

Maturidade da Função Sistema de Informação:

Teoria de Estádios, Modelos e Avaliação

Álvaro Manuel Reis da Rocha

Universidade Fernando Pessoa

2002

INDÍCE

1. INTRODUÇÃO	3
1.1. Organizações	3
1.2. Função Sistema de Informação	3
1.3. Desenvolvimento Organizacional	4
2. TEORIA DE ESTÁDIOS DE CRESCIMENTO	5
2.1. A Teoria de Estádios de Crescimento no Desenvolvimento Humano	5
2.2. A Teoria de Estádios de Crescimento nas Organizações	6
3. MODELOS DE MATURIDADE PARA A FUNÇÃO “SI”	9
4. MODELOS DE MATURIDADE FOCADOS NA GESTÃO E NO PLANEAMENTO DE “SI”	10
4.1. Primeiros Modelos de Nolan	10
4.2. Evoluções e Alternativas ao Modelo de Nolan	12
4.3. Evoluções e Alternativas mais Recentes ao Modelo de Nolan	17
4.4. Combinação dos Factores Críticos de Sucesso com o Último Modelo de Nolan	19
5. MODELOS DE MATURIDADE FOCADOS NO DESENVOLVIMENTO DE “SI”	21
5.1. Modelo SW-CMM do Software Engineering Institute	21
5.2. Modelo TRILLIUM da Bell Canada	24
5.3. Modelo BOOTSTRAP do Bootstrap Institute	27
5.4. Modelo P-CMM do SEI	29
5.5. Modelo PSP de Humphrey	31
5.6. Modelo SPICE ou norma 15504 da ISO	32
5.7. Modelo SE-CMM do SEI	35
5.8. Modelo CMMI do SEI	38
6. AVALIAÇÃO DA MATURIDADE	41
7. REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

Neste *capítulo* são introduzidos alguns conceitos e fundamentos necessários ao entendimento da Teoria de Estádios de Crescimento¹ nas organizações e, particularmente, na área funcional dos sistemas de informação (SI).

1.1 Organizações

Uma **organização** pode ser vista como uma unidade social deliberadamente construída para alcançar fins específicos num dado contexto social [Etzioni 1980] ou como uma coordenação de diferentes tarefas de contribuintes individuais com a finalidade de efectuar transacções planeadas com o ambiente [Lawrence e Lorsch 1972], dependendo a sua existência e sobrevivência da maneira como se relaciona com esse meio ambiente [Chiavenato 1999]

Para Leavitt (1964), uma organização consiste de um sistema multi-variado onde interagem quatro variáveis principais: *tarefas, estrutura, actores e tecnologia*.

Leavitt usa o termo **tarefas** para denotar a razão de ser das organizações, por exemplo: prestação de serviços ou fabrico de produtos. Por **estrutura** entende sistemas de comunicação, sistemas de autoridade e sistemas de fluxo de trabalho. Por **actores** considera os participantes envolvidos na realização de tarefas. E por **tecnologia** considera qualquer entendimento técnico, saber fazer e ferramentas para realizar as tarefas. De acordo com o mesmo autor, estas quatro variáveis são altamente interdependentes.

1.2 Função Sistema de Informação

Numa organização, o papel da **função sistema de informação** é garantir a existência da informação necessária ao seu bom funcionamento, por meio de um SI optimizado e englobando todas as suas vertentes: sistemas manuais, informáticos, telecomunicações e outras.

Assim, por **função sistema de informação** entende-se a área funcional das organizações responsável pelo recurso informação e pelo planeamento, desenvolvimento, exploração e gestão do sistema de informação.

Mesmo sendo relativamente recente nas organizações, a **função SI** é já considerada uma área chave para muitas delas, sobretudo devido à importância da informação e às potencialidades estratégicas proporcionadas pelas tecnologias e sistemas de informação na resolução dos problemas organizacionais.

Desta forma, a **função SI** assume grande importância, tornando-se as suas diversas actividades e a forma como se relacionam entre si e com outras actividades não restritas à área dos SI um factor crítico de sucesso. Assim, é fulcral que tenha um desempenho excelente, ou seja, uma maturidade superior, entendendo-se por tal, o conjunto de políticas, estratégias, processos e acções que proporciona proveitos e vantagens competitivas à organização.

Importa referir que a função SI é uma sub-organização dentro da organização, e como tal incorpora as características das organizações.

¹ O termo Teoria de Estádios normalmente associa-se ao crescimento, desenvolvimento, aperfeiçoamento, evolução ou maturação de algo.

1.3 Desenvolvimento Organizacional

As visões de **organização** apresentadas na *secção 1.1* apontam no sentido de que uma organização depende, sobretudo, de pessoas, do modo como essas pessoas se organizam e se relacionam entre si, e do meio ambiente em que se insere a organização.

Esta chamada de atenção torna-se necessária para, mais à frente, se introduzir e perceber a teoria de estádios de crescimento, desenvolvimento ou maturidade organizacional, pois a tendência natural de toda a **organização** é crescer e desenvolver-se. Essa tendência tem origem em factores endógenos (internos, sejam eles estruturais ou comportamentais, relacionados com a própria organização) e exógenos (externos, relacionados com demandas e influências do ambiente) [Chiavenato 1999].

O desenvolvimento organizacional é um processo lento e gradual, sendo obtido por via de um processo de mudança das políticas, estratégias e práticas das organizações. A eficiência e eficácia de uma **organização** dependem da sua capacidade de aprendizagem² e de adaptação/mudança. Blake e Mouton (1972) consideram que uma organização pode desenvolver-se seguindo uma de três estratégias de *mudança*:

1. **Mudança evolucionária**: quando a *mudança* de uma acção para outra que a substitui é pequena e dentro dos limites das expectativas e dos arranjos do estado actual. A *mudança evolucionária* é lenta, suave, não transgride as expectativas e tende a repetir e reforçar as soluções passadas.
2. **Mudança revolucionária**: quando a *mudança* de uma acção para outra que a substitui contradiz ou destrói os arranjos do estado actual. A *mudança revolucionária* é rápida, intensa, brutal, transgride e rejeita antigas expectativas e introduz expectativas novas. Enquanto as *mudanças evolucionárias*, por ocorrerem aos poucos, não provocam forte resistência, as *mudanças revolucionárias*, são súbitas e causadoras de impacto.
3. **Desenvolvimento sistemático**: Os responsáveis pela *mudança* delineiam modelos que a organização deveria ser em comparação com o que é, enquanto aqueles cujas acções serão afectadas pelo *desenvolvimento sistemático* estudam, avaliam e criticam o modelo de *mudança*, para recomendar alterações baseadas nas suas próprias visões e compreensões. Assim, as *mudanças* resultantes traduzem-se por apoio e não por resistências ou ressentimentos.

² 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].

2. TEORIA DE ESTÁDIOS DE CRESCIMENTO

A **teoria de estádios de crescimento** baseia-se na premissa de que as pessoas, organizações, áreas funcionais, processos, etc. evoluem através de um processo de desenvolvimento, crescimento ou maturação em direcção a uma maturidade mais avançada, atravessando um determinado número de estádios distintos.

A teoria de estádios de crescimento tem vindo a ser usada largamente em várias áreas [Burn 1994, King e Teo 1997]. Modelos baseados na teoria de estádios de crescimento têm sido usados para descrever uma larga variedade de fenómenos – ciclo de vida das organizações, ciclo de vida dos produtos, crescimento biológico, maturidade de processos, etc.

Estes modelos assumem que padrões predicáveis (conceptualizados em termos de estádios) existem no crescimento das organizações, nos estádios de venda dos produtos e no crescimento de organismos vivos [Greiner 1972, Smith et al. 1985, Burn 1994]. Estes estádios são (1) sequenciais por natureza, (2) ocorrem como uma progressão hierárquica que não é facilmente reversível e (3) envolvem um largo leque de estruturas e actividades organizacionais [Lavoie e Culbert 1978].

Vários modelos de maturidade têm sido propostos ao longo do tempo, quer para a evolução das pessoas, quer para a evolução geral das organizações quer ainda para a evolução particular da função sistema de informação. Estes modelos diferem sobretudo no número de estádios, variáveis de evolução e áreas de foco. Cada um destes modelos identifica certas características que tipificam o alvo em diferentes estádios de crescimento ou maturidade.

Os modelos de estádios de crescimento (ou maturidade) fornecem aos gestores uma poderosa ferramenta para determinarem em que estádio de maturidade se encontram, e para planearem as acções necessárias para progredirem em direcção a uma maturidade superior e, por consequência, alcançarem as suas metas futuras. Assim, os gestores necessitam conhecer os principais modelos de estádios de maturidade bem como reconhecer e entender os indicadores de cada estádio.

2.1 A Teoria de Estádios de Crescimento no Desenvolvimento Humano

Como vimos no *capítulo 1*, as organizações são sistemas sociais. Por conseguinte, a forma como se organizam e o seu desempenho dependem sobretudo das pessoas que as constituem.

São várias as teorias de estádios de desenvolvimento humano existentes. A teoria de estádios de desenvolvimento cognitivo de Piaget (1955) [Siegler 1991, Vasta 1995] é a teoria explicativa de amadurecimento humano mais conhecida, quer pela sua importância intrínseca, quer pela discussão gerada em seu redor, quer ainda por ter despoletado e influenciado tremendamente as teorias de psicologia modernas bem como as teorias de gestão [e.g., Greiner 1972].

Piaget considera que a evolução cognitiva das pessoas passa por quatro estádios de desenvolvimento, desde um conhecimento menos elaborado até um conhecimento mais elaborado. Para chegar a esta conclusão, resumida na *tabela 2.1*, Piaget baseou-se na observação de um grande número de crianças e adolescentes.

Tabela 2.1. Estádios de desenvolvimento cognitivo de Piaget (1955).

Estádios	Características
Sensório-motor (Do nascimento aos 2 anos)	Desenvolvimento inicial das coordenações e relações de ordem entre as acções, início de diferenciação entre os objectos e entre o próprio corpo e os objectos; Aos 18 meses, mais ou menos, constituição da função simbólica (capacidade de representar um significado a partir de um significante). Neste estágio o campo da inteligência aplica-se a situações e acções concretas.
Pré-operatório (2 aos 6/7 anos)	Reprodução de imagens mentais, uso do pensamento intuitivo, linguagem comunicativa e egocêntrica, actividade simbólica pré-conceitual, pensamento incapaz de descentração (só um ponto de vista das coisas).
Operatório concreto (6/7 aos 11/12 anos)	Capacidade de classificação, agrupamento, reversibilidade, linguagem socializada; Actividades realizadas concretamente sem capacidade de abstracção
Operatório abstracto (11/12 até adulto)	Transição para o modo adulto de pensar, capacidade de pensar sobre hipóteses e ideias abstractas, linguagem como suporte do pensamento conceitual

A teoria de Piaget é de base construtivista. Segundo o mesmo, o conhecimento não pode ser concebido como algo pré-determinado desde o nascimento (inatismo), nem como resultado do simples registo de percepções e informações (empirismo). Resulta das acções e interacções do sujeito com o ambiente onde vive. Todo o conhecimento é uma construção que vai sendo elaborada desde a infância, através de interacções do sujeito com os objectos que procura conhecer, sejam eles do mundo físico ou cultural.

A aprendizagem resulta sobretudo de acção. Segundo Popper e Lorenz (1990), a verdadeira aprendizagem das pessoas é indutiva: é sempre uma tentativa de ensaio e erro. Assim, tal como Piaget defende, o conhecimento resulta de uma interrelação entre o sujeito que conhece e objecto a ser conhecido.

2.2 A Teoria de Estádios de Crescimento nas Organizações

Os gestores às vezes olham para os erros cometidos nas organizações e interrogam-se sobre o que deviam ter feito para os evitar. Mas esses erros são, geralmente, sintomas naturais do crescimento e amadurecimento das organizações, e são talvez conducentes ao desenvolvimento que trouxe a organização para a sua maturidade actual. O que acontece é que novas circunstâncias requerem novas práticas de gestão. Se as práticas, entretanto obsoletas, se mantêm depois da sua aplicabilidade ter sido ultrapassada, resultam em decisões erradas. Este fenómeno de mudanças que uma organização experimenta, desde o seu começo até à sua maturidade, enquadra-se perfeitamente nos princípios da teoria de estádios de crescimento.

Um trabalho pioneiro (e uma referência clássica na área da gestão) sobre o crescimento e amadurecimento das organizações foi conduzido por Greiner (1972)³. Nesse trabalho, Greiner focou-se na organização como um todo, desenvolvendo o entendimento da evolução das práticas de gestão com base na forma como uma organização cresce. Greiner descreveu cinco estádios de crescimento pelos quais passa uma organização, e declarou que a *idade*, a

³ Importa referir que este trabalho de Greiner (1972) apoiou-se nos legados de psicologistas Europeus como Piaget, que argumentam que o comportamento das pessoas é primeiramente definido por experiências e eventos passados, em vez do que lhes é inato.

dimensão e a taxa de crescimento da sua indústria são os factores de influência principais na determinação do estágio em que uma organização se encontra (figura 2.1).

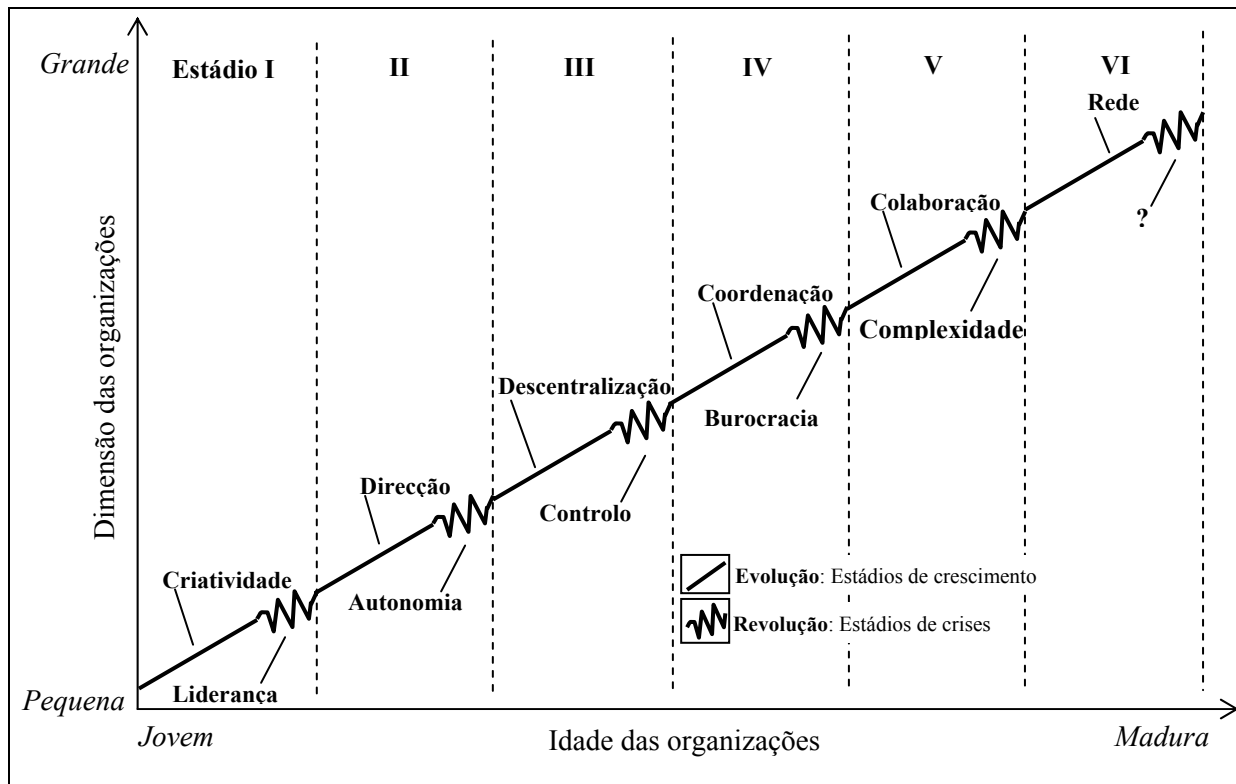


Figura 2.1. Os estádios de crescimento organizacional [adaptado de Greiner (1972, 1998)].

Os cinco estádios de crescimento resumem-se na tabela 2.2 e são: *Criatividade, Direcção, Delegação, Coordenação e Colaboração*.

Tabela 2.2. Práticas organizacionais nos cinco estádios de crescimento [adaptado de Greiner 1972].

Factor	Estádio I	Estádio II	Estádio III	Estádio IV	Estádio V
	<i>Criatividade</i>	<i>Direcção</i>	<i>Delegação</i>	<i>Coordenação</i>	<i>Colaboração</i>
Foco da Gestão	Produzir e vender rapidamente	Eficiência das operações	Expansão do mercado	Consolidação da organização	Resolução de problemas rapidamente; Inovação
Estrutura Organizacional	Informal	Centralizada e funcional	Descentralizada e geográfica	Linha de pessoal e grupos de produtos	Matriz de equipas
Estilo do Topo da Gestão	Individualista e empreendedor	Directivo	Delegativo	Atento	Participativo
Sistema de Controlo	Cota de mercado	Normas de trabalho; Centros de custos	Centros de relatórios e proveitos	Centros de planos e investimentos	Objectivos comuns
Gestão de Recompensa	Salários modestos; Possibilidade de ser proprietário	Aumentos dos salários	Bónus individuais	Partilha de proveitos e acções da empresa	Bónus por equipa

Cada estágio é caracterizado por um período de *evolução*, seguido de um período de *crescimento* constante e estável, terminando com um período de agitação e mudança organizacional. O período de *crescimento estável* dura enquanto os proveitos crescem a uma taxa satisfatória. Tal crescimento normalmente termina numa *revolução* – alguma *crise* que, quando enfrentada, leva ao próximo estágio. A tarefa crítica da gestão, em cada período de *revolução*, é encontrar um novo conjunto de boas práticas organizacionais, que se tornarão a base para gerir o próximo período de *crescimento* evolucionário. Essas novas práticas, por sua vez, ultrapassarão o seu tempo de utilidade e levarão a outro período de *revolução*. Os gestores descobrem, assim, que certas decisões que funcionaram bem num dado momento não produzem os mesmos resultados noutras alturas.

As *crises* de crescimento que Greiner considera como *períodos revolucionários* consistem em (figura 2.1): depois da *criatividade* inicial vem uma crise de *liderança* por parte dos fundadores; depois da fase de criação de uma *direcção* gera-se uma crise de falta de *autonomia*; depois da fase de *delegação* e descentralização acaba-se numa crise da perda de *controlo*; depois da etapa seguinte da *coordenação* vem uma crise de aversão à *burocracia*; e depois da fase da *colaboração* advém o sentimento de que o trabalho em equipa e a reflexão estratégica dentro das fronteiras internas da empresa já não é suficiente.

Vinte e seis anos mais tarde, Greiner (1998) reviu o seu modelo, tendo verificado que as suas ideias base ainda se aplicam actualmente. Contudo, acrescentou que um sexto estágio pode desenvolver-se, no qual o crescimento depende da concepção de soluções extra-organização, tais como uma *holding* e uma *rede* de organizações composta por alianças e parcerias transversais.

3. MODELOS DE MATURIDADE PARA A FUNÇÃO SI

Actualmente existem vários modelos de estádios de crescimento, aqui denominados modelos de maturidade, aplicáveis à função SI, todavia não há nenhum capaz de cobrir efectivamente todos os aspectos desta área funcional das organizações. Das nossas pesquisas concluímos que há dois grandes grupos de modelos:

- (I) Os que se centram em tópicos de **gestão e planeamento de SI**;
- (II) Os que se focam no **processo de desenvolvimento de SI**.

Os primeiros são maioritariamente 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.

4. MODELOS DE MATURIDADE FOCADOS NA GESTÃO E NO PLANEAMENTO DE SI

4.1 Primeiros Modelos de Nolan

O primeiro esforço significativo para explicar a evolução dos SI nas organizações surgiu com Nolan (1973). Enquanto Greiner (1972) olhou para o crescimento de uma organização como um todo, Nolan focou-se apenas na evolução da função SI dentro de uma organização. A sua primeira proposta sobre o crescimento dos SI dentro de uma organização [Nolan 1973, Gibson e Nolan 1974] baseou-se na *tecnologia* usada e no *orçamento* em SI como uma indicação da maturidade da gestão de SI, usando uma curva em “S”, consistindo em quatro estádios: *Iniciação*, *Contágio*, *Controlo* e *Maturidade* (figura 4.1). Este modelo derivou de observações em três grandes empresas Americanas.

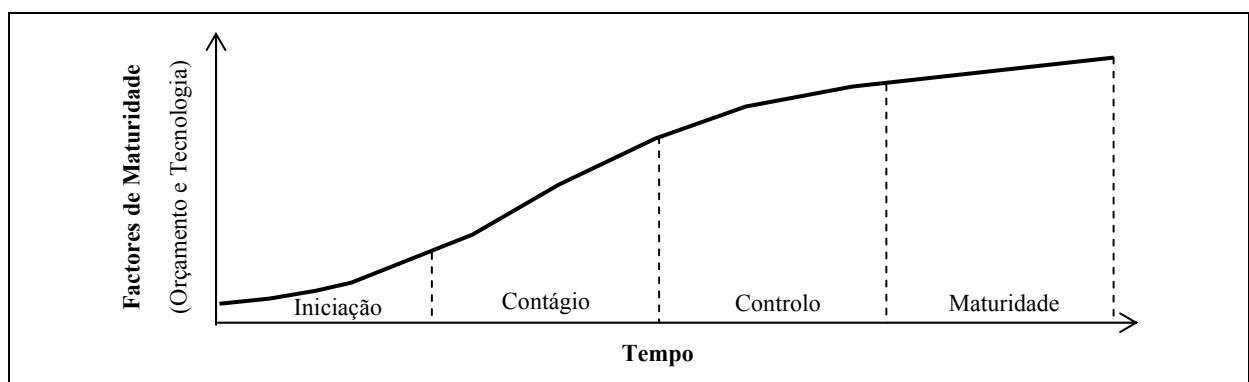


Figura 4.1. Modelo de quatro estádios de crescimento de Nolan [adaptado de Nolan (1973)].

Como Nolan continuou as investigações e observações, verificou que afinal existiam duas curvas em “S” e que elas não representavam apenas o crescimento da *tecnologia* usada e do *orçamento em SI*, mas também a *aprendizagem organizacional*, embora a *aprendizagem* aparecesse num plano secundário (figura 4.2).

Isto levou à bem conhecida teoria de estádios de Nolan (1979), composta por seis estádios: *Iniciação*, *Contágio*, *Controlo*, *Integração*, *Gestão de Dados* e *Maturidade* (tabela 4.1) com um ponto de transição entre os estádios *Controlo* e *Integração* (figura 4.2). O ponto de transição define o fim da primeira curva em “S” e o início da segunda curva em “S” de crescimento explosivo da *tecnologia* usada, *custos* e *aprendizagem* organizacional.

Este trabalho gerou um grande interesse na comunidade científica e empresarial, e também algum criticismo. Alguns estudiosos lançaram dúvidas sobre a validade desta teoria de estádios de Nolan (1979), apesar de não a rejeitaram definitivamente. As principais críticas apontadas são [e.g., Drury 1983, Benbasat et al. 1984, King e Kraemer 1984, Saarinen 1989, Gurbaxani e Mendelson 1990, Galliers 1991, Galliers e Sutherland 1991, Zuurmond 1991, Khan 1992, Ping e Grimshaw 1992, Burn 1993, Grégoire e Lustman 1993, Sampaio 1995, Santos 1996]:

- é improvável que o *orçamento* e a *tecnologia* sejam os principais indicadores ou factores de crescimento da maturidade;
- é improvável que a despesa em SI siga uma curva em ‘S’;

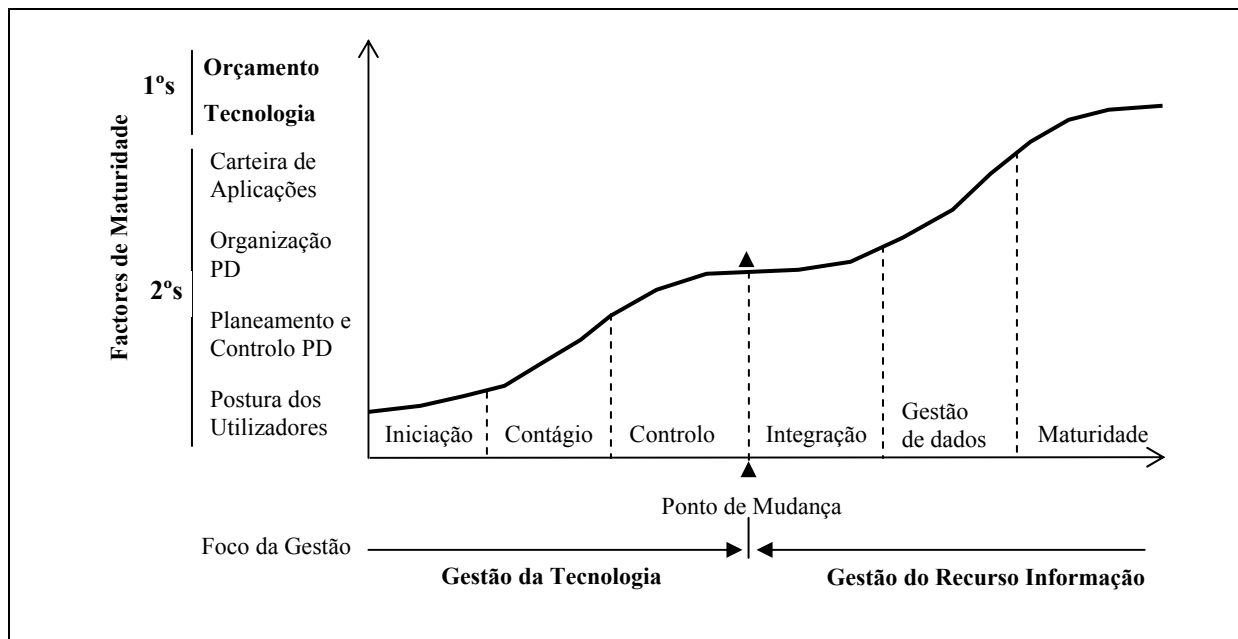


Figura 4.2. Modelo de seis estádios de crescimento de Nolan [adaptado de Nolan 1979].

- 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 aspectos ambientais, sociais, organizacionais e de gestão;
- é baseado em suposições simplistas e associações subjectivas;
- não se adapta à realidade das organizações porque é normativo e descritivo, tendo portanto todos os aspectos negativos dessas características;
- fornece pouca ajuda na indicação do caminho a seguir para se atingir o sucesso/maturidade na gestão dos sistemas de informação.

Tabela 4.1. Os seis estádios de maturidade do modelo de Nolan [adaptado de Nolan 1979].

Factores	Estádio I <i>Iniciação</i>	Estádio II <i>Contágio</i>	Estádio III <i>Controlo</i>	Estádio IV <i>Integração</i>	Estádio V <i>Gestão de Dados</i>	Estádio VI <i>Maturidade</i>
Critérios de 1ª Nível:						
<i>Orçamento para PD</i>	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
<i>Suporte Tecnológico</i>	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:						
<i>Carteira de Aplicações</i>	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
<i>Organização do Departamento de PD</i>	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
<i>Planeamento e Controlo do Departamento de PD</i>	Descuidado	Menos descuidado	Planeamento e controlo formalizado	Planeamento à medida e partilha de sistemas	Partilha de dados e de sistemas comuns	Planeamento estratégico do recurso informação
<i>Postura dos Utilizadores</i>	Desinteressado	Superficialment e entusiasmado	Por vezes responsável	Aprendendo a responsabilidade	Efectivamente responsável	Parceria

4.2 Evoluções e Alternativas ao Modelo de Nolan

Com o objectivo de complementar, bem como de colmatar algumas insuficiências e argumentos pouco consensuais da teoria de estádios de Nolan (1979), vários autores apresentaram outras propostas de modelos de estádios de maturidade. Por exemplo:

McFarlan et al. (1982, 1983), olhando para as tecnologias de informação 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, assumem 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 (*figura 4.3*).

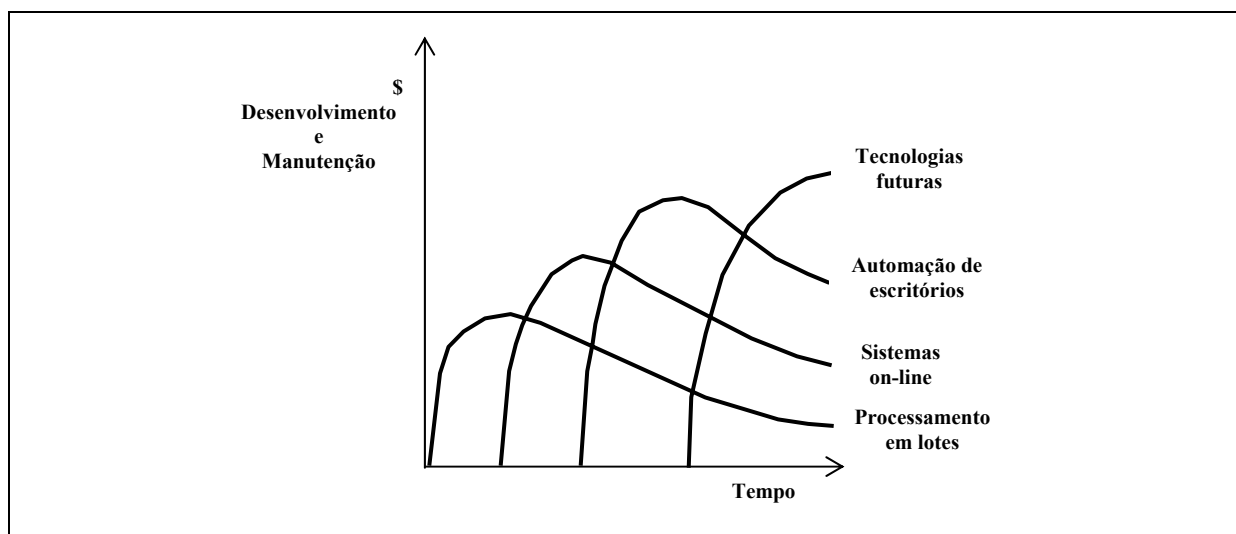


Figura 4.3 Múltiplas curvas de aprendizagem de tecnologia [adaptado de McFarlan et al. (1983)]

E Earl (1988) [Earl 1989] introduziu um modelo que 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 (tabela 4.2).

Tabela 4.2. Modelo dos estádios de planeamento de Earl [adaptado de Galliers e Sutherland (1991)].

Factor	Estádio I	Estádio II	Estádio III	Estádio IV	Estádio V	Estádio 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 Utilizador	SI / 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	

Já Bhabuta (1988) [Galliers e Sutherland 1991] desenvolveu um modelo que pretende mapear o desenvolvimento de SI 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 (tabela 4.3).

Tabela 4.3. 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 estágio operacional e difusão da inovação	Focada na inovação e estágio 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 / estágio corporativo; Responsabilidade da gestão sénior / topo.	Suporte sistemático aos processos organizacionais; Planeamento de TI por unidades estratégicas do negócio / estágio portfolio; Responsabilidade do topo da gestão.

E Hirschheim et al. (1988) [Galliers e Sutherland 1991] propôs um modelo com base no pressuposto de que as organizações se movem ao longo de três estádios evolucionários na gestão de SI - *Distribuição*, *Reorientação* e *Reorganização* - quando os sistemas de informação são olhados pelos gestores de topo como vitais para o negócio (*tabela 4.4*).

Tabela 4.4. Modelo dos estádios de Hirschheim et al. [adaptado de Galliers e Sutherland (1991)].

Factor	Estádio I <i>Distribuição</i>	Estádio II <i>Reorientação</i>	Estádio III <i>Reorganização</i>
<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 CEO⁴</i>	Preocupado	Visionário	Envolvido
<i>Tipo de Liderança</i>	Direcção	Função	Aliança

⁴ *Chief Executive Officer*: responsável máximo da organização.

Algumas das falhas do modelo de Nolan foram sendo eliminadas pelos modelos referidos atrás, contudo, esses modelos descrevem apenas como uma organização pode ser colocada num determinado estágio de maturidade, em vez de descreverem o que deve ser feito para progredir para um estágio de maturidade superior. Essa lacuna foi colmatada por Galliers e Sutherland (1991) ao apresentarem o *Modelo Revisto dos Estádios de Crescimento* (tabela 4.5) baseado nos sete 'Ss'⁵ de McKinsen & Company.

O *Modelo Revisto dos Estádios de Crescimento* de Galliers e Sutherland dá uma melhor visão de como uma organização planeia, desenvolve e usa SI, e como organiza a área dos SI, assim como apresenta sugestões para progressão em direcção a estádios de maturidade superior, e disponibiliza um questionário para diagnosticar a maturidade. Este modelo tem sido testado e aplicado com sucesso em alguns países, nomeadamente na Inglaterra, em Portugal e na China [e.g., Ping e Grimshaw 1992, Galliers 1995, Rocha 2000].

⁵ Strategy (Estratégia), Structure (Estrutura), Systems (Sistemas), Staff (Pessoal), Style (Estilo), Skills (Aptidões) e Shared values (Cultura ou valores partilhados).

Tabela 4.5. Modelo revisto dos estádios de crescimento [adaptado de Galliers e Sutherland (1991)]

Factor	Estádio I <i>"Ad hocracy"</i>	Estádio II <i>Iniciando alicerces</i>	Estádio III <i>Ditadura centralizada</i>	Estádio IV <i>Cooperação e diálogo democrático</i>	Estádio V <i>Oportunidade estratégica</i>	Estádio VI <i>Relações harmoniosas e integradas</i>
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 controlo; 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 estágio); 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

4.3 Evoluções e Alternativas Mais Recentes ao Modelo de Nolan

A teoria de estádios de Nolan (1979) foi testada exaustivamente, sob a sua orientação, através de um quantitativo e qualitativo extenso conjunto de instrumentos de medida desenvolvidos por Koot e Zee (1989), usados para medir a maturidade da gestão de SI de uma organização e compará-la com outras organizações. Daí resultou uma extensão à teoria de Nolan (1979), consistindo de uma terceira curva em “S” [Nolan e Koot 1992]. Note-se que, no seu trabalho inicial, Gibson e Nolan (1974) já a tinham vaticinado, devido ao potencial aparecimento de novas TI e ao aumento da ambição das empresas no seu uso.

A expansão da teoria de estádios continuou com Mutsaers et al. (1997). Estes descreveram as três curvas em “S” como três “eras” de crescimento e maturidade da gestão de SI: *Processamento de Dados* (PD), *Tecnologia de Informação* (TI) e *Rede* (R), como mostra a figura 4.4.

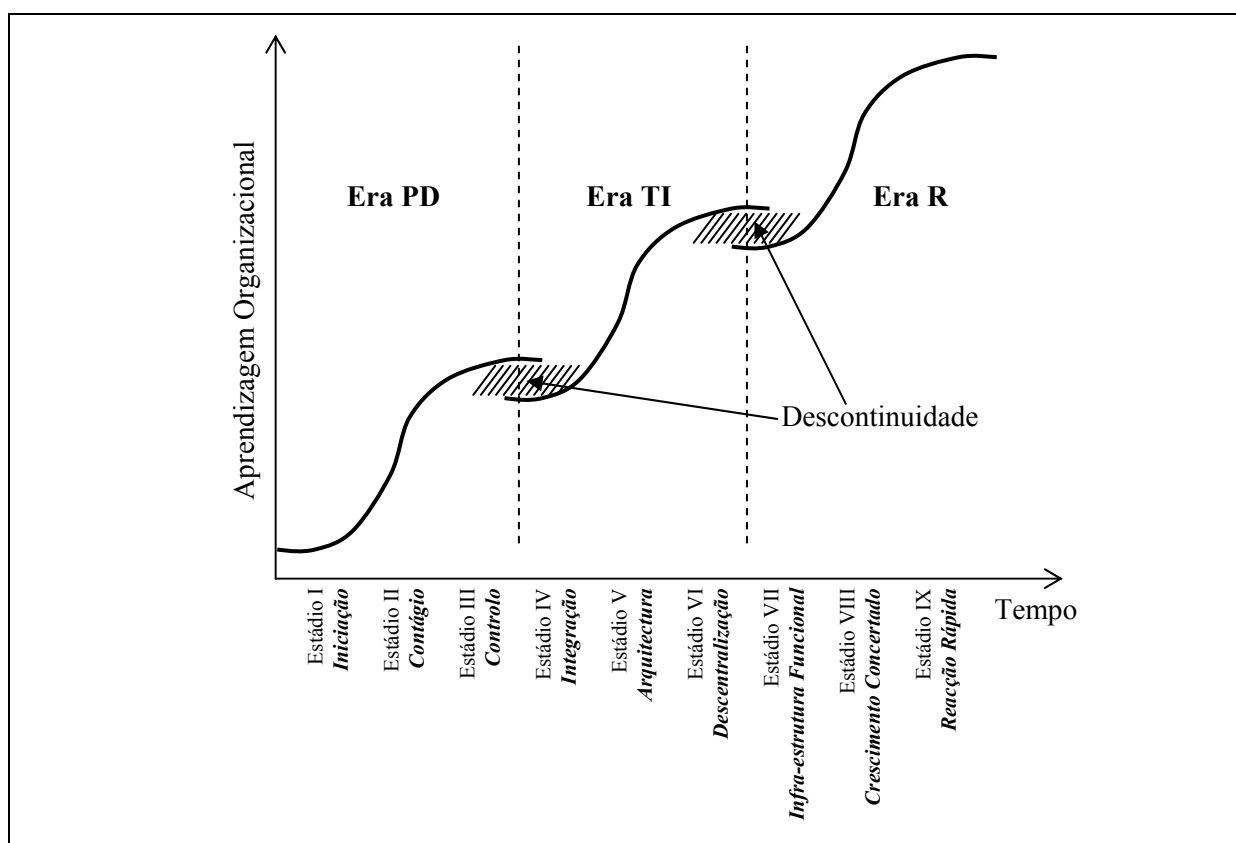


Figura 4.4. As três eras do crescimento de SI [adaptado Mutsaers 1997].

Em vez de uma evolução, transformações do negócio ocorrerão por meio de uma destruição criativa [Nolan e Crosson 1995]. Cada era é caracterizada por um período de *evolução*, seguido de um período de *estabilidade*, terminando com um período de *descontinuidade* e *revolução*, antes do início da nova era. A descontinuidade é mais uma revolução do que uma transição evolucionária [Gottschalk e Solli-Saether 2001]. Por exemplo, a transição de *Processamento de Dados* para *Tecnologia de Informação* é caracterizada pela descontinuidade tecnológica na forma de pessoal de SI, redes de comunicação de dados e

robótica, enquanto a transição de *Tecnologia de Informação* para *Rede* é caracterizada pela descontinuidade do negócio na forma de alianças estratégicas com clientes e fornecedores, acesso a dados externos e subcontratação (tabela 4.6).

Tabela 4.6. Indicadores chave dos estádios de crescimento [adaptado de Khandelwal e Ferguson 1999].

Era	Estádio	Indicadores Chave
<i>Processamento de Dados (PD)</i>	<i>1. Iniciação</i>	Suporte operacional, sobretudo contabilístico e financeiro
	<i>2. Contágio</i>	Expansão rápida. Pouco controlo. Despesa em TI cresce 20% a 40%.
	<i>3. Controlo</i>	Controlo dos altos custos de informatização. Comité de PD. Uso de métodos/standards. Participação dos utilizadores no desenvolvimento de sistemas.
<i>Tecnologia da Informação (TI)</i>	<i>4. Integração</i>	Integração de aplicações. Substituição de sistemas antigos para facilitar a integração. TI potenciam novos métodos de negócio. Sistemas justificados pela contribuição dada ao negócio. Utilizadores assumem grande controlo sobre a sua computação.
	<i>5. Arquitectura</i>	Dispersão da informação. Gestão da informação é crítica. Novos sistemas focam os objectivos estratégicos do negócio. Incremento rápido do envolvimento da gestão de topo.
	<i>6. Descentralização</i>	Descentralização da função SI. Unidades de negócio têm responsabilidades na colocação de TI. Subcontratação de processamento torna-se uma comodidade. Clara tendência em direcção à manutenção de sistemas legados.
<i>Rede (R)</i>	<i>7. Infra-estrutura funcional</i>	Tradução da arquitectura do negócio numa nova camada adicional de infra-estrutura funcional. Mudanças contínuas em direcção a plataformas abertas e públicas. Pessoal de TI habituado a ferramentas poderosas. Organizações desenvolvem alianças estratégicas com clientes e fornecedores. Desenvolvimento rápido e económico de aplicações, respeitando normas de qualidade. O foco move-se da integração de sistemas para integração flexível de módulos. Há mudanças contínuas em direcção a ambientes cliente-servidor numa tentativa de uma verdadeira integração de automação de escritório.
	<i>8. Crescimento concertado</i>	Centros de infra-estruturas de TI operam como centros de proveitos. Expansão do suporte funcional dos utilizadores pela adição de aplicações de camada de topo que usam a funcionalidade fornecida pela infra-estrutura funcional. Grande quantidade de servidores externos disponíveis e acessíveis via redes públicas.
	<i>9. Reacção Rápida</i>	Adaptação da funcionalidade com mudanças dinâmicas das equipas de negócios. Muitas adaptações de realização requeridas pelos utilizadores pela simples mudança de parâmetros. Todo o desenvolvimento de novas aplicações terá o carácter de engenharia pragmática com elevada eficiência.

A localização do tópico *Integração* entre o *Planeamento do Negócio* e o *Planeamento dos Sistemas de Informação* como primeira preocupação nos últimos estudos sobre factores chave de sucesso dos gestores de sistemas de informação [Khandelwal e Ferguson 1999], levou King e Teo (1997) a propor o *Modelo de Maturidade da Integração entre o Planeamento do Negócio (PN)* e o *Planeamento do Sistema de Informação (PSI)*.

De acordo com o modelo de King e Teo, a maturidade da integração entre o planeamento do negócio e o planeamento do SI evolui por quatro estádios de crescimento, desde uma *Integração Administrativa* até uma *Integração Total*, passando pelos estádios *Integração Sequencial* e *Integração Recíproca*, como ilustra a figura 4.5.

No **primeiro estágio** existe um fraco relacionamento entre o PN e o planeamento do SI. Geralmente, existe pouco esforço para usar tecnologia de informação (e.g., computadores e telecomunicações) para suportar planos do negócio.

No **segundo estágio**, existe um relacionamento sequencial entre o PN e o PSI. O PN fornece direções para o PSI. O PSI foca-se sobretudo na disponibilização de suporte aos planos do negócio.

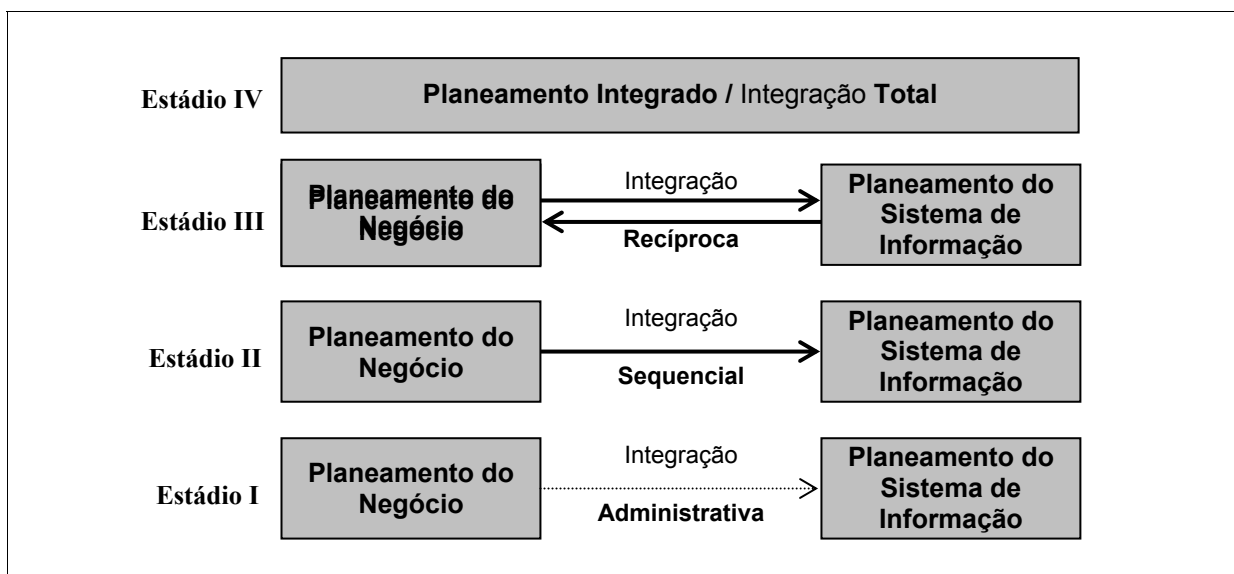


Figura 4.5. Estádios de relacionamento entre o Planejamento do Negócio e o Planejamento do SI [adaptado de King e Teo 1997].

No **terceiro estágio**, existe uma integração recíproca e interdependente entre o PN e o PSI. O PSI tem um papel duplo: suporta e influencia os planos do negócio.

Finalmente, no **quarto estágio**, existe pouca distinção entre o processo de PSI e o processo de PN. A estratégia do negócio e dos sistemas de informação é desenvolvida concorrentemente no mesmo integrado processo de planeamento.

4.4 Combinação dos Factores Críticos de Sucesso com o Último Modelo de Nolan

Uma proposta inovadora recente surgiu num trabalho de Khandelwal e Ferguson (1999). Estes sugerem a combinação do método Factores Críticos de Sucesso com a última teoria de estádios de Nolan [Mutsaers et al. 1997] para determinar a maturidade da gestão de SI das organizações.

O conceito Factores Críticos de Sucesso (FCSs) foi introduzido inicialmente por Rockart (1979) como um mecanismo de identificação das necessidades de informação do responsável máximo das organizações (CEO). Desde então tem sido usado largamente, num grande número de situações. Por exemplo, o PQM (Process Quality Management) [Ward 1990], um método de planeamento de SI, baseia todo o seu processo no conceito de FCSs. Os FCSs são definidos como aquelas poucas coisas que têm de correr bem para que o negócio seja bem sucedido. Se a gestão não coloca atenção nessas poucas coisas, o desempenho organizacional poderá vir a sofrer. A ênfase aqui está em “poucas” que “têm de correr bem”. Por causa deste limitado número, a gestão está apta a fornecer um foco constante nos FCSs até que eles sejam alcançados.

Por causa das mudanças das circunstâncias, as prioridades dos gestores podem mudar de tempos a tempos. O que é hoje crítico para um gestor pode vir a modificar-se e, por

consequência, deixar de ser crítico. Por outro lado, o que é hoje trivial pode tornar-se crítico no futuro. Com o tempo, uma organização cresce e amadurece, bem como possui um conjunto de factores críticos de sucesso diferente. Os FCSs podem, assim, ser usados como uma técnica de medição da maturidade de uma organização, indústria ou região. Pela harmonização ou correspondência dos FCSs de uma organização com as características de um modelo de maturidade, tal como a teoria de estádios de Nolan [Mutsaers et al. 1997], poder-se-á estabelecer a maturidade da gestão de SI da organização [Khandelwal e Ferguson 1999].

Como verificado, a natureza temporal dos FCSs faz deles uma técnica útil na identificação da posição na curva de crescimento da gestão de SI de uma organização. Para que isto fosse possível, Khandelwal e Ferguson (1999) mapearam os FCSs⁶ em função das características dos diferentes estádios de crescimento, como mostra a *tabela 4.7*. Este mapeamento foi determinado por meio de uma sistemática harmonização e correspondência da definição de estádios e definição de FCSs. Pela identificação dos FCSs da gestão de SI de uma organização é então possível determinar o estádio de maturidade de uma organização.

Tabela 4.7. Mapeamento dos FCSs e estádios de crescimento [adaptado de Khandelwal e Ferguson 1999]

Era	Estádio	Factores Críticos de Sucesso
Processamento de Dados (PD)	1. Iniciação	Não há FCSs
	2. Contágio	Não há FCSs
	3. Controlo	Reduzir custos em SI. Desenvolvimento de planeamento de TI. Metodologias de gestão de projecto. Gestão dos serviços dos utilizadores. Parceria Utilizadores-SI.
Tecnologia da Informação (TI)	4. Integração	Integração de sistemas. Avaliação do valor proporcionado pelas TI ao negócio. TI para vantagens significativas ou competitivas. Retirar sistemas obsoletos. Disponibilização de informação aos utilizadores. Implementação de sistemas de informação para executivos.
	5. Arquitectura	Desenvolvimento da arquitectura de informação. Sistemas distribuídos. Alinhamento dos objectivos organizacionais e de SI. Planeamento da recuperação de desastres. Estabilidade das facilidades de SI. Instruir a gestão sénior em TI.
	6. Descentralização	Rever a organização da função SI. Subcontratar SI. Aptidões de negócio do pessoal de SI. Reengenharia de processos de negócio. Redução em manutenção de software.
Rede (R)	7. Infra-estrutura funcional	Adopção de plataformas de sistemas abertos. Aptidões técnicas do pessoal de SI. Ligação com organizações externas. Normas de qualidade para TI. Produtividade do desenvolvimento de software. Desenvolvimento de aplicações modulares. Instruir os utilizadores em ferramentas de SI. Implementação de sistemas de gestão do trabalho e de <i>workflow</i> . Sistemas cliente-servidor. Facilidades de sistemas de escritório.
	8. Crescimento concertado	Administração da função SI como negócio independente. Alcançar a autonomia dos utilizadores finais. Utilização de <i>shareware</i> e software de domínio público.
	9. Reacção Rápida	Utilização de tecnologias emergentes.

⁶ A lista dos FCSs foi determinada, pelos autores, a partir da literatura e dos principais estudos já realizados para determinação dos factores chave de sucesso dos gestores de SI.

5. MODELOS DE MATURIDADE FOCADOS NO DESENVOLVIMENTO DE SI

5.1 Modelo SW-CMM do Software Engineering Institute

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.

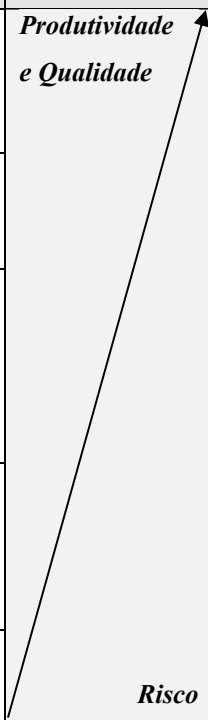
O esforço SW-CMM é baseado nos princípios da TQM⁷ e na melhoria contínua do processo de desenvolvimento. Desde que foi apresentado por Humphrey (1987a,b), tem recebido grande atenção das comunidades académica e profissional [e.g., Hather et al. 1996, Mathiassen e Sorensen 1996, Vicente et al. 1996, Soares 1997, Pressman 1997, Martinig 1998].

O SW-CMM v1.1 [Paulk et al. 1993a] descreve os princípios e as 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 estádios de maturidade, em que um estágio 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 5.1*):

- (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.

⁷ A TQM (*Total Quality Management*) 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].

Tabela 5.1: O modelo SW-CMM 1.1 [adaptado de Paulk (1993a)].

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

Predição, eficiência e controlo do processo de software são os elementos chave para uma organização se mover ao longo destes cinco estádios, como se pode constatar pela *tabela 5.1*.

Excepto para o *Estádio 1*, cada um dos outros estádios 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 5.1*. 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.

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.

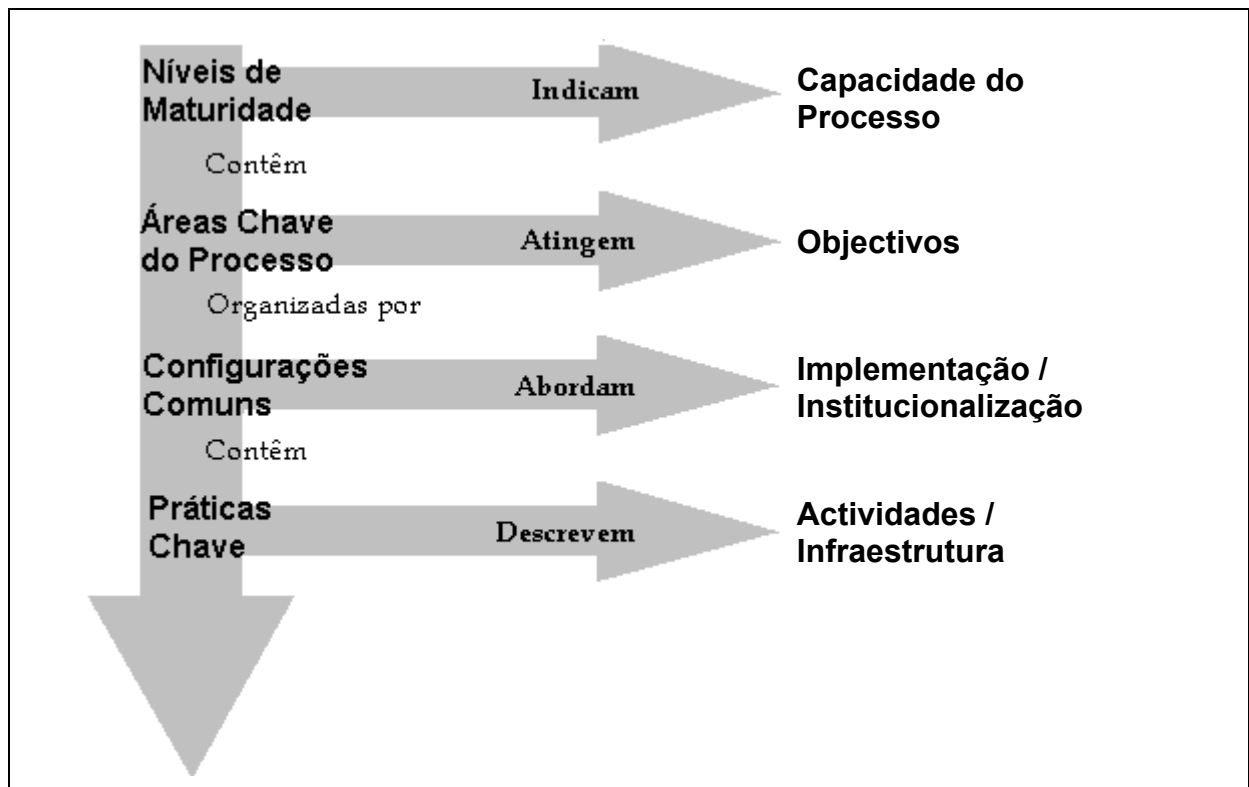


Figura 5.1: Estrutura do modelo SW-CMM [adaptado de Paulk (1993a)].

As áreas chave do processo foram definidas por estádios de maturidade, como ilustrado na *tabela 5.1*. 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 estágio otimizado 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 estágio de maturidade também somente é atingido quando se satisfazem todas as áreas chave do processo que o caracterizam.

O modelo SW-CMM v1.1 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 estágio de maturidade,

todas as suas áreas chave, mais as dos estádios precedentes, têm de estar implementadas e institucionalizadas na organização.

5.2 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 estádio 1 até ao estádio 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 estádio 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 5.2*).

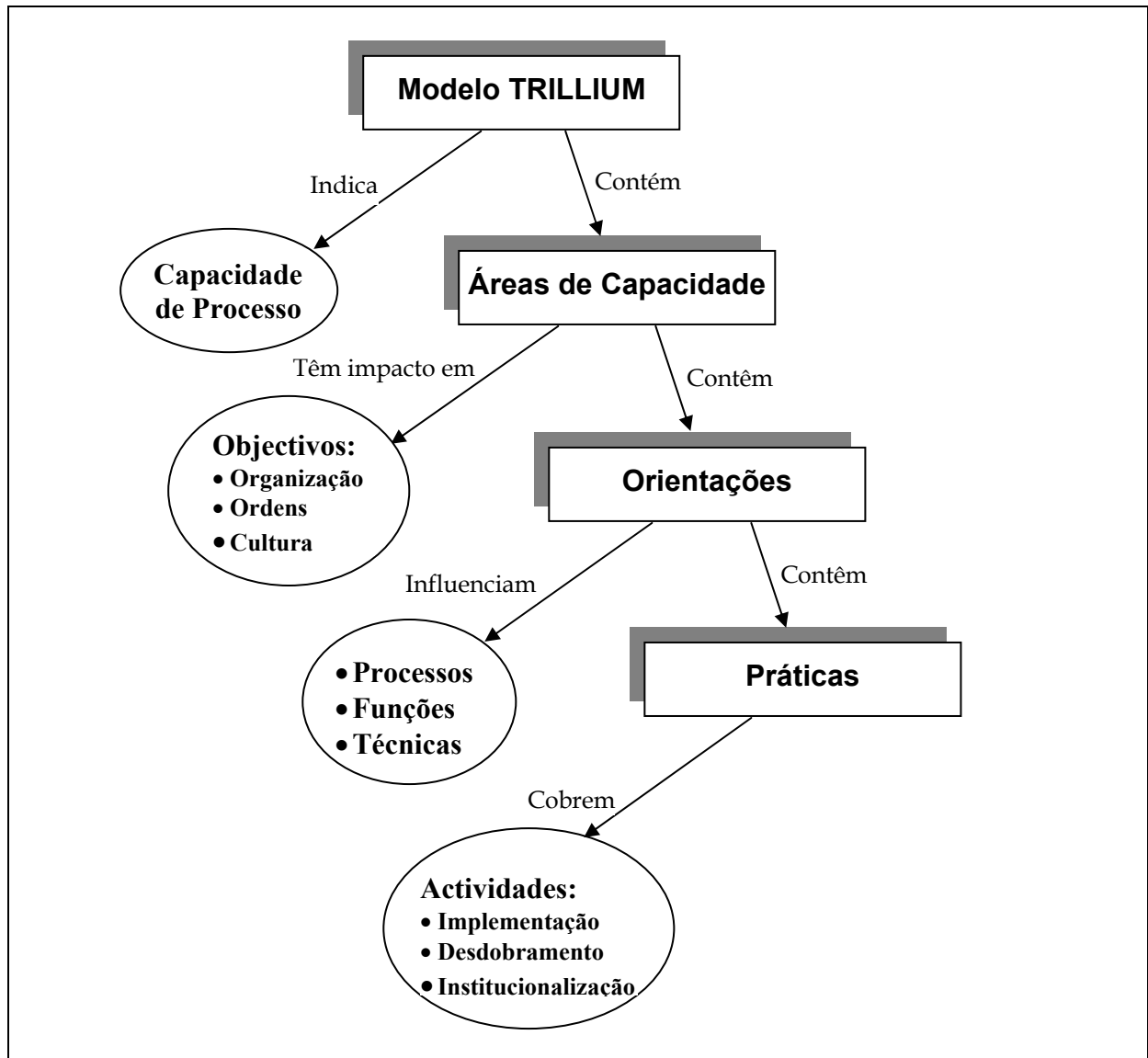


Figura 5.2: Estrutura do modelo TRILLIUM [adaptado de Trillium (1994)].

Áreas de Capacidade. Existem 8 áreas de capacidade. Cada área de capacidade contém práticas em múltiplos estádios. Por exemplo, *Gestão* atravessa do estádio 2 até ao estádio 4 enquanto *Sistema de Qualidade* vai desde o estádio 2 até ao estádio 5. A *tabela 5.2* mostra os estádios que cada área de capacidade atravessa.

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.

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

Tabela 5.2. Áreas de capacidade, orientações e distribuição de práticas por estágio [adaptado Trillium (1994)]

Áreas de Capacidade	Orientações	Número de Práticas por Estádio			
		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

A *tabela 5.2* lista as orientações contidas dentro de cada área de capacidade, bem como a distribuição de práticas por áreas de capacidade e estádios 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 estágio específico do Trillium, uma organização tem de satisfazer pelo menos 90% dos critérios em cada uma das 8 áreas de capacidade. Os estádios 3, 4 e 5 requerem também que sejam atingidos todos os estádios de nível inferior (i.e., os estádios não podem ser avançados).

5.3 Modelo BOOTSTRAP do Bootstrap Institute

As dificuldades encontradas na aplicação dos modelos americanos de avaliação e melhoria do processo de desenvolvimento 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.

Esse projecto, chamado BOOTSTRAP, teve por finalidade desenvolver um modelo para avaliação, medição quantitativa e melhoria do processo de software, envolvendo um consórcio europeu constituído por universidades e companhias de software.

A primeira versão do modelo BOOTSTRAP surgiu no final de 1992, tendo o projecto terminado em Fevereiro de 1993. Aí, alguns dos parceiros participantes no projecto decidiram explorar os resultados do projecto através da criação de uma organização sem fins lucrativos, o BOOTSTRAP Institute, com os objectivos principais de continuar o desenvolvimento e a exploração do modelo BOOTSTRAP.

Consequentemente, uma nova versão (versão 3.0 - 1997) do modelo BOOTSTRAP foi desenvolvida de modo a garantir conformidade com a norma emergente SPICE/15504 2.0 (*Software Process Improvement and Capability dEtermination*) da ISO e alinhar o modelo com a norma ISO 12207 (*Information Technology – Software Life Cycle Processes*).

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?

Uma avaliação baseada no BOOTSTRAP resulta num perfil da qualidade do processo, que representa um conjunto de pontos fortes e fracos da unidade/projecto avaliado e um estágio de maturidade para cada atributo de qualidade. Os resultados da avaliação fornecem as entradas principais para o plano de acção de melhoria e bem como o retorno sobre as actividades de melhoria implementadas.

O modelo BOOTSTRAP estrutura-se numa hierarquia de processos (*figura 5.3*) e de estádios de maturidade. Os processos dividem-se em três categorias principais: *Organização*, *Metodologia* e *Tecnologia*. A categoria *Metodologia* é completamente dividida nas sub-categorias: *Funções do Processo*, *Funções Independentes do Ciclo de Vida (CV)*, *Funções Dependentes do Ciclo de Vida*. A maturidade de cada processo do BOOTSTRAP é medida com base nos seguintes estádios de maturidade: **0) Processo Incompleto**; **1) Processo Realizado**; **2) Processo Gerido**; **3) Processo Provado**; **4) Processo Predicável**; **5) Optimização do Processo**.

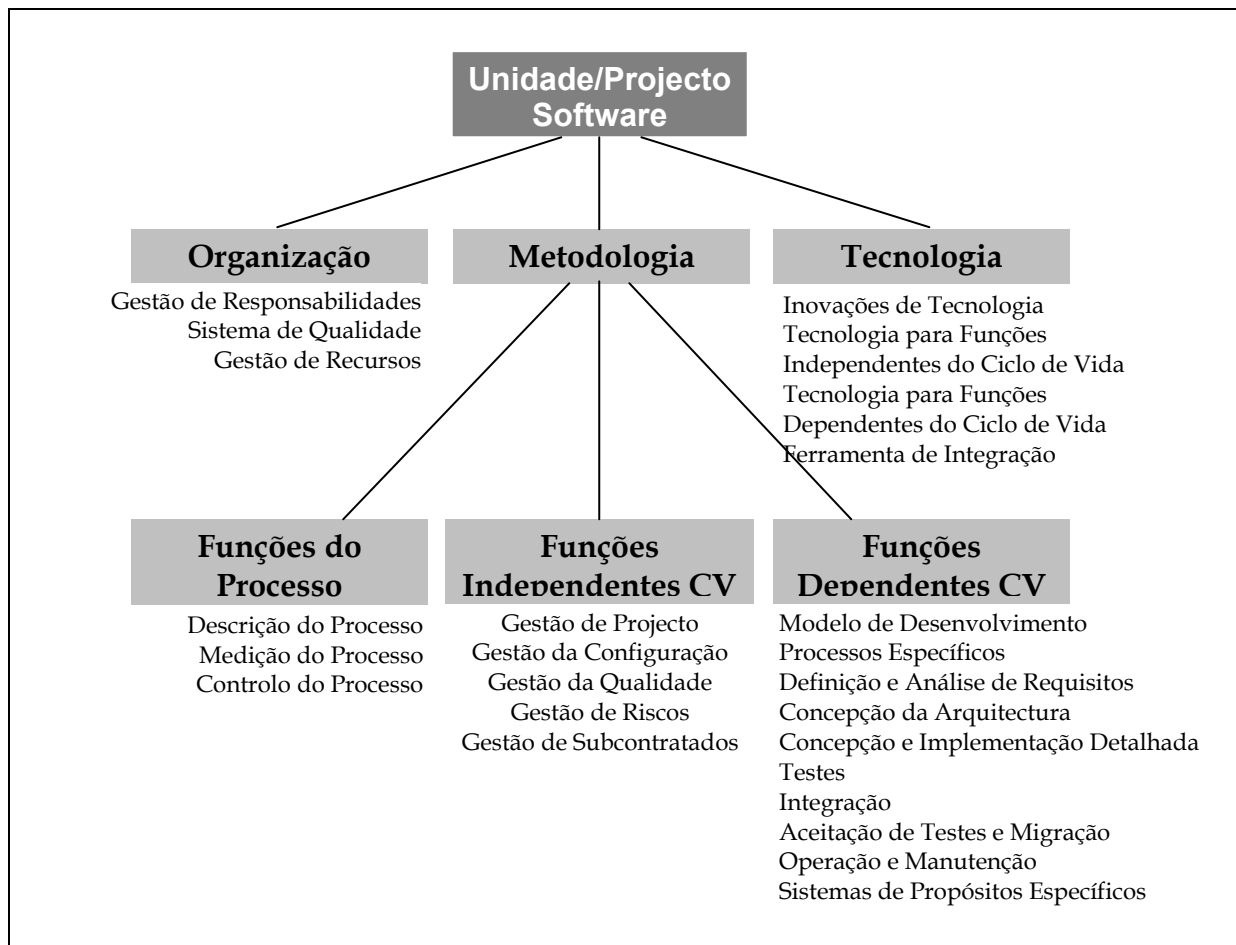


Figura 5.3: Arquitectura do BOOTSTRAP [adaptado de BI 2002].

A hierarquia de atributos de qualidade do BOOTSTRAP 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 algoritmo do SW-CMM para calcular o estágio de maturidade; e de dois questionários de avaliação para determinar a capacidade de uma organização: um para obter dados acerca da organização do processo de desenvolvimento de software e o outro para obter dados sobre os projectos de desenvolvimento.

O BOOTSTRAP não acredita em escalas absolutas e realistas a um nível alto 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 Kaizen⁸, utilizado com sucesso em algumas empresas europeias, nomeadamente na Bosch [Koch 1993], e que significa aperfeiçoamento progressivo envolvendo toda a gente.

O BOOTSTRAP avalia cada *prática-base* numa escala de quatro valores: *não*, *parcialmente*, *largamente* e *totalmente*. O estágio de maturidade é então calculado com um algoritmo baseado em quartis, para cada estágio de maturidade, pela aplicação das normas SPICE na derivação da taxação do estágio de maturidade.

⁸ Em japonês *Kai* significa mudança; e *Zen* significa para melhor.

5.4 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.

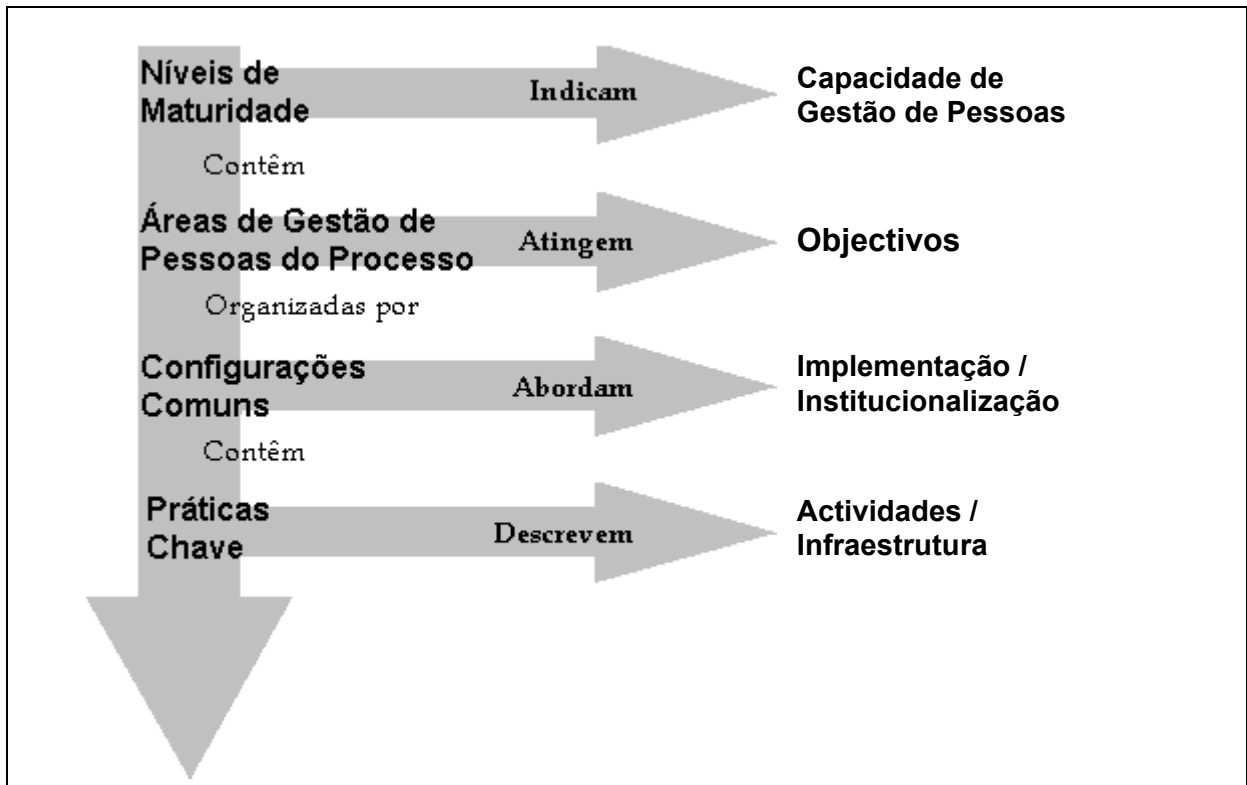


Figura 5.4: Estrutura do P-CMM [adaptado de Curtis et al. (1995)].

O P-CMM, o qual se estrutura como ilustrado na *figura 5.4*, 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 estádios de maturidade, como ilustra a *figura 5.5*:

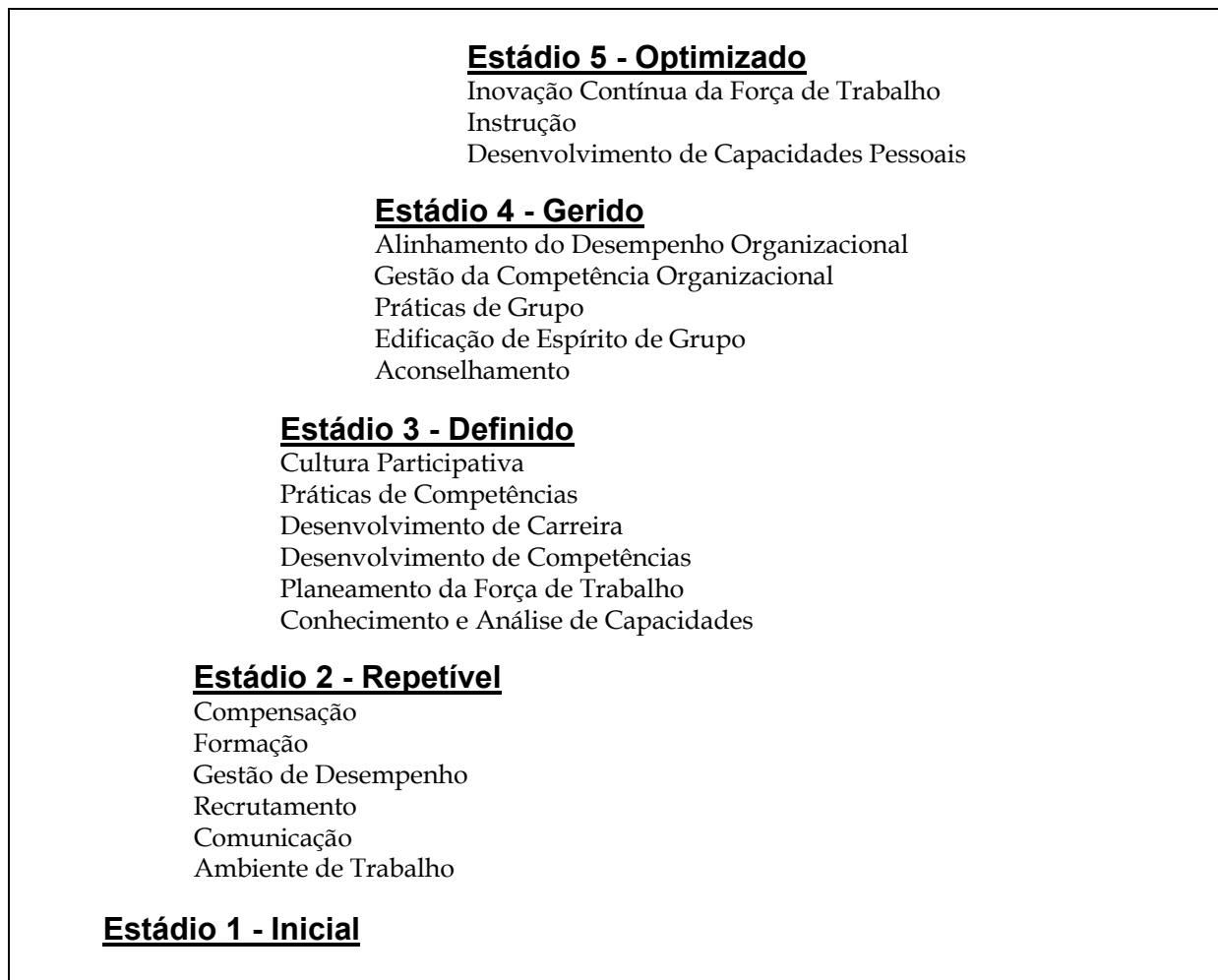


Figura 5.5: Estádios de Maturidade do P-CMM [adaptado de Curtis et al. (1995)].

- (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.

5.5 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 5.6*, 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.

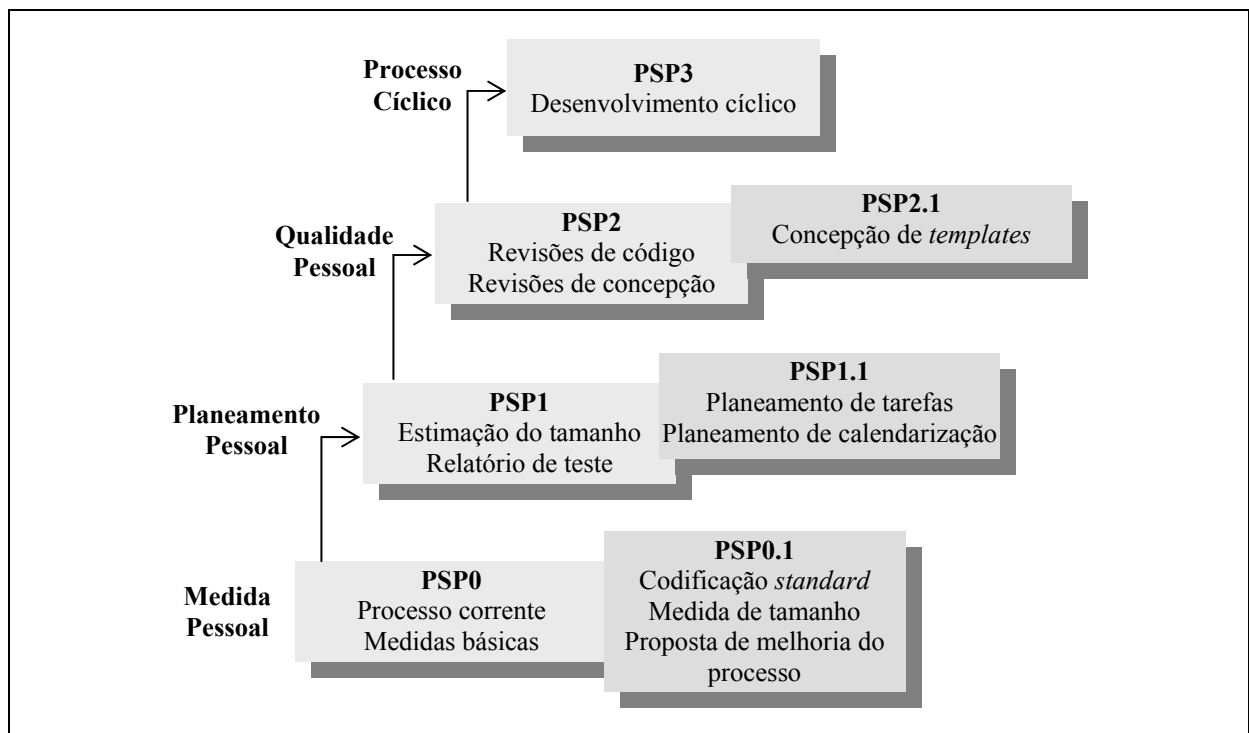


Figura 5.6: Evolução do processo PSP [adaptado de Humphrey (1995, 1996, 2000)].

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 estágio 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.

5.6 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. Até hoje foram trabalhadas três versões rascunho do conjunto de normas 15504. A primeira versão foi finalizada em 1996. A segunda versão foi finalizada em 1998. E presentemente a terceira versão está a ser sujeita à validação final. Até agora, o esforço SPICE ainda não se traduziu em normas oficiais.

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

O SPICE 1.00 (única versão disponível para *download* livre) 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 5.3*.

Tabela 5.3: 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

O modelo SPICE fornece um conjunto universal de práticas de engenharia e gestão de software bem 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].

Como mostra a *figura 5.7*, 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 v1.0. 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.

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 estádios 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 **estádio 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.

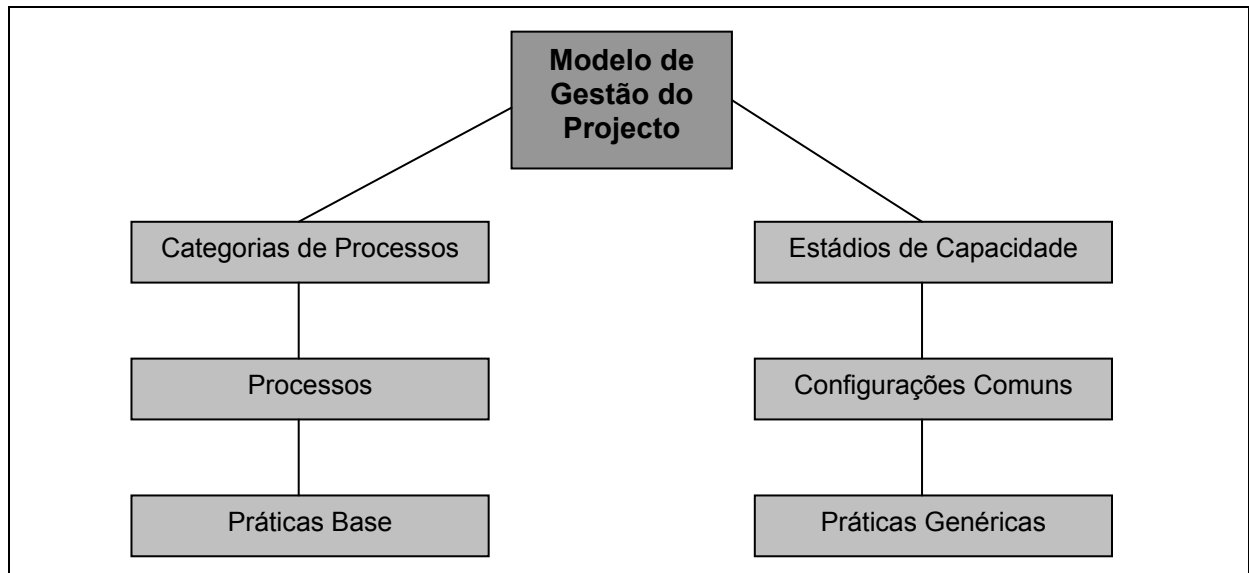


Figura 5.7: Estrutura do SPICE - Processos e Capacidade [adaptado de Paulk (1995a)].

Existem seis estádios 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 estágio *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 estágio *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

estádio *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 estágio *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 emergente 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.

5.7 Modelo SE-CMM do SEI

O modelo SE-CMM (*Systems Engineering Capability Maturity Model*) descreve os elementos essenciais de um processo de engenharia de sistemas⁹ 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 a 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 ao encontro das 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 5.8*.

⁹ 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.

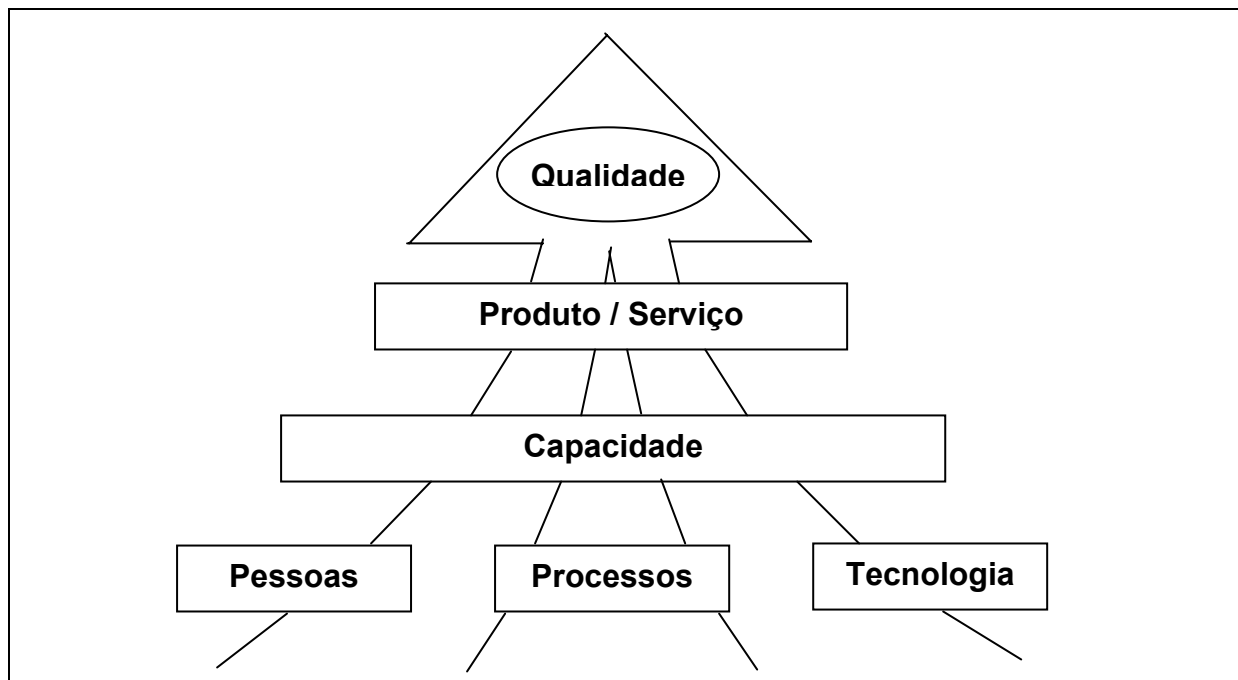


Figura 5.8: Dimensões críticas da capacidade organizacional [adaptado de Bate et al. (1995)].

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 5.9.

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

A dimensão estágio 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 estádios de capacidade são avaliados individualmente para cada área do processo. Uma organização realizando uma avaliação de todas as áreas do processo terá como resultado um perfil de capacidade contendo 18 valores separados, tantos quantas as áreas do processo.

As áreas de processos estão divididas por três categorias como ilustra a tabela 5.4. A categoria *Engenharia* está à esquerda e contém aquelas actividades que são geralmente apelidadas de tarefas "típicas" da *Engenharia de Sistemas*.

O SE-CMM contém muitas práticas base embebidas dentro de cada uma das 18 áreas do processo. 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.

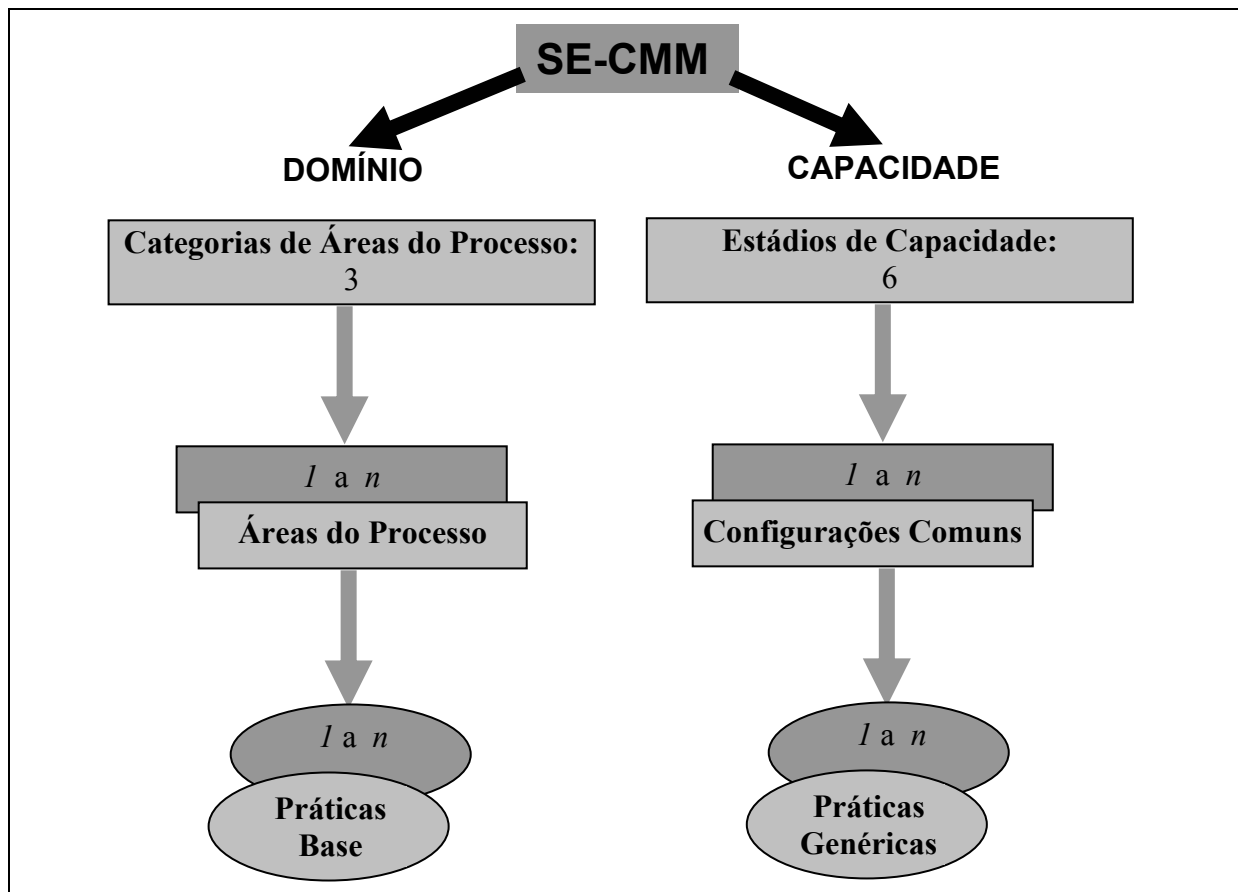


Figura 5.9: Arquitectura do SE-CMM [adaptado de Bate et al. (1995)].

Tabela 5.4: Áreas do Processo 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 processo de melhoria do SE-CMM divide-se em seis estádios. A tabela 5.5 sumaria-os juntamente com os conceitos e características associadas a cada um.

Tabela 5.5: Sumário dos pontos chave dos estádios de capacidade do SE-CMM [adaptado de Cusick (1998)].

Estádio	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

5.8 Modelo CMMI do SEI

O modelo CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) é um projecto iniciado em 1998 pelo SEI (*Software Engineering Institute*) com o objectivo de integrar num só modelo vários dos seus modelos. Actualmente o CMMI integra os modelos (1) SW-CMM v2.0 draft C (2) SE-CMM v1.1 e (3) IPD-CMM v0.98 draft – Integrated Product Development Capability Maturity Model.

Os objectivos específicos do CMMI são: substituir todos os modelos CMM por um único modelo em finais de 2003, eliminando inconsistências e reduzindo duplicações; aumentar a clareza e o entendimento pelo uso de terminologia comum, estilo consistente e componentes comuns; e assegurar conformidade com a norma emergente 15504/SPICE da ISO.

O CMMI proporciona uma eficiente e efectiva avaliação e melhoria de múltiplos processos de diferentes disciplinas numa organização; a redução de custos de formação e avaliação; uma visão comum e integrada de melhoria para todos os elementos de uma organização; e um novo meio de representar informação de disciplinas específicas numa norma, por intermédio de processos de melhoria provados.

A primeira versão final do CMMI v1.0 surgiu em 2000. A mais recente, CMMI v1.1, é do início de 2002 [CMMI 2002a e 2002b]. Em cada uma das versões, o CMMI disponibiliza diferentes combinações dos modelos do SEI. O CMMI SE/SW é a combinação que mais interessa neste documento, por ser aquela que está mais relacionada e que cobre todo o processo de desenvolvimento de sistemas de informação.

As organizações podem optar entre duas abordagens do CMMI para melhoria do processo: (1) abordagem de capacidade do processo; e (2) abordagem de maturidade organizacional. No primeiro caso para uma representação contínua do processo semelhante à do modelo SE-

CMM e à da norma 15504/SPICE da ISO; e no segundo caso para uma representação em estádios do processo semelhante à do modelo SW-CMM.

Na representação em estádios, como mostra a *figura 5.10*, as áreas do processo estão agrupadas entre os estádios 2-5, num total de 5 estádios: (1) *Inicial*; (2) *Gerido*; (3) *Definido*; (4) *Gerido Quantitativamente*; e (5) *Optimização*.

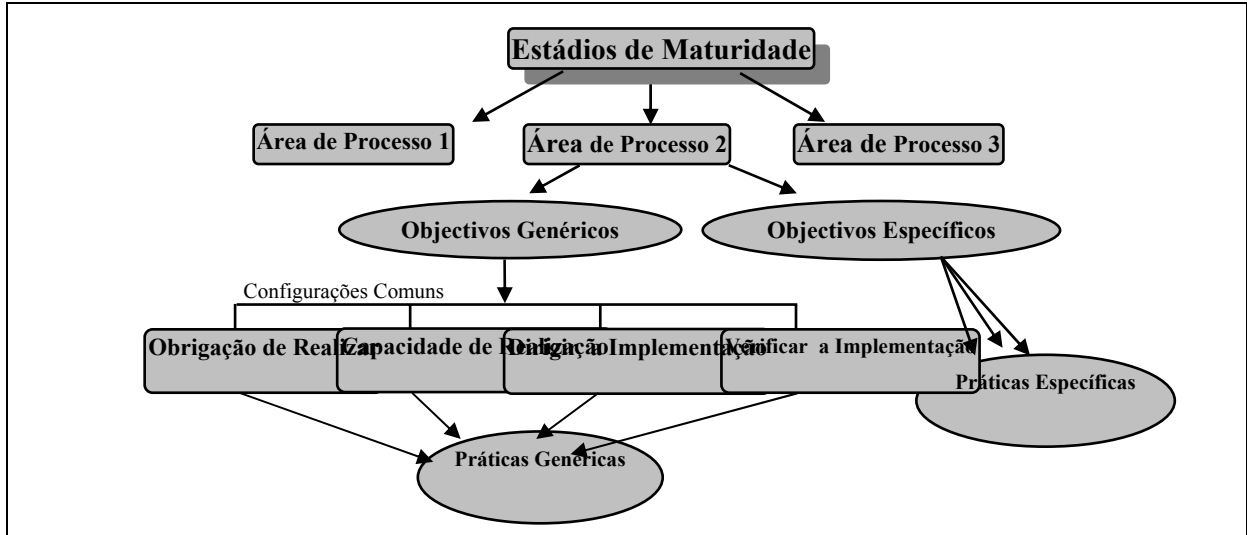


Figura 5.10. Arquitectura do CMMI – abordagem em estádios [adaptado de CMMI 2002b].

Cada área do processo contém a implementação de práticas (actividades) para atingir o propósito da área do processo. Todas as práticas (configurações comuns) têm de ocorrer para que a área do processo atinja o propósito.

Na representação contínua, como mostra a *figura 5.11*, uma área do processo contém práticas específicas para atingir o propósito da área do processo. Algumas destas práticas podem residir em estádios de capacidade mais elevados (práticas avançadas). As práticas genéricas são agrupadas para definir estádios de capacidade e são adicionadas às práticas específicas de cada área do processo para atingir um estágio de capacidade para a área do processo. Neste caso, o número de estádios de capacidade é 6: (0) *Incompleto*; (1) *Realizado*; (2) *Gerido*; (3) *Definido*; (4) *Gerido Quantitativamente*; e (5) *Optimização*.

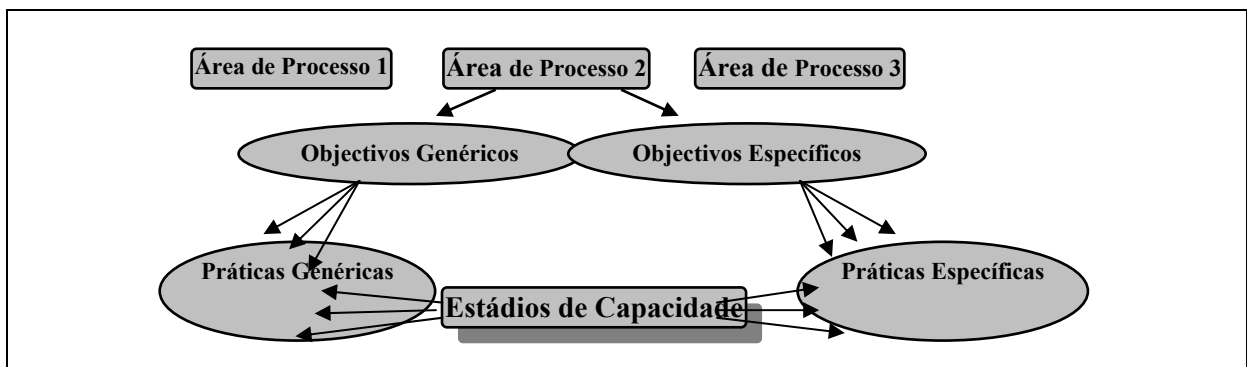


Figura 5.11. Arquitectura do CMMI – abordagem contínua [adaptado de CMMI 2002a].

A representação contínua possui mais práticas específicas do que a representação em estádios, porque a primeira comporta dois tipos de práticas (básicas e avançadas) enquanto a segunda tem apenas um tipo de práticas específicas.

Na representação contínua, as práticas genéricas existem para os estádios de 1 a 5, por sua vez, na representação em estádios só existem práticas genéricas nos estádios 2 e 3.

Na *tabela 5.6* apresentam-se alguns argumentos que podem ajudar a escolher entre a aplicação da abordagem em estádios ou a aplicação da abordagem contínua.

Tabela 5.6. Abordagem em Estádios *versus* Abordagem Contínua.

Abordagem em Estádios	Abordagem Contínua
Segue uma sequência de melhorias provada, iniciando com práticas de gestão básicas;	Permite escolher a ordem da melhoria baseado nos objectivos do negócio e áreas de risco;
Potencia comparações baseadas em estádios de maturidade;	Potencia comparações baseadas em áreas do processo ou estádios de maturidade;
Facilita a migração a partir do SW-CMM.	Potencia comparações com a ISO 15504/SPICE

6. AVALIAÇÃO DA MATURIDADE

Os gestores de SI necessitam praticar a avaliação 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**¹⁰. 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, 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/aprendizagem). 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].

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

- uma escala de medida - normalmente uma série de estádios de maturidade ou capacidade;
- critérios para avaliação em conformidade com a escala, usualmente um modelo de maturidade subjacente;
- um conjunto de características, normas e/ou boas práticas;
- um mecanismo claro para representação dos resultados.

¹⁰ 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.

A *figura 6.1* apresenta o esquema de avaliação do processo de desenvolvimento de software proposto pelo modelo SPICE. 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.

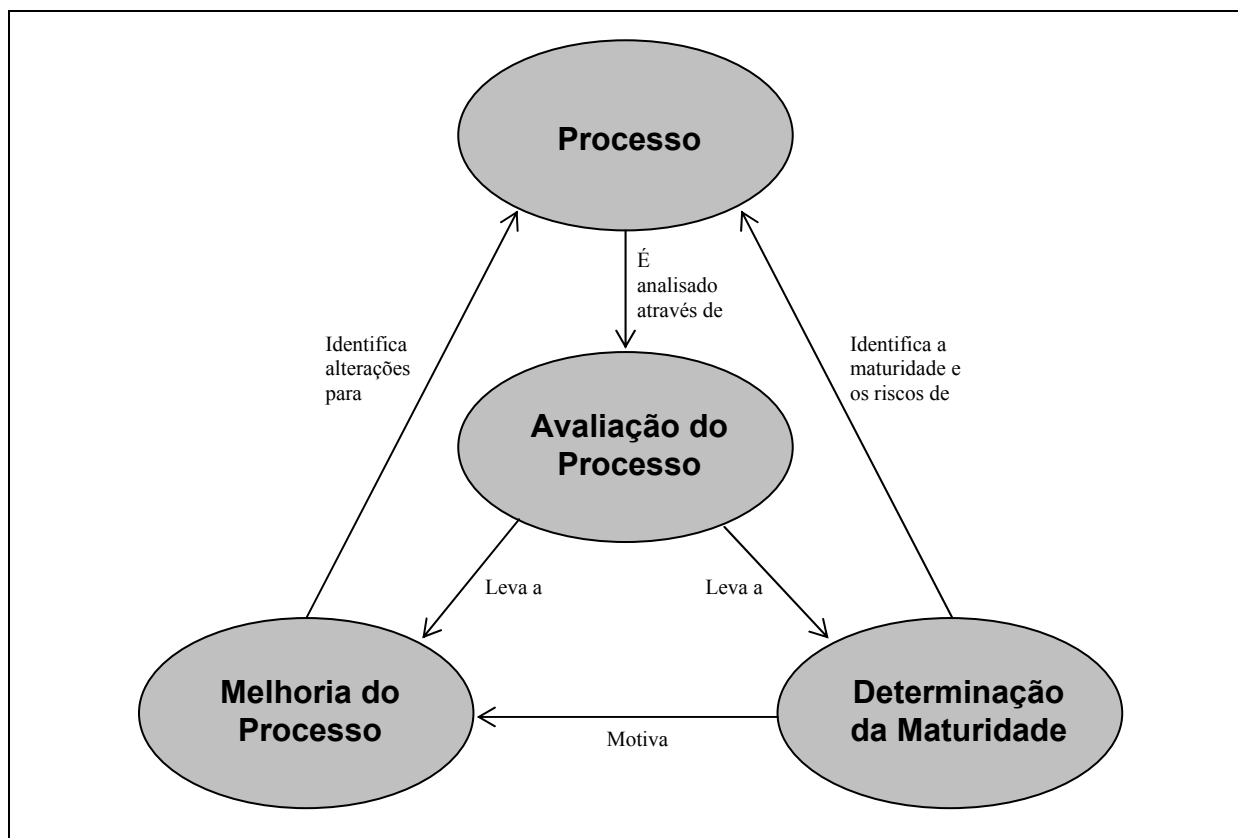


Figura 6.1: Esquema de diagnóstico do modelo SPICE [adaptado de SPICE 1.0 (1998)].

Desempenhando a medição um papel fundamental na avaliação da maturidade, apresenta-se na *tabela 6.1* um excerto do questionário subjacente ao modelo SW-CMM v1.1 [Paulk et al. 1993] para obtenção de dados que permitam determinar o estágio de maturidade do processo de desenvolvimento de software, e na *tabela 6.2* um excerto do questionário subjacente ao “modelo revisto dos estádios de crescimento” de Galliers e Sutherland (1995) para obtenção de dados que permitam determinar a maturidade das políticas e estratégias da área dos SI.

Na *tabela 6.3* e na *tabela 6.4* apresentam-se excertos de resultados derivados de um estudo realizado em Portugal junto de cinco empresas, onde foram utilizados os modelos referidos no parágrafo anterior bem como os respectivos questionários. Importa referir que os resultados finais são calculados em função de um algoritmo subjacente a cada modelo utilizado.

Tabela 6.1. Excerto do questionário subjacente ao modelo SW-CMM v1.1 [adaptado de Zubrow et al. 1994].

Área-Chave GESTÃO DE REQUISITOS	Sim	Não	Não Aplicável	Não Sei
1. As estimativas (e.g., tamanho, custo, duração) são documentadas para uso no planeamento e acompanhamento do projecto de software?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Os planos de software documentam as actividades a serem executadas e os compromissos feitos para o projecto de software?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Todos os grupos de indivíduos afectados concordam com os seus compromissos do projecto de software?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. O grupo de projecto segue uma política organizacional escrita para o planeamento do projecto de software?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. São disponibilizados os recursos adequados para o planeamento do projecto de software (e.g., financiamento e indivíduos com experiência)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. São usadas medições para determinar o estado das actividades do planeamento do projecto de software?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. O gestor de projecto revê as actividades para planeamento do projecto de software quer numa base periódica, quer numa base guiada-ao-evento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comentários:

Tabela 6.2. Excerto do questionário subjacente ao “modelo revisto de estádios de crescimento” de Galliers e Sutherland [adaptado de Galliers 1995].

Factor de influência APTIDÕES DO PESSOAL	Discorda	Concorda em Pouco	Sem Opinião	Concorda em Muito	Concorda
Não é empreendido treino/formação em SI/TI na organização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aptidões técnicas de instalação muito limitadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aptidões de programação muito limitadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
As habilidades são guardadas individual e secretamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poucas aptidões técnicas de instalação dentro da organização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aumentam as aptidões de programação e análise, apesar de ainda serem limitadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aptidões de gestão de projecto limitadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quase nenhum treino/formação é empreendido em SI/TI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Competência técnica considerável	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aptidões dos analistas e programadores bem desenvolvidas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aptidões de gestão de projecto bem desenvolvidas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faltam ao Gestor de SI aptidões interpessoais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O pessoal de SI tem aptidões de negócio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O pessoal de SI tem aptidões interpessoais claras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Os utilizadores desenvolvem aptidões de SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O responsável máximo de SI possui boas aptidões interpessoais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
São desenvolvidas aptidões nucleares na área dos SI, algumas especificidades são subcontratadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aptidões híbridas (SI-negócio) são utilizadas onde quer que seja possível	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aptidões de gestão de projecto são cooptadas de organizações maiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O responsável máximo da função SI tem aptidões de executivo sénior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Subcontratação efectiva de aptidões especializadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aptidões de liderança estratégica consideradas essenciais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aptidões partilhadas entre as organizações aliadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aptidões de gestão consensual largamente evidentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comentários:

Tabela 6.4. Excerto de resultados de cinco empresas seguindo o modelo de Galliers e Sutherland [Rocha 2000] .

Factor de influência APTIDÕES DO PESSOAL	Emp. A	Emp. B	Emp. C	Emp. D	Emp. E
Não é empreendido treino/formação em SI/TI na organização	0	25	0	0	100
Aptidões técnicas de instalação muito limitadas	0	0	0	75	0
Aptidões de programação muito limitadas	0	0	0	0	0
As habilidades são guardadas individual e secretamente	0	25	0	75	0
15,00%	0%	12,5%	0%	37,5%	25%
Poucas aptidões técnicas de instalação dentro da organização	0	0	0	75	0
Aumentam as aptidões de programação e análise, apesar de ainda serem limitadas	0	25	0	0	0
Aptidões de gestão de projecto limitadas	75	25	0	100	75
Quase nenhum treino/formação é empreendido em SI/TI	0	0	0	0	100
23,75%	18,75%	12,5%	0%	43,75%	43,75%
Competência técnica considerável	100	100	25	100	100
Aptidões dos analistas e programadores bem desenvolvidas	100	100	75	75	100
Aptidões de gestão de projecto bem desenvolvidas	25	100	25	25	25
Faltam ao Gestor de SI aptidões interpessoais	50	0	25	75	75
65,00%	68,75%	75%	37,5%	68,75%	75%
O pessoal de SI tem aptidões de negócio	75	100	75	75	75
O pessoal de SI tem aptidões interpessoais claras	50	75	75	25	75
Os utilizadores desenvolvem aptidões de SI	75	75	75	75	75
O responsável máximo de SI possui boas aptidões interpessoais	75	100	100	100	25
73,75%	68,75%	87,5%	81,25%	68,75%	62,5%
São desenvolvidas aptidões nucleares na área dos SI, algumas especificidades são subcontratadas	0	0	75	75	0
Aptidões híbridas (SI-negócio) são utilizadas onde quer que seja possível	100	75	75	25	75
Aptidões de gestão de projecto são cooptadas de organizações maiores	0	0	0	75	0
O responsável máximo da função SI tem aptidões de executivo sénior	100	100	100	100	75
52,50%	50%	43,75%	62,5%	68,75%	37,5%
Subcontratação efectiva de aptidões especializadas	0	0	75	75	0
Aptidões de liderança estratégica consideradas essenciais	75	75	75	50	0
Aptidões partilhadas entre as organizações aliadas	0	75	75	50	75
Aptidões de gestão consensual largamente evidentes	75	75	25	50	0
46,25%	37,5%	56,25%	62,5%	56,25%	18,75%

7. REFERÊNCIAS

- Amaral, L. e Varajão, J. (2000), *Planeamento de Sistemas de Informação*. FCA.
- Andersson, T., Hellens, L. (1997), "Information systems work quality", *Information and Software Technology*, Vol. 39, nº 12, pp. 837-844.
- Auer, T. (1995), "Beyond IS implementation: a skill-based approach to IS use", *Proceedings of the 3rd European Conference on Information Systems*, Atenas, Grécia.
- Baker, B. (1995), "The role of feedback in assessing information systems planning effectiveness", *Journal of Strategic Information Systems*, Vol. 4, nº 1, pp. 61-80.
- Ballantine, J., Bonner, M., Levy, M., Martin, A., Munro, L. e Powell, P. (1996), "The 3-D Model of Information Systems Success: the Search for the Dependent Variable Continues", *Information Resources Management Journal*, Vol. 9, nº 4, pp. 5-14.
- Bamberger, J. (1997), "Essense of the Capability Maturity Model", *IEEE Software*, Junho 1997, pp. 112-114.
- Bate, R. (1998), "Do systems engineering? Who, me?", *IEEE Software*, Julho/Agosto, pp. 65-66.
- Bate, R., Kuhn, D. Wells, C., et al. (1995), A systems Engineering Capability Maturity Model, V1.1, Software Engineering Institute, CMU/SEI-95-MM-003, November 1995.
- Benbasat, I., Dexter, A. e Drury, H. (1984), "A Critique of the Stage Hypothesis: Theory and Empirical Evidence", *Communications of the ACM*, Vol. 27, nº 5, pp. 476-485.
- BI, 2002, "BOOTSTRAP Architecture", *IN Bootstrap Institute*: <http://www.iscn.ie/homepages/bootstrap> (Consultado em 9 de Março de 2002).
- Blake, R. e Mouton, J., *A Estruturação de uma Empresa Dinâmica por meio do Desenvolvimento Organizacional*, Ed. Edgard Blucher, 1972.
- Boaden, R. e Lockett, G. (1991), "Information technology, information systems and information management: definition and development", *European Journal of Information Systems*, Vol. 1, nº1, pp. 23-32.
- Burn, J. (1993), "Effective alignment of information systems and business strategies", *Proceedings of the First European Conference on Information Systems*, Whitley.
- Burn, J. (1994), "A revolutionary staged growth model of information systems planning", *Proceedings of the Fifteenth International Conference on Information Systems*, Vancouver, British Columbia, Canada, pp. 395-406.
- CCTA (1990), Linhas de orientação para o planeamento estratégico de sistemas de informação (tradução do Instituto de Informática), *Informação & Informática* (separata), nº 7.
- Chiavenato, I. (1999), *Introdução à Teoria Geral da Administração*, Editora Campus.
- CMMI (2002a), *Capability Maturity Model Integration, Version 1.1, Continuous Representation*, Software Engineering Institute, CMU/SEI-2002-TR-001/ESC-TR-2002-001.
- CMMI (2002b), *Capability Maturity Model Integration, Version 1.1, Staged Representation*, Software Engineering Institute, CMU/SEI-2002-TR-002/ESC-TR-2002-002.
- Curtis, B., Hefley, W. e Miller, S. (1995), *People Capability Maturity Model*, Software Engineering Institute, CMU/SEI-95-MM-02, September 1995.
- Cusick, K. (1998), "The Systems Engineering Capability Maturity Model: Where to Start", *Software Engineering Institute*.
- Davenport, T. (1994), "Saving IT's soul: human-centered information management", *Harvard Business Review*, Vol. 72, nº 2, pp. 119-131.
- Dorothy, K., Curtis, W. et al. (1996), "A Description of the Systems Engineering Capability Maturity Model Appraisal Method", Versão 1.1, Software Engineering Institute, CMU/SEI-96-HB-004, March 1996.
- Drury, D. (1983), "An empirical assessment of the stages of DP growth", *MIS Quarterly*, Vol. 7, nº 2, p 59-70.

- Eriksson, I. e Törn, A. (1997), "Introduction to IST special issue on information system quality", *Information and Software Technology*, Vol. 39, nº 12, pp. 797-799.
- Etzioni, A. (1980), *Organizações Modernas*, Pioneira Ed., 6ª ed.
- Falduto, F., Blythe, K. e McClure, P. (1994), "The Information Age, the People Factor, and the Enlightened IS Manager", *CAUSE/EFFECT*, Vol. 17, nº 1.
- Galliers, R. (1991), "Strategic information systems planning: myths, reality and guidelines for successful implementation", *European Journal of Information Systems*, Vol. 1, nº 1, pp. 55-64.
- Galliers, R. (1995), "Stages of Growth Model: Data Collection Forms", Warwick Business School /PI Business Consultants Ltd.
- Galliers, R. e Sutherland, A. (1991), "Information systems management and strategy formulation: the 'stages of growth' model revisited", *Journal of Information Systems*, Vol. 1, nº 2, pp. 89-94.
- Garvin, D. (1993), "Building a learning organization", *Harvard Business Review*, July-August, pp. 78-91.
- Grégoire, J. e Lustman, F. (1993), "The stage hypothesis revisited: An EDP professionals point of view", *Information & Management*, Vol. 24, p. 237-245.
- Gibson, C. e Nolan, R. (1974), "Managing the Four stages of EDP Growth", *Harvard Business Review*, nº 1, pp. 76-88.
- Gottschalk, P. e Solli-Saether, H. (2001), "Differences in Stage of Integration between Business Planning and Information Systems Planning according to Value Configurations", *Informing, Science*, V. 4, nº 1.
- Greiner, L. (1972), "Evolution and Revolution as Organizations Grow", *Harvard Business Review*, nº 6, pp. 37-46.
- Greiner, L. (1998), "Revolution is still inevitable", *Harvard Business Review*, nº 3, pp. 62-63.
- Gurbaxani, V. e Mendelson, H. (1990), "An Integrative model of information systems spending growth", *Information Systems Research*, Vol. 1, nº 1, pp. 23-46.
- Hather, R., Burd, E. e Boldyreff, C. (1996), "A method for application management maturity assessment", *Information and Software Technology*, Vol. 38, nº 11, pp. 701-709.
- Hellens, L. (1997), "Information systems quality versus software quality: A discussion from a managerial, an organisational e an engineering viewpoint", *Information and Software Technology*, Vol. 39, nº 12, pp. 801-808.
- Humphrey, W. (1987a), *Characterizing the Software Process: A Maturity Framework*, Software Engineering Institute, CMU/SEI-87-TR-11, June 1987.
- Humphrey, W. (1987b), *A Method for Assessing the Software Engineering Capability of Contractors*, Software Engineering Institute, CMU/SEI-87-TR-23, September 1987.
- Humphrey, W. (1989), *Managing de Software Process*, Addison Wesley.
- Humphrey, W. (1995), *A Discipline for Software Engineering*, Addison Wesley.
- Humphrey, W. (1996), "Using a Defined and Measured Personal Software Process", *IEEE Software*, V. 13, nº 3, pp. 77-88.
- Humphrey, W. (2000), *The Software Personal Process (PSP)*, CMU/SEI-2000-TR-022.
- IBM, 1984, *Business Systems Planning: Information Systems Planning Guide*, IBM Corporation, 1984.
- Khan, E. (1992), "The stages of evolution of information systems functions: Findings in the Bahrain environment", *IEEE Transactions of Engineering Management*, Vol. 39, nº 1, pp. 84-95.
- Khandelwal, V. e Ferguson, J. (1999), "Critical Success Factors (CSFs) and the Growth of IT in Selected Geographic Regions", *Proceedings of 32nd Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS-32)*, USA.
- King, J. e Kraemer, K. (1984), "Evolution and organizational information systems: An assessment of Nolan's stage model", *Communications of de ACM*, Vol. 27, nº 5, pp. 466-475.

- King, W. e Teo, T. (1997), "Integration between Business Planning and Information Systems Planning: Validating a Stage Hypothesis", *Decision Sciences*, Vol. 28, nº 2, pp. 279-307
- Klein, M., (1995), "The end of delegation? information technology and the CEO", *Harvard Business Review*, Vol. 73, nº 5, pp. 161-172.
- Koch, G. (1993), *Maturity Assessments: The BOOTSTRAP Approach*, 2I Consult Koch & Partner, IN: http://www.cern.ch/PTGroup/spi/process_ass/bootstrap.html (Consultado em Janeiro de 1999).
- Koot, W. e Zee, H. (1989), "IT Assessment", *Informatie*, nº 11.
- Lawrence, P. e Lorsch, J. (1972), *O Desenvolvimento Organizações: Diagnóstico e Acção*, Ed. Edgard Blucher.
- Lavoie, D. e Culbert, A. (1978), "Stages in organization and development", *Human Relations*, nº 31, pp. 417-438.
- Leavitt, J. (1964), "Applied Organization Change in Industry: Structural, Technical and Human Approachs", in *New Perspectives in Organizational Research*, John Wiley, pp. 55-71.
- Martinig, F. (1998), *Usage of quality models*, *Methods & Tools*, Vol. 6, nº 8, pp. 11-15.
- Mathiassen, L. e Sorensen, C. (1996), "The capability maturity model and CASE", *Information Systems Journal*, Vol. 6, nº 3, pp. 195-208.
- McFarlan, F. e McKenney, J. (1982), "The information archipelago - maps and bridges", *Harvard Business Review*, Vol. 60, nº 5, pp. 109-119.
- McFarlan, F., McKenney, J. e Pyburn, P. (1983), "The information archipelago - plotting a course", *Harvard Business Review*, Vol. 61, nº 1, pp. 145-156.
- Mutsaers, E., Zee, H. e Giertz, H. (1997), "The Evolution of Information Technology", *BIK-Blad* (Nolan Norton & Co., Utrecht), Vol. 2, nº 2, pp. 15-23.
- Nidumolu, S. (1996), "Standardization, requirements uncertainty and software project performance", *Information & Management*, Vol. 31, nº 3, pp. 135-150.
- Nolan, R. (1973), "Managing de computer resource: a stage hypotesis", *Communications of de ACM*, Vol. 16, nº 7, pp. 399-405.
- Nolan, R. (1979), "Managing the crisis in data processing", *Harvard Business Review*, Vol. 57, nº 2, pp. 115-126.
- Nolan, R. e Crosson, D. (1995), *Creative Destruction: A six stage process for transforming the organization*, Harvard Business School Press.
- Nolan, R. e Koot, W. (1992), "Nolan Stages Theory Today: A framework for senior and IT management to manage information technology", *Holland Management Review*, nº 31, pp. 1-24.
- O'Conner, A. (1993), "Successful strategic information systems planning", *Journal of Information Systems*, Vol 3, pp. 71-83.
- Paulk, M., Curtis, B., Chrissis, M. e Weber, C. (1993a), *Capability Maturity Model for Software*, Version 1.1, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, CMU/SEI-93-TR-024.
- Paulk, M., Curtis, B., Chrissis, M. e Weber, C. (1995a), *The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process*, Addison-Wesley.
- Paulk, M., Konrad, M. e Garcia, S. (1995b), "CMM Versus SPICE Architectures", *Software Process Newsletter*, IEEE Computer Society Technical Council on Software Engineering, nº 3, Spring, pp. 7-11.
- Ping, Z.e Grimshaw, D. (1992), "A comparative study of the application of IT in China and the West: culture and the stages of growth model", *International Journal of Information Management*, Vol. 12, pp. 287-293.
- Popper, K. e Lorenz, K. (1990), *L'avenir est Ouvert*, Flammarion.
- Pressman, R. (1997), *Software Engineering: a practitioner's approach*, 4ª ed., McGrawHill.
- Rocha, A. (2000), *Influência da Maturidade da Função Sistema de Informação na Abordagem à Engenharia de Requisitos*, Tese de Doutorado, Universidade do Minho.

- Rockart, J. (1979) "Chief executives define their own data needs", *Harvard Business Review*, nº 2, pp. 81-93.
- Saarinen, T. (1989), "Impacts on organizations - Evolution of information systems in organizations", *Behaviour and Information Technology*, Vol. 8, nº. 5, pp. 387-398.
- Saarinen, T. (1996), "An expand instrument for evaluating information systems success", *Information & Management*, Vol. 31, nº 2, pp. 103-118.
- Sampaio, L. (1995), O Desenvolvimento da Função "SI": Uma Avaliação nas Regiões do Vale do Ave e Vale do Sousa, Tese de Mestrado, Universidade do Minho.
- Santos, M. (1996), Padrão de Evolução da Função SI nos Serviços de Informática de Grande Dimensão da Administração Pública Portuguesa, Tese de Mestrado, Universidade do Minho.
- Santos, C. (1998), "PME de Sucesso", *Forum Empresarial*, nº 6 (suplemento do "Público" de 16 de Março de 1998).
- Satriani, G. (1996), "Improving the Software Development Process", *European Software Institute*, EOQ-9602-01.
- SEI, (1995), Relationships Between the Systems Engineering Capability Maturity Model and Other Products, Versão 1.0, Technical Report, Software Engineering Institute, SECMM-94-09, CMU/SEI-94-TR-26, ESC-TR-94-026.
- Siegler, R. (1991), *Children's Thinking*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- Smith, H. e McKeen, J. (1996), "Measuring IS: how does your organization rate?", *Data Base*, Vol. 27, nº 1, pp. 18-30.
- Smith, G., Mitchell, R. e Summer, E. (1985), "Top level management priorities in different stages of the organizational life cycle", *Academy of Management Journal*, Vol. 28, nº 4, pp. 799-820.
- Soares, N. (1997), Avaliação da Maturidade do Processo de Software, Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho.
- SPICE V1.00 (1996), *ISO/IEC Software Process Assessment*. ISO.
- Swanson, E. (1997), "Maintaining IS quality", *Information and Software Technology*, Vol. 39, nº 12, pp. 845-850.
- Trillium V3.0, (1994), Model for Telecom Product Development & Support Process Capability, Release 3.0, Bell Canada.
- Vasta, R., Haith, M. e Miller, A. (1995), *Child Psychology, The Modern Science*, John Wiley.
- Vicente, B., António, C. e Barreira, J. (1996), *Qualidade no Software, Projecto Aquis*, Instituto Português da Qualidade.
- Ward, B. (1990), "Planning for Profit", *In* Lincoln, T., *Managing Information Systems for Profit*, John Wiley, pp. 103-146.
- Zachman, J., Inmon, W. e Geiger, 1997, *Data Stores, Data Warehousing and the Zachman Framework: Managing Enterprise Knowledge*, McGraw-Hill.
- Zubrow, D. et al. (1994), Maturity Questionnaire, Special Report, CMU/SEI-94-SR-07, Software Engineering Institute.
- Zultner, R. (1993), "TQM for Technical Teams", *Communications of the ACM*, Vol. 36, n. 10, pp. 79-91.
- Zuurmond, A. (1991), "The Nolan stage model: an alternative view", *Informatization of the Public Sector*, Vol. 1, nº.1, pp. 41-58.