seus objectivos de negócio. Processos

individuais, ao nível da organização ou do projecto, podem ser medidos usando esta abordagem de "melhoria contínua"¹⁴ [Konrad et al. 1995].

SE-CMM

O SE-CMM é um modelo que pretende abranger todo o ciclo de desenvolvimento de um SI (análise, concepção, construção e implementação), enfatizando-se nas fases negligenciadas pelo SW-CMM, nomeadamente a análise e a implementação de sistemas. Foi construído sobre o SW-CMM mas usa uma arquitectura bidimensional tipo a do SPICE.

Relacionamentos estruturais entre o SE-CMM e outros modelos (e.g., SPICE e SW-CMM) são, obviamente, evidentes [SEI 1995, Garcia 1998]:

- **SPICE.** O SPICE abarca poucos conceitos básicos da engenharia de sistemas a um nível extremamente alto. Estes conceitos podem encontrar-se na categoria de processos de *Engenharia*. O resto do SPICE é específico de software. Muitos dos conceitos contidos no SE-CMM podem ser interpretados no SPICE quando considerados no contexto de um "sistema" de software. Quando consideramos software como um sistema, é possível identificar uma variedade de relacionamentos entre o SPICE e o SE-CMM. Processos contidos no SE-CMM relacionados com hardware (i.e., *Desenvolvimento da Arquitectura Física*) não são relevantes para um modelo de software.

¹⁴ "Contínua" é um termo comparativo, dado que a arquitectura do SPICE também possui níveis. Um melhor conjunto de termos que "estádio" e "contínuo" pode ser "focado na organização" e "focado no projecto ou processo". Estes termos têm as suas deficiências, contudo (nem focado a projecto nem focado a processo comunicam a distinção com perfeição), pois ver-se-á como a terminologia evoluirá pelo seu uso [Paulk et al. 1995b].

- **SW-CMM.** O SW-CMM e o SE-CMM têm um relacionamento similar ao do SPICE SE-CMM. O SW-CMM foca-se sobre o processo de software, mas contém muitos dos conceitos apresentados no SE-CMM. Uma vez que os dois modelos foram desenvolvidos para melhoria do processo, existe uma grande similaridade em termos de configurações comuns que descrevem tópicos de infra-estrutura e institucionalização organizacional. Também, como no SPICE, quando consideramos o software numa perspectiva de um sistema de software, estamos aptos a identificar muitos relacionamentos. Qualquer processo contido no SE-CMM relacionado com tópicos de hardware não será relevante no SW-CMM.

A principal limitação do SE-CMM encontra-se ao nível do sistema humano/cultural, onde somente é abordada a questão da formação.

SPICE versus SW-CMM

De entre os modelos apresentados e discutidos, o SPICE e o SW-CMM despertam um maior interesse. A razão para tal acontecer justifica-se pelo grande reconhecimento internacional das organizações que os desenvolvem e/ou pela aplicação, aceitação e interesse da comunidade de sistemas de informação nestes modelos.

Não obstante, quer a abordagem de estádios do SW-CMM para descrever a maturidade do processo de software quer a abordagem contínua do SPICE para descrever a evolução do processo têm pontes fortes e pontos fracos. A *tabela 8.7* resume-os [Konrad et al. 1995, Paulk 1995, Paulk et al. 1995b].

Tabela 8.7: Pontos fortes e pontos fracos dos modelos SPICE e SW-CMM.

	SPICE	SW-CMM
Fortes	Mede a evolução de cada processo separadamente dos outros processos, o qual permite a uma equipa de melhoria ver os seus aspectos independentemente de outros processos e fornece uma maior granularidade de análise e medida.	Foca-se sobre as "poucas áreas vitais" que tipicamente bloqueiam a realização do processo num estágio particular na vida da organização.
Fracos	<p>A menor importância dos tópicos dos processos pode abafar os "poucos tópicos vitais" como existirão contradições nas prioridades de melhoria.</p> <p>É difícil decidir quais tópicos devem ser atacados primeiramente.</p> <p>Modelo muito complexo, com muitos processos e muitas práticas genéricas, o que leva a um potencial enorme número de decisões na medição de um processo;</p> <p>Medidas do processo muito detalhadas.</p>	<p>As pessoas podem perder a vista dos processos que não são foco de um nível de maturidade particular, mas os quais também têm de ser realizados;</p> <p>Prescreve primeiro atacar os tópicos de gestão do projecto antes dos de engenharia (se bem que esta prioridade seja baseada na experiência de processos de melhoria com sucesso).</p>

Num exercício de balanceamento, julga-se que o modelo SPICE perde para o modelo SW-CMM pelo facto de ser de utilização/aplicação difícil [Master e Bothwell 1995, Paulk 1995].

O modelo SPICE tem um potencial enorme número de decisões na medição de um processo. Existem 26 práticas genéricas e 35 processos, os quais sugerem 910 potenciais decisões de medição, mesmo que se ignorem as 5-6 práticas base por processo. Já o SW-CMM apenas contém 316 práticas chave. Testes piloto têm sugerido que mesmo medindo as 112 actividades realizadas nos níveis 2 e 3 do SPICE pode ser uma tarefa atemorizadora, podendo uma avaliação completa e rigorosa do processo levar uma centena de horas.

São principalmente estes motivos que levam alguns especialistas [e.g., Paulk 1995, Paulk et al. 1995b] a considerarem o modelo SPICE como um "mapa do terreno", e o SW-CMM, o qual define prioridades de acções de melhoria para a organização, como o caminho ao longo desse terreno, ou seja, como um "mapa de estradas".

Apesar do SW-CMM não ser perfeito, julga-se que aplicado ao processo de desenvolvimento de software constitui uma ferramenta extremamente potente na sua avaliação e melhoria. E isto não invalida as potencialidades do SPICE que, mesmo ainda não concluído, já oferece um modelo de base pormenorizado, mas flexível, para este processo.