



Capítulo 5: CMMI, o Capability Maturity Model Integration

- Capítulo 1: Introdução
- Capítulo 2: Conceitos Básicos
- Capítulo 3: Qualidade de Produto (ISO9126)
- Capítulo 4: ISO9001 e ISO90003
- **Capítulo 5: CMMI**
- Capítulo 6: PSP
- Capítulo 7: SPICE
- Capítulo 8: Conclusão



Conteúdo

- Histórico
- Os componentes do modelo CMM e os cinco níveis de maturidade
- Melhoria de processos segundo o CMM
- O nível 2
- Os níveis 3, 4 e 5
- Comparação CMM x ISO 9001
- Conclusões



Evolução

- Qualidade do produto: ISO 9126
- Sistemas da Qualidade \Rightarrow preocupação com o cliente e com outros processos indiretamente ligados ao produto: ISO 9001
- Modelo específico para o setor de software: maturidade de processos de software - CMM



Histórico

- Crise de Software:
 - % dos sistemas encomendados pelo DoD: defeituosos, não entregues, não usados
- 1984: criação do SEI (Software Engineering Institute):
 - melhorar as práticas de Engenharia de Software
 - administração da Carnegie Mellon University
- 1984: “Managing the Software Process” [Humphrey]
- 1991: Versão 1.1 do CMM (SW-CMM)



Proposta do SW-CMM

- ser baseado em experiência prática de empresas de software
- refletir o melhor do estado da prática
- atender as necessidades daqueles que realizam melhoria do processo de software e avaliação do processo de software
- ser documentado e estar disponível publicamente



Histórico – CMMI

- Variantes de CMM, surgidas após 1991:
 - SW-CMM
 - SE: System Engineering
 - IPPD: Integrated Product and Process Development
 - SS: Supply Sourcing Acquisition
- Objetivos do CMMI:
 - integrar os diversos modelos
 - apresentar uma nova versão (para o SW-CMM)
 - conceitos da ISO/IEC 15504 (já presentes em SE)
- Transição de SW-CMM para CMMI:
 - SEI descontinua suporte ao SW-CMM em dez/05
 - avaliações não serão mais registradas, avaliadores não serão mais formados



Conceitos de maturidade

- Significado dos níveis de maturidade
- Vale para todos as variantes do CMM e para o CMMI



Uma empresa imatura

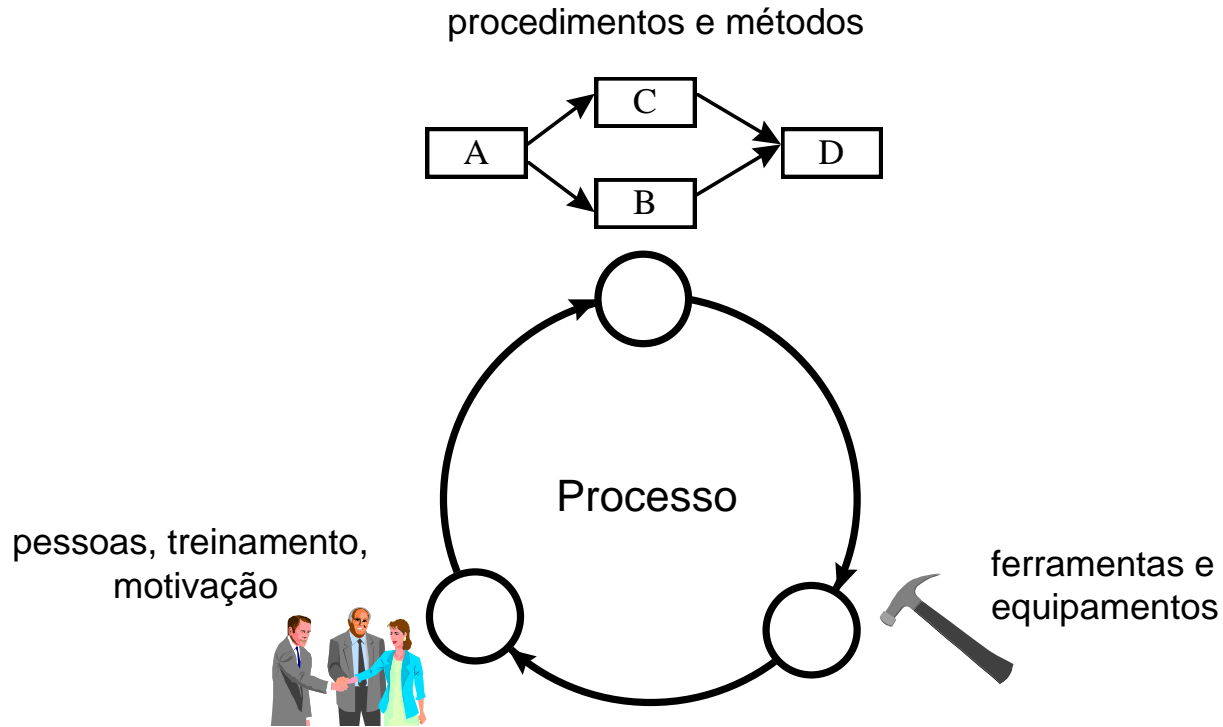
- Processos são improvisados ou não são seguidos
 - o trabalho é feito em regime de emergência (apagar incêndio)
 - compromissos de prazo e custo não são cumpridos
 - o planejamento não é feito com base em estimativas realistas
 - como os processos não são bem definidos todas as iniciativas de melhoria não se sustentam e não se perpetuam
 - quando o projeto é pressionado por prazo, a qualidade e a funcionalidade são sacrificadas
 - o sucesso de um projeto depende de especialistas (“gurus”) para resolver grandes problemas
 - frequentemente novas tecnologias são adotadas como solução milagrosa



Metáfora

- Time de várzea:
 - sem coordenação
 - uns correm desordenadamente, outros observam
- Mas, mesmo empresas imaturas podem produzir bons produtos
 - podem ter “jogadores excepcionais”
 - porém com resultados imprevisíveis e custos fora do controle

Componentes de um processo





Processo, para o CMM

- Processo em execução:
 - uma definição (ou descrição) de um processo é apenas uma descrição, não é o processo
- Todos componentes do tripé são importantes:
 - se ênfase em treinamento (pessoas) ou ferramentas (CASE): benefício cresce no início mas satura
 - métodos não podem ser desprezados
- Evolução da empresa: melhor equilíbrio entre os três componentes
- Premissa: bons processos \Rightarrow bons produtos

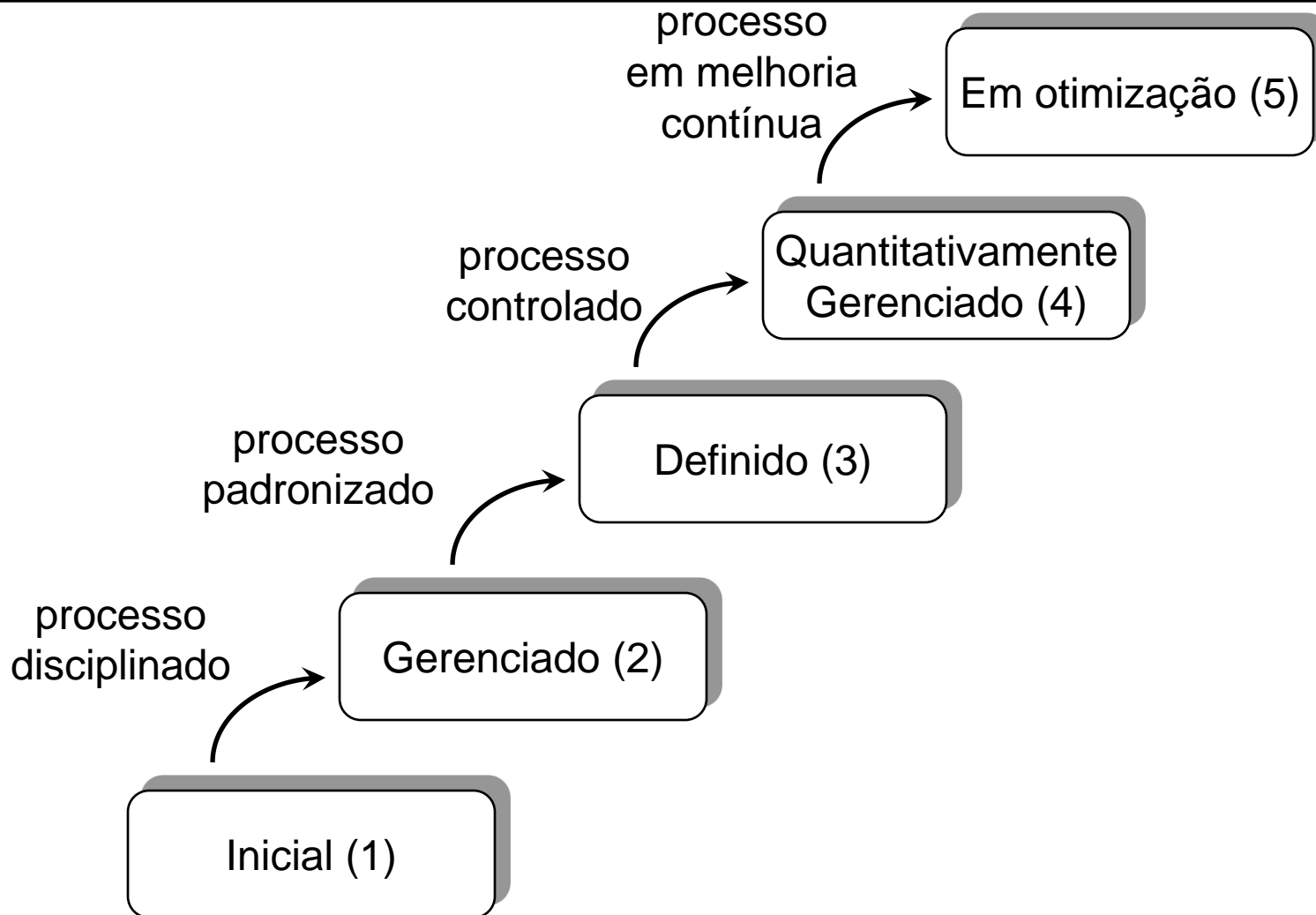


CMM: Capability Maturity Model

- Capacidade de um processo de software:
 - faixa de resultados esperados dentro de uma margem de probabilidade
 - maturidade do processo:
 - reflete em que medida ele pode ser definido, gerenciado, medido, controlado e executado de maneira eficaz
 - condição sine qua non para a implantação e sucesso de um programa de melhoria
- CMM: influência das teorias de Shewhart (PDCA), Deming e Juran
- Baseado na crença: é possível estender todos estes conceitos e ferramentas da qualidade para o setor de software



Os cinco níveis do CMMI





O nível 1: Inicial

- Não há repetibilidade dos processos; compromissos de prazo ou custo não são cumpridos
- Em crise (estado normal) a organização abandona tentativas de manter procedimentos e concentra-se básico: codificar (e talvez testar)
- As chances de sucesso: habilidades pessoais do corpo gerencial e dos desenvolvedores, da sua dedicação e “heroísmo”.
- Alguns gerentes podem conseguir suportar as pressões e se negar a desobedecer procedimentos e abreviar o ciclo de desenvolvimento:
 - mérito e conhecimento pessoal
 - pode cessar a qualquer instante



O nível 1: Inicial

- Sem forte comprometimento gerencial da alta gerência não há chances de manter processos robustos e definidos.
- No nível 1:
 - as qualidades, os procedimentos e o conhecimento pertencem às pessoas, e não ao projeto
 - **a capacidade do processo pertence às pessoas e não ao projeto**



O nível 1: Inicial

"Craziness is doing the same thing and expecting a different result"

Tom DeMarco



O nível 2: Gerenciado

- Políticas e procedimentos para GERENCIAMENTO: definidas e obedecidas
- Planejamento: baseado na experiência anterior, de maneira formalizada e não intuitiva
- Projetos usam processos que são definidos, documentados, usados, disseminados, medidos, fiscalizados e com rotinas de melhoria
- Compromissos: assumidos com bases realistas na experiência acumulada e nos requisitos documentados



O nível 2: Gerenciado

- O desenvolvimento é acompanhado e os planos são revisados de maneira regular quanto aos prazos, custos, estimativas e funcionalidade
- Existem mecanismos formais para a correção de desvios
- A gestão de requisitos formalizada permite um controle do relacionamento com o cliente e assegura que o desenvolvimento está obedecendo às suas expectativas
- O relacionamento com eventuais fornecedores subcontratados é controlado e gerenciado formalmente



O nível 2: Gerenciado

- Toda a definição e estabelecimento dos processos, no nível 2, é feita por projeto, não há necessidade de padronização na organização
- Existe uma clara visibilidade e controle de todos os aspectos GERENCIAIS do desenvolvimento em toda a cadeia gerencial
- Os processos podem ser repetidos com resultados previsíveis
- Os processos afetados são puramente gerenciais (não técnicos) e **pertencem aos projetos, e não às pessoas**



O nível 3: Definido

- Os processos utilizados são estabelecidos e padronizados em toda a organização
- Processos técnicos, de engenharia de software, passam a ser considerados ao lado dos processos gerenciais
- Passagem do nível 2 para o 3: a padronização realizada é oportunidade de escolher as melhores práticas existentes na organização
- O Software Engineering Process Group (SEPG) é responsável pelos processos da organização



O nível 3: Definido

- Treinamento técnico e gerencial
- Apesar da padronização, é possível adaptar, de uma maneira ordenada, disciplinada e formal, os processos para as necessidades particulares de um projeto
- Passam a ser repetíveis tanto os processos gerenciais quanto os técnicos
- **Os processos pertencem agora à organização e não aos projetos**



O nível 4: Quantitativamente Gerenciado

- A organização estabelece metas quantitativas para os seus produtos e processos
- Medidas de qualidade e produtividade são coletadas em todos os projetos: avaliação e análise contínua do desempenho
- Os projetos melhoram o seu controle sobre os produtos e processos; variância das medidas é diminuída
- É estabelecido o controle estatístico de processos
- Uma organização no nível 4 passa a ter uma gestão feita com bases quantitativas



O nível 5: Em otimização

- A organização está engajada na melhoria contínua de seus processos, em fase de otimização (optimizing)
- Identificação de pontos fracos e defeitos; ação preventiva sobre causas
- Mudanças mais significativas de processos ou de tecnologias são feitas a partir de análises de custo/benefício com base em dados quantitativos cuja coleta iniciou-se no nível 4



O nível 5: Em otimização

- Ações visando reduzir drasticamente o retrabalho e desperdício: melhoria da produtividade
 - melhoria pode e deve ser iniciada nos níveis inferiores de maturidade mas no nível 5 é o foco principal
 - melhoria contínua do nível 5:
 - incremental, com pequenas melhorias
 - saltos maiores, utilização controlada e disciplinada da inovação nos métodos e tecnologias utilizadas
- Melhorias em processos e tecnologias são planejadas e executadas como parte das atividades de rotina.



Porque os níveis devem ser ordenados

- Níveis do CMM são ordenados:
 - práticas dos níveis inferiores servem de base e fundamento para os superiores
- Implementação fora da ordem:
 - risco de que elas sejam abandonadas ou relaxadas exatamente no instante em que elas são mais necessárias, nos momentos de crise



Implementação fora da ordem: problemas

- Definição de processos técnicos, previstos em práticas do nível 3, tem poucas chances de institucionalização se as bases gerenciais do nível 2 não estiverem estabelecidas e institucionalizadas
- Implementação de técnicas de inspeção (peer review) em empresas do nível 1 serão com grande probabilidade abandonadas ou relaxadas devido à falta de controle gerencial
- Coleta de dados quantitativos (nível 4) em empresas ainda no nível 1
 - processos são imprevisíveis e os dados numéricos têm pouco significado



Implementação fora da ordem: possibilidades

- Com consciência das limitações:
 - SEPG ainda no nível 2 para suporte aos projetos na definição dos processos gerenciais e na elaboração dos procedimentos no contexto dos projetos
- Implementações parciais existem mesmo no nível 1:
 - práticas de engenharia de software (nível 3)
 - evolução tecnológica (nível 5)
 - sempre com pouca eficácia e pouco controle sobre os resultados

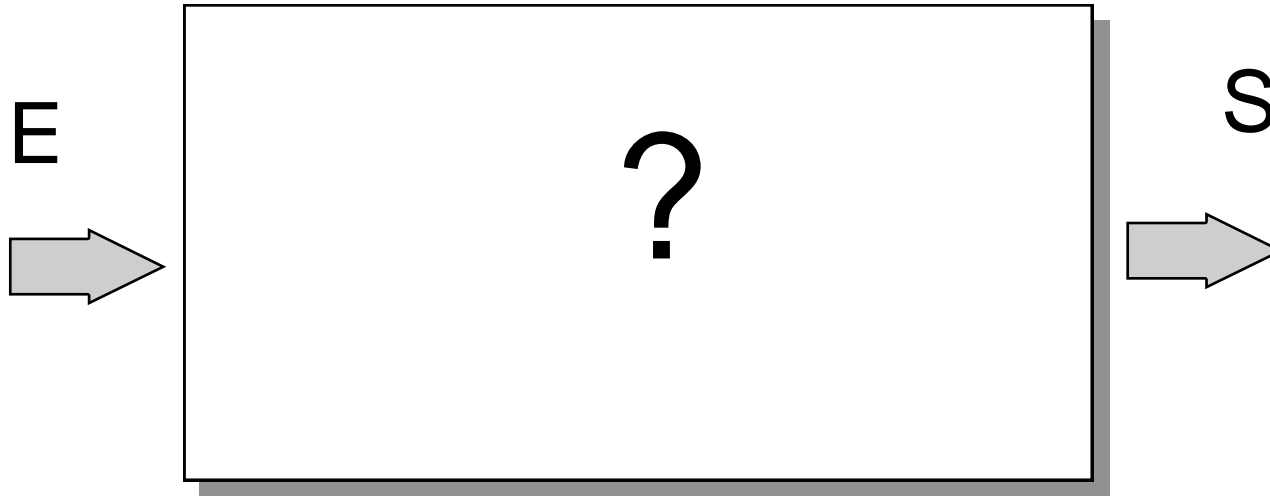


Visibilidade do processo de software

- Principais objetivos e benefícios do CMM
 - visibilidade apropriada do processo de desenvolvimento, tanto para o corpo técnico quanto para o corpo gerencial
- Importante em projetos grandes, com uma equipe de desenvolvimento envolvendo várias dezenas de pessoas
 - sem o apoio de modelos como CMM, é difícilimo manter controle do projeto.

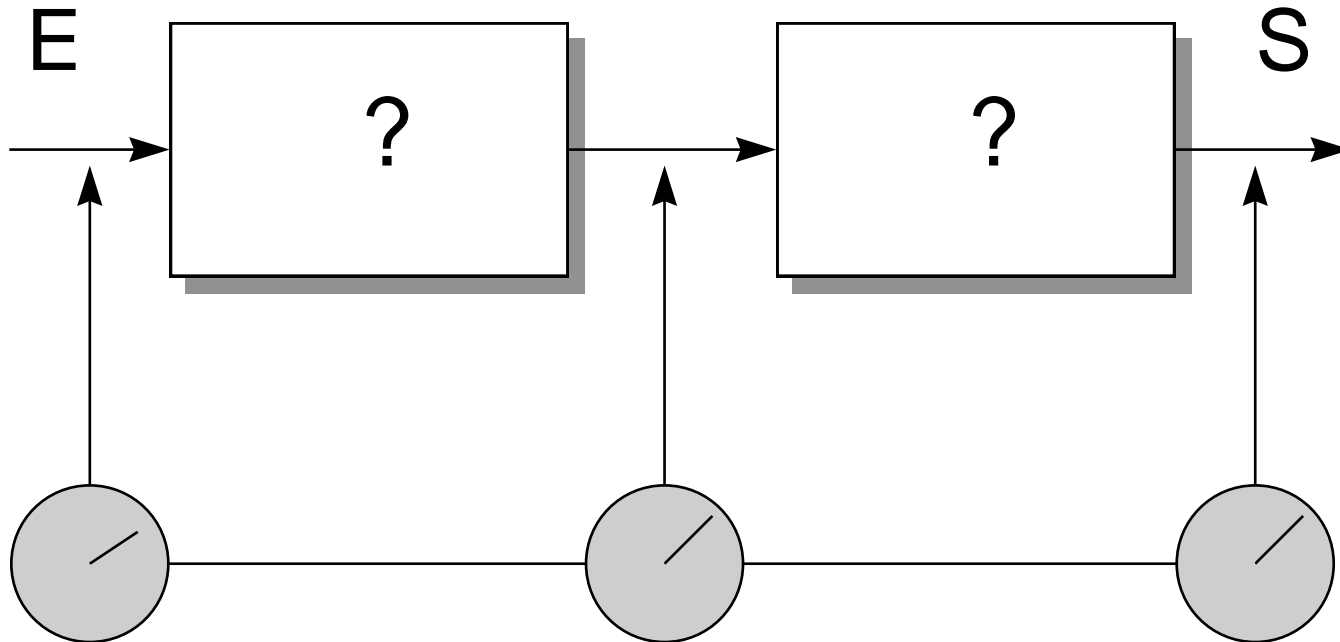


Visibilidade no nível 1



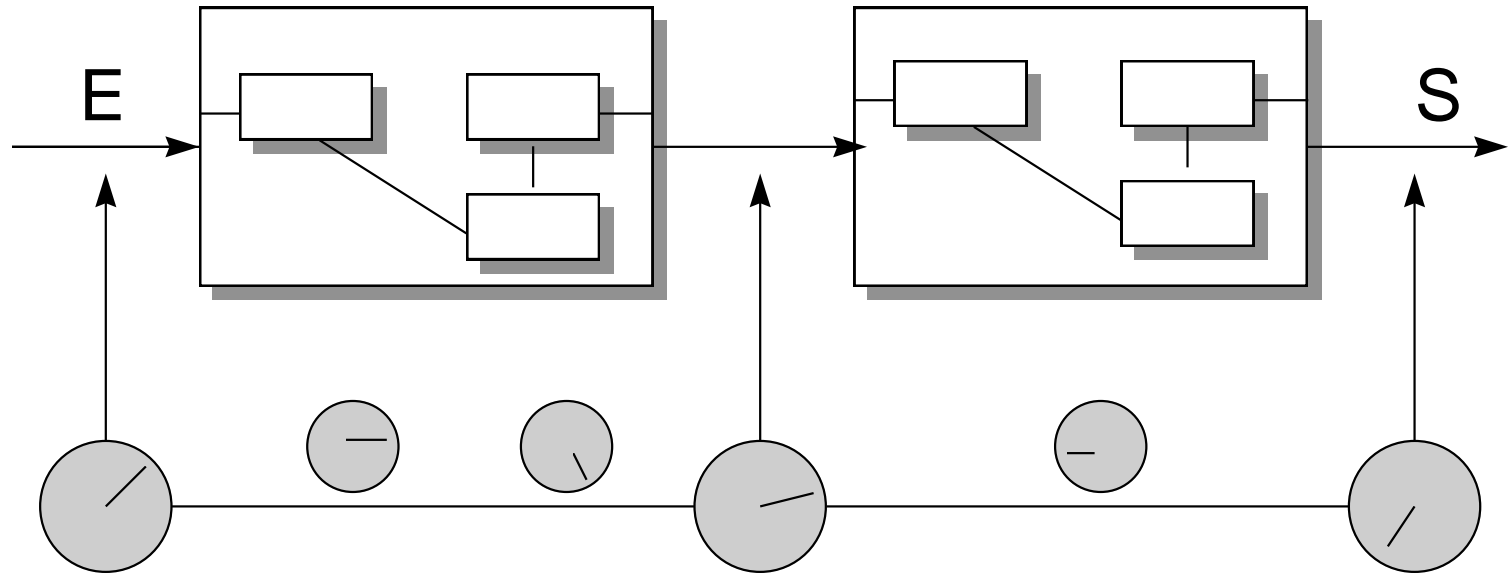
- caixa preta
- resultado pode acabar saindo, com prazos e custos fora do controle

Visibilidade no nível 2



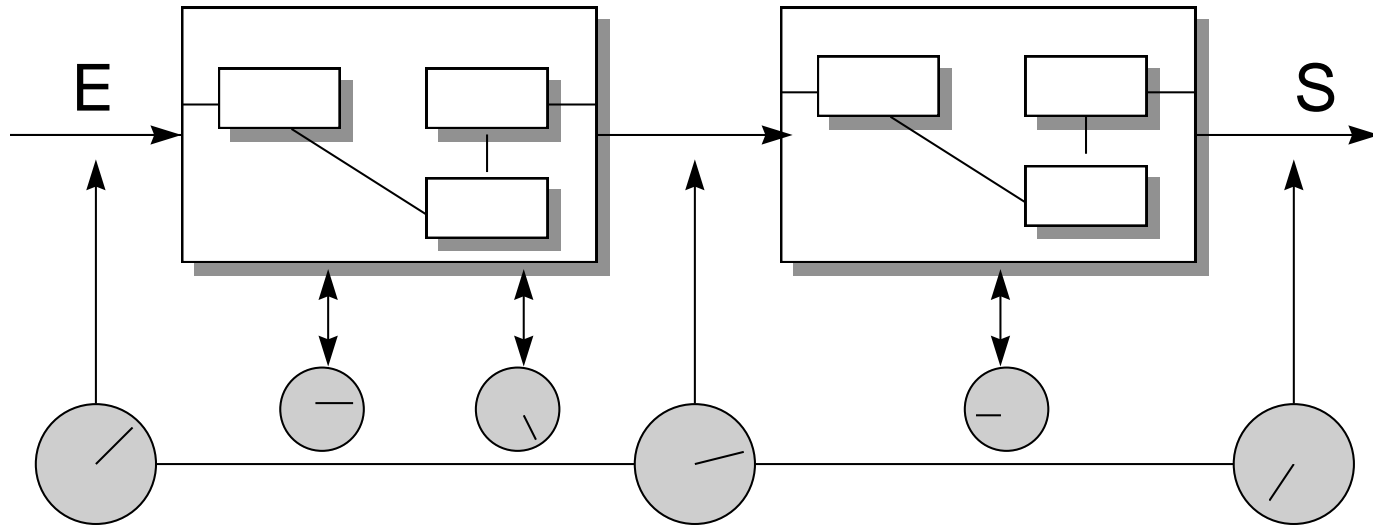
- pontos de verificação nas saídas de fases
- tomada de ações corretivas

Visibilidade no nível 3



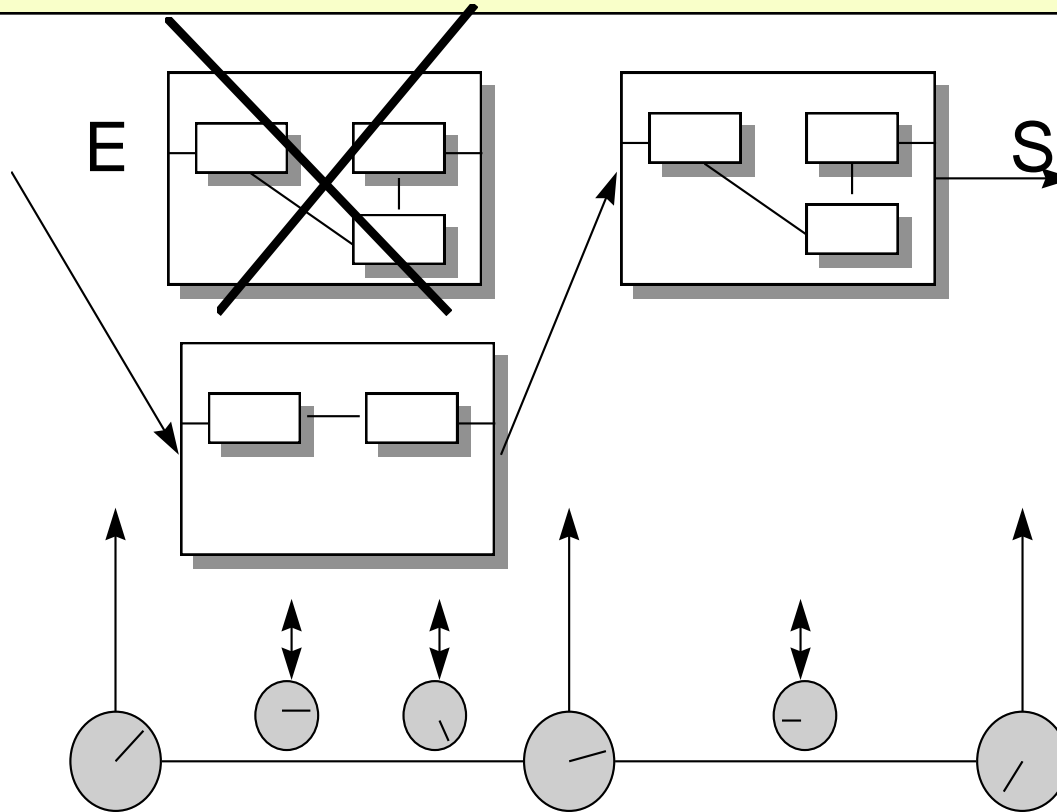
- cada fase passa a ter visibilidade interna
- processos definidos

Visibilidade no nível 4



- práticas de medida são institucionalizadas
- pontos de verificação internos, externos
- monitoração e controle

Visibilidade no nível 5



- evolução controlada de tecnologia e processos
- fases completas podem ser substituídas



Direção

*“If you don’t know where your are
going, any road will do;
if you don’t know where you are, a
map won’t help”*

Watts Humphrey



Direção

"It is not enough to do your best: you must know what to do, and THEN do your best"

W. Edwards Deming



Evolução no nível de maturidade: efeitos

- Pessoas
- Tecnologia
- Práticas de medidas



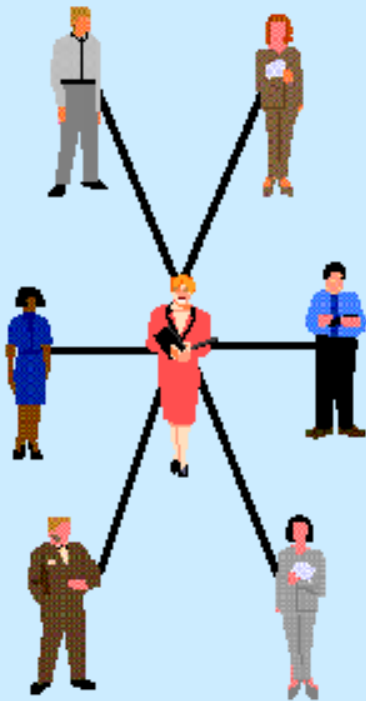
Evolução no nível de maturidade: pessoas

- **Nível 1:**
 - Sucesso depende de indivíduos e heróis
 - Regime constante de emergência (apagar incêndio)
 - Relacionamento entre grupos descoordenado e conflitante
- **Nível 2:**
 - Sucesso ainda depende de indivíduos, mas com apoio gerencial
 - Compromissos compreendidos e gerenciados
 - Existe treinamento para algumas funções
- **Nível 3:**
 - Grupos de projeto trabalham de maneira coordenada
 - **Treinamento** planejado de acordo com as necessidades de cada papel e aplicado convenientemente
- **Nível 4:** Existe um forte sentido de trabalho em equipe
- **Nível 5:** Todos engajados em atividades de melhoria contínua



Building Workgroups

Level 1



**Management
coordination**

Level 2



**Interpersonal
coordination**

Level 3



**Process
coordination**

Level 4



Empowerment



Evolução no nível de maturidade: tecnologia

- **Nível 1:** A introdução de novas tecnologias é arriscada
- **Nível 2:** Atividades bem definidas facilitam a introdução de novas tecnologias
- **Nível 3:** Novas tecnologias são avaliadas qualitativamente
- **Nível 4:** Novas tecnologias são avaliadas quantitativamente
- **Nível 5:** Novas **tecnologias** são planejadas e introduzidas com total controle



Evolução no nível de maturidade: medidas

- **Nível 1:** Coleta de dados é feita de maneira ad hoc
- **Nível 2:** Coleta de dados para fins de gestão é feita de maneira sistemática, de acordo com processo definido (processo MA e GP2.8)
- **Nível 3:** Os processos definidos têm coleta sistemática de dados, compartilhados por todos os projetos da organização, para gestão e melhoria
- **Nível 4:** A definição e coleta de dados é padronizada na organização e os dados são usados para entender os processos de maneira quantitativa e estabilizá-los
- **Nível 5:** Os **dados coletados** são usados para avaliar e selecionar possibilidades de melhoria de processos

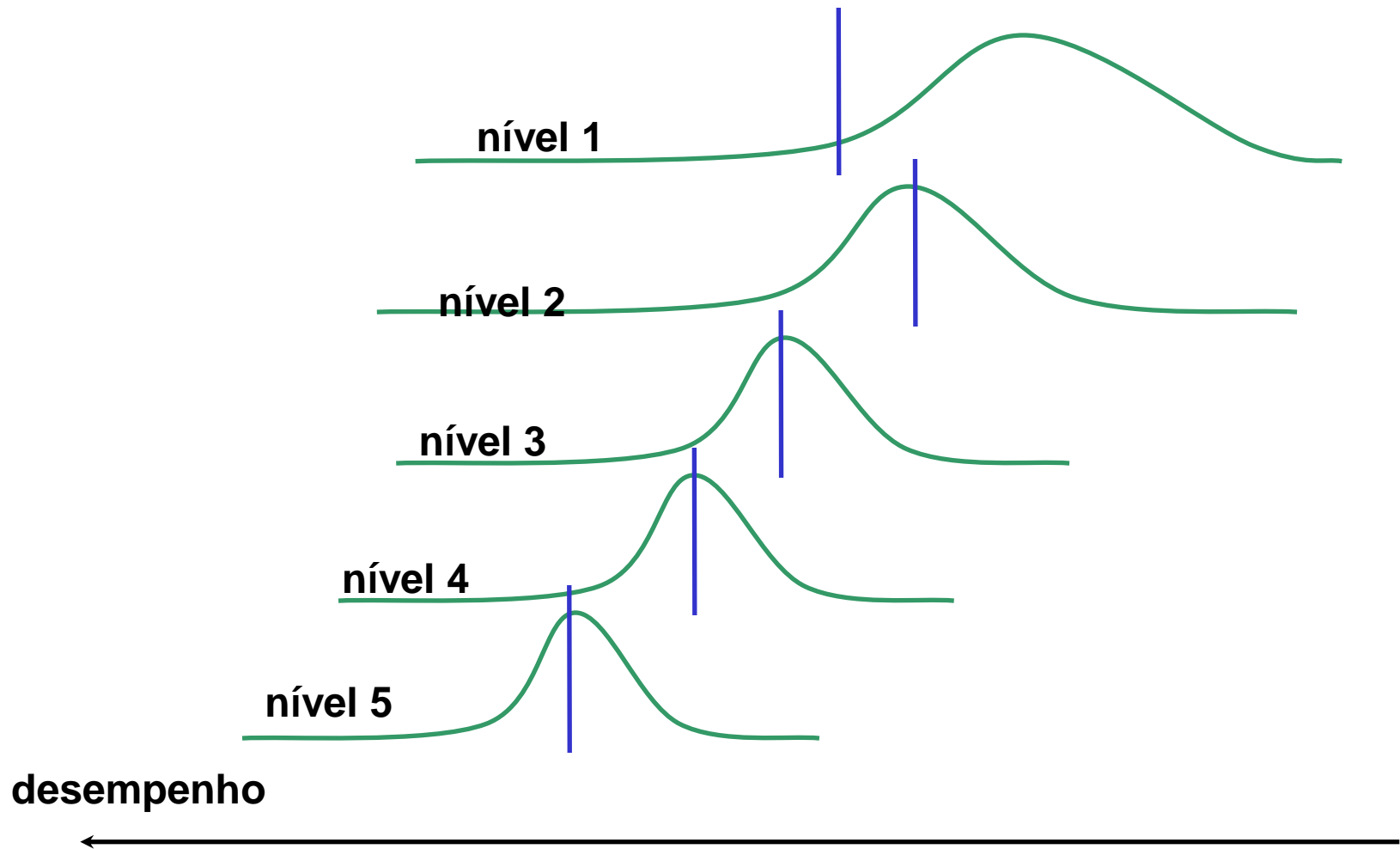


Comportamento do desempenho da organização

- Desempenho:
 - custo
 - prazo
 - qualidade intrínseca (defeitos)
- Previsão do SEI:
 - efeito na previsibilidade do desempenho
 - média
 - variância



Desempenho da organização: 5 níveis (exemplo prazo)





Aspectos organizacionais

- Pessoas
- Organização
- Grupos



Pessoas

- Gerentes:
 - gerente de projeto tem total responsabilidade pelo projeto e é quem se relaciona diretamente com o cliente
 - alta gerência (*senior manager*) (ou patrocinador); preocupada com a visão de médio/longo prazo da empresa, menos susceptível às pressões de cronograma do que o gerente de projeto
- Líder: líder de equipe relacionada com uma tarefa no ciclo de desenvolvimento (teste, gestão de configuração, requisitos, etc)
- Desenvolvedores: algumas vezes designados no modelo como *software engineering group*



Unidades administrativas

- **Organização**
 - unidade da empresa dentro da qual projetos são gerenciados de maneira semelhante
 - o modelo CMM se refere à organização como o contexto de aplicação de práticas
 - Exemplos: a empresa como um todo, uma divisão ou departamento, uma filial
- **Projeto**
 - visa o desenvolvimento de um produto específico



Grupos

- Grupo de engenharia de software: responsável final pelo desenvolvimento e manutenção de software (desenvolvedores)
- Grupos relacionados ao desenvolvimento de software:
 - (S)EPG – (Software) Engineering Process Group: responsável pela definição e manutenção dos processos
 - Grupo de teste: responsável pelo teste de software
 - (S)QA – (Software) Quality Group: responsável pela garantia de que processos e práticas definidas são obedecidas
 - Grupo de Configuração (de Software): grupo responsável pelas atividades de gestão de configuração de software



Considerações sobre a definição de processos

- No nível 2:
 - diversos processos gerenciais
 - modelo requer a existência de processos documentados
- A partir do nível 3:
 - passa a ser necessária a definição do processo de software em si.
 - a organização deve ter um conjunto padronizado de processos de desenvolvimento de software, um conjunto de ciclos de vida aprovados para a organização e regras para personalização ou adaptação dos processos padronizados



Definição de processos

- Os processos devem ser desenvolvidos e mantidos de maneira semelhante a produtos de software
- Devem ser especificados, implementados, validados, institucionalizados e medidos
- Um processo definido deve ter estabelecidos, entre outras coisas:
 - os produtos de entrada e de saída, as condições para terminação do processo, mecanismos para verificação e validação do processo e a descrição das tarefas necessárias para a execução do processo
- Papéis e responsabilidades também devem ser definidos



Interpretação dos requisitos do CMM

- Muitos requisitos do CMM são genéricos ou usam terminologia genérica
- Aplicação do modelo CMM requer interpretação dos requisitos:
 - terminologia
 - nível de rigor
 - contexto do negócio
 - produto: complexidade, aplicação, dimensões, desafios tecnológicos
- Fundamental: práticas em execução na empresa devem permitir que os objetivos ou metas de cada PA sejam atingidos



Interpretação dos requisitos do CMM (cont.)

- Avaliação dos requisitos: não fazer juízo de valor
 - atende ou não atende
 - também válido para a ISO 9000
 - práticas estabelecidas são base para melhoria
- Em avaliação interna, pode haver sugestão de melhoria (valor) mesmo que não haja inadequação



Interpretação dos requisitos do CMM (cont.)

- Como avaliar a implementação dos processos?
- No modelo CMM eles devem estar maduros
- Processos maduros devem ser:
 - definidos
 - documentados
 - treinamento deve ser aplicado
 - praticados
 - suportados (apoio)
 - mantidos
 - controlados
 - verificados
 - validados
 - medidos
 - capazes de serem melhorados



Exemplo: organização A

- Processo para gerar estimativa de tamanho de software:
 - resultado de um gerador de números aleatórios
- Seria este um processo maduro?
 - Documentado, seguido e verificado (OK)
 - Resultados da estimativa podem até ser comparáveis a qualquer outro método
- E os outros atributos de um processo maduro?
 - (melhoria?)



Exemplo: organização B

- Processo para gerar estimativa de tamanho de software:
 - procedimento documentado “Pergunte ao José”
 - (José poderia ser um expert no assunto e produzir resultados confiáveis e repetíveis)
- Seria este um processo maduro?
 - Documentado, seguido e verificado (OK)
- E os outros atributos de um processo maduro?
 - (melhoria?)
 - (melhoria somente se o conhecimento acumulado for propriedade da organização e não de indivíduos)



CMMI

- Informações específicas sobre CMMI

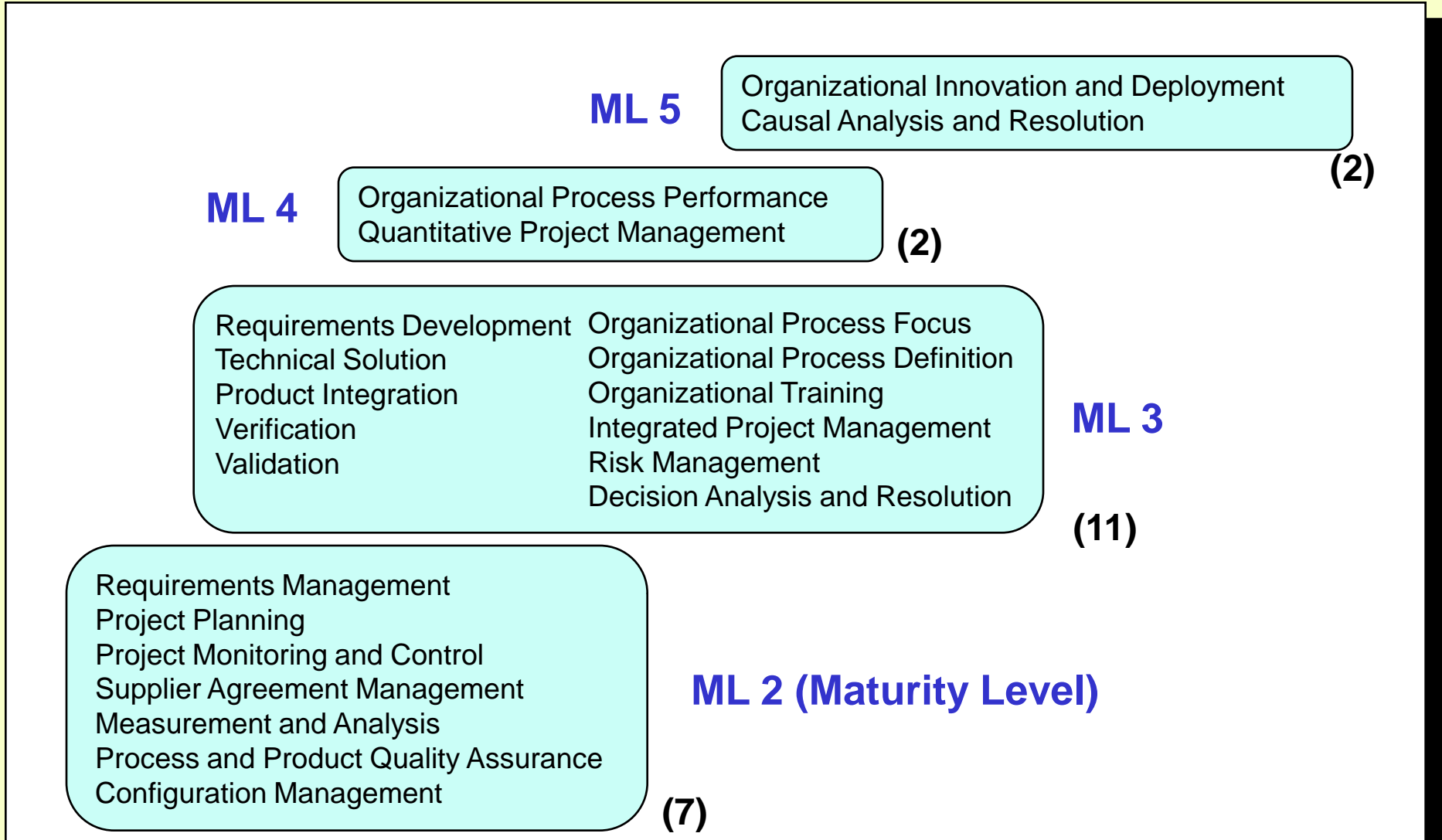


CMMI: Staged

- Mudança nos nomes dos níveis (próximo ao 15504) \Rightarrow Maturity Level (ML)

Nível	SW-CMM (v 1.1)	CMMI
1	Inicial	Executado - Inicial
2	Repetível	Gerenciado
3	Definido	Definido
4	Gerenciado	Quantitativamente Gerenciado
5	em Otimização	em Otimização

CMMI: PAs do modelo Staged

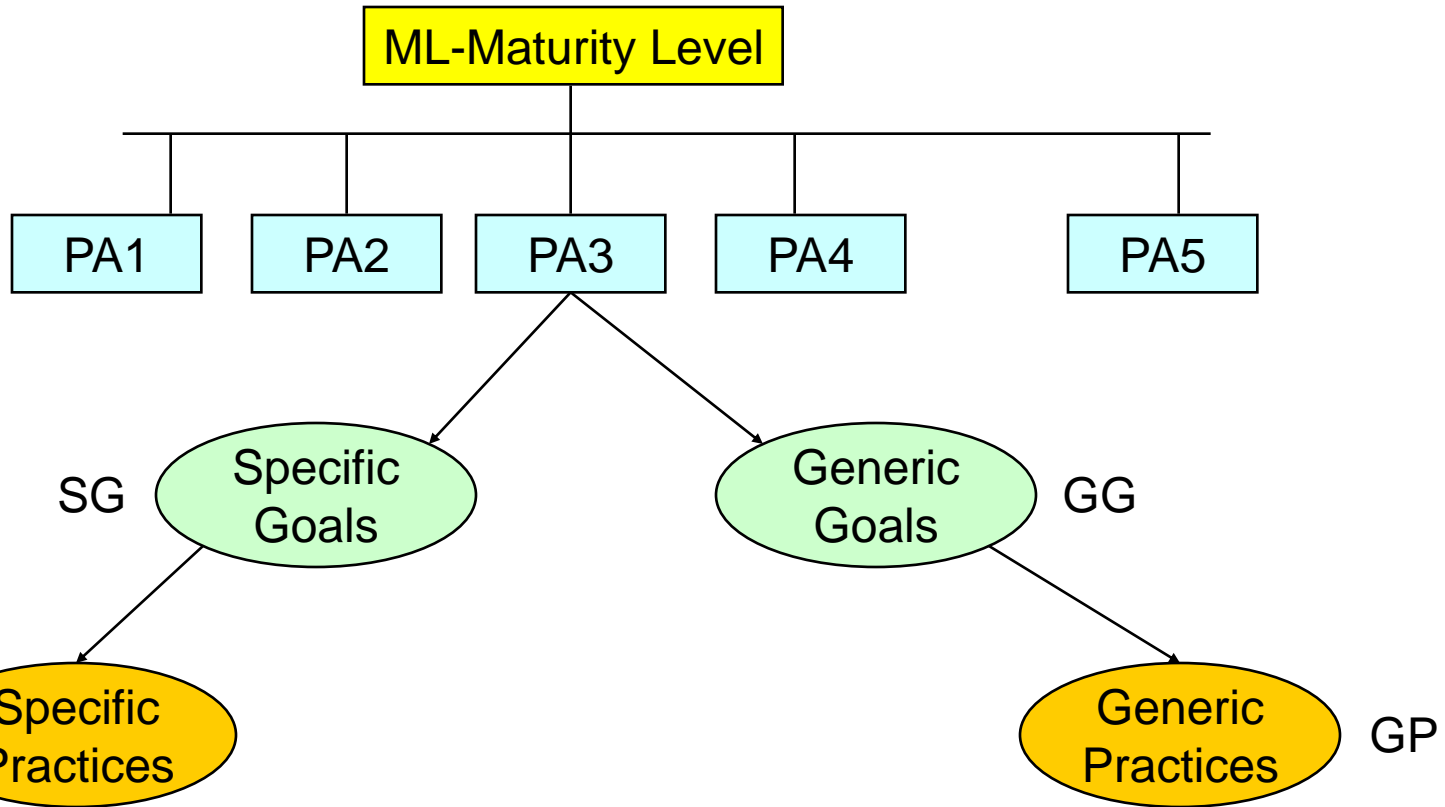




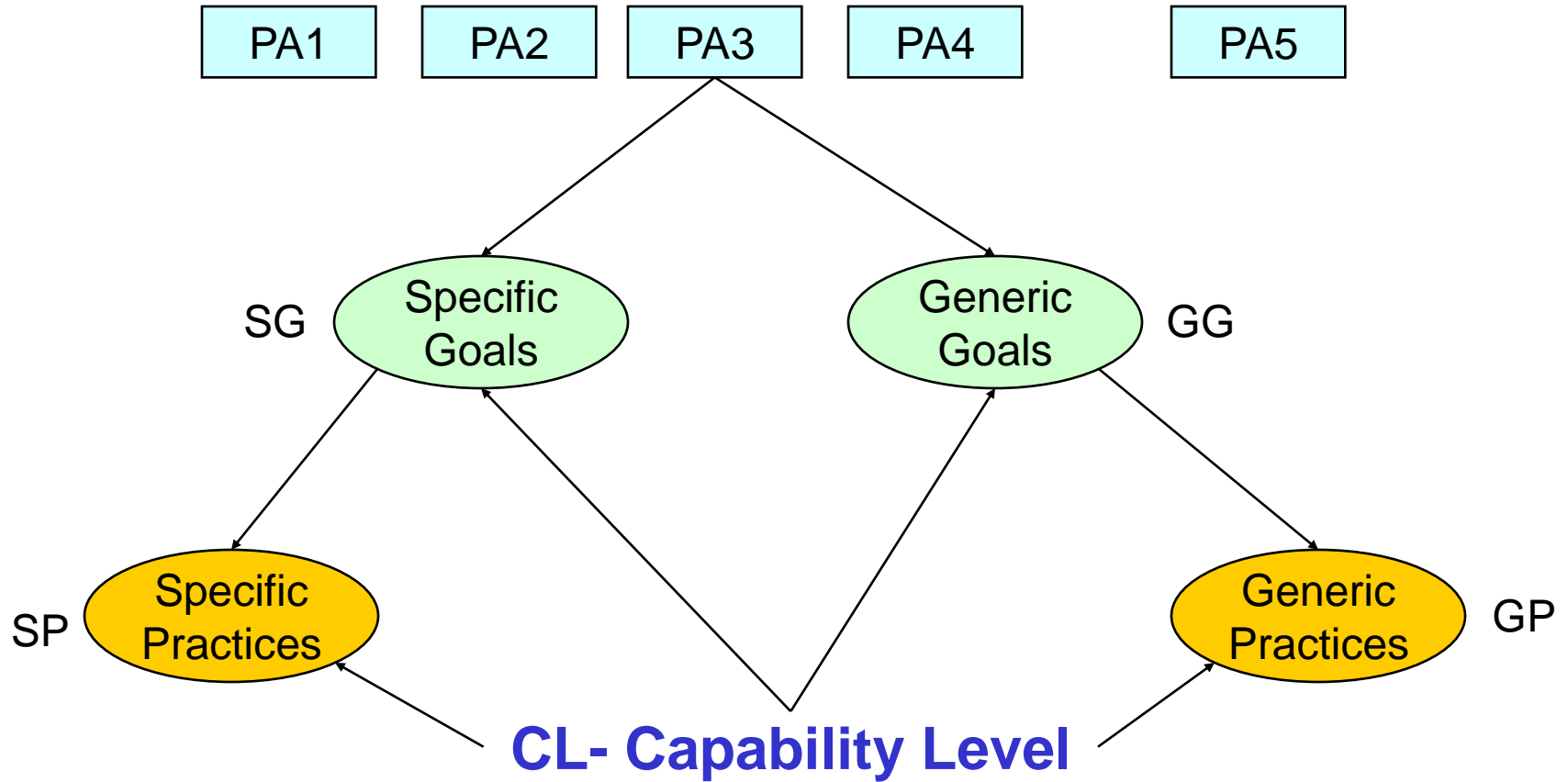
CMMI: Contínuo

- Como a ISO/IEC 15504, 6 níveis, de 0 a 5
 - Nível 0: incompleto
- Qualquer área de processo pode ter nível de CAPACIDADE (CL) entre 0 e 5
- Para isso, (duas dimensões):
 - objetivos e prática genéricas, associadas aos níveis e dissociadas das áreas de processo
 - objetivos e práticas específicas, associadas às áreas de processo e dissociadas dos níveis

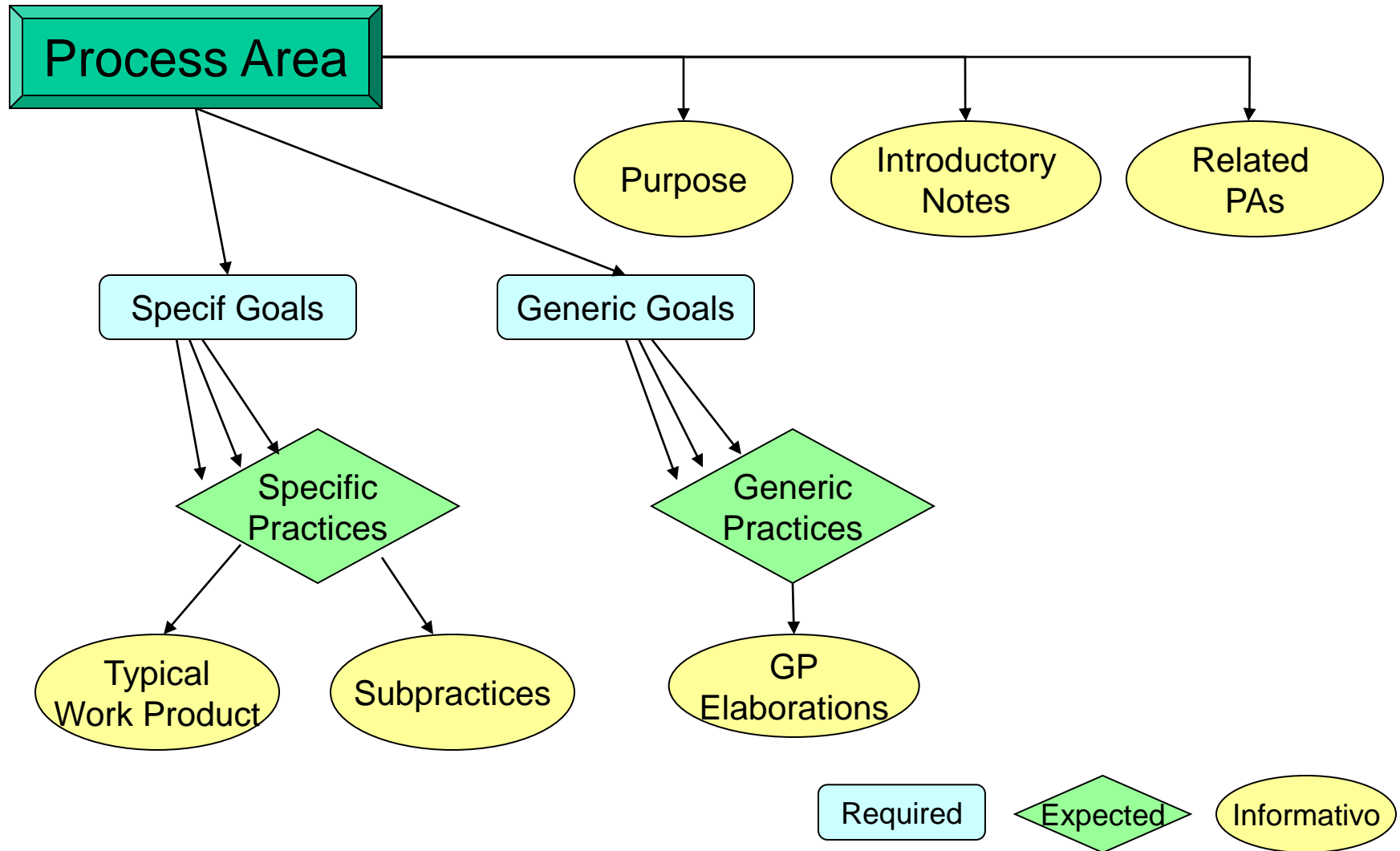
Estrutura CMMI por estágios



Estrutura CMMI contínuo



Obrigatoriedade de componentes



Requisitos para atingir ML e CL

- Para uma organização estar no ML N
 - para todas as PAs associadas ao ML N e inferiores
 - Atender aos SG das PAs associadas
 - Atender aos GG até o nível N
- Para um processo estar no CL N
 - para aquele processo
 - atender a todas os SG da PA
 - atender a todos os GG até o nível N



Relacionamento ML e CL

	Abrev.	ML	CL1	CL2	CL3	CL4	CL5
Requirements Management	REQM	2	Target Profile 2				
Project Planning	PP	2					
Project Monitoring and Control	PMC	2					
Supplier Agreement Management	SAM	2					
Measurement and Analysis	MA	2					
Process and Product Quality Assurance	PPQA	2					
Configuration Management	CM	2					
Requirements Development	RD	3	Target Profile 3				
Technical Solution	TS	3					
Product Integration	PI	3					
Verification	VER	3					
Validation	VAL	3					
Organizational Process Focus	OPF	3					
Organizational Process Definition	OPD	3					
Organizational Training	OT	3					
Integrated Project Management	IPM	3					
Risk Management	RSKM	3					
Decision Analysis and Resolution	DAR	3					
Organizational Process Performance	OPP	4	Target Profile 4				
Quantitative Project Management	QPM	4					
Organizational Innovation and Deployment	OID	5	Target Profile 5				
Causal Analysis and Resolution	CAR	5					



GG e GP (Objetivos e Práticas Genéricas)

- GPs implementam a institucionalização do processo
- (eram agrupadas em 4 categorias ou Common Features na versão 1.1)
- GPs implementam os GGs e aparecem em todos processos



Objetivo e Práticas do Nível 1

- GG1: implementar os SG da PA; **processo executado**
 - produtos de trabalho de saída esperados são produzidos a partir de produtos de trabalho de entrada
- GP 1.1: Executar as práticas base
 - desenvolver os produtos de trabalho identificados e os serviços previstos
- Aplicação: apenas para CMMI contínuo
 - significa executar a PA de alguma maneira, sem nenhuma das GP2 (processo controlado) ou GP3 (processo definido)

Objetivo Genérico do Nível 2: GG2

- GG2: o processo está institucionalizado como um **processo controlado**
 - planejado e executado de acordo com política organizacional
 - recursos
 - humanos: executores têm capacitação e competência
 - materiais: adequados para produzir saídas controladas
 - envolvimento partes interessadas (stakeholders)
 - monitorado, controlado e acompanhado
 - verificado quanto ao atendimento aos processos e padrões (SQA)



GPs do Nível 2

- GP 2.1: Estabelecer e manter uma política organizacional para o planejamento e execução do processo
 - estabelecer e manter: documentar, colocar em prática; reflete a expectativa da direção da empresa
- GP 2.2: Planejar o processo
 - planejar a execução do processo
- GP 2.3: Prover os recursos necessários para a execução do processo
 - recursos materiais necessários para executar o processo, gerar os produtos de trabalho e fornecer os serviços associados
- GP 2.4: Definir e atribuir responsabilidades



GPs do Nível 2 (cont)

- GP 2.5: Providenciar o treinamento necessário para as pessoas executarem o processo
- GP 2.6: Gerenciar configurações e versões de produtos de trabalho selecionados
 - nível de controle adequado ao produto de trabalho (gestão de configuração completa é o nível mais rígido)
- GP 2.7: Identificar stakeholders relevantes
 - planejar como serão tratados (compromissos, aprovações e acompanhamento)



GPs do Nível 2 (cont)

- GP 2.8: Monitorar e controlar o processo
 - acompanhar o planejamento do processo e tomar ações corretivas; pode usar indicadores
- GP 2.9: Verificar objetivamente a aderência a procedimentos e padrões
 - (pode ser via garantia da qualidade)
- GP 2.10: Submeter à análise gerencial o status da execução
 - aos níveis gerenciais superiores adequados; analisar e tomar ações corretivas

Objetivo Genérico do Nível 3: GG3

- GG3: o processo está institucionalizado como um **processo definido**
 - controlado e adaptável a partir dos processos padronizados da organização
 - regras de adaptação pré-definidas
 - descrição do processo é mantida e controlada
 - fornece informações visando a melhoria deste processo e de outros processos na organização



Práticas Genéricas do Nível 3

- GP 3.1: Estabelecer o processo definido
 - estabelecer e manter: documentar, revisar, controlar etc
- GP 3.2: Coletar informações para melhoria
 - uso dos produtos de trabalho, histórico de uso de adaptações, análises da efetividade dos processos e produtos de trabalho, e pode usar medições e indicadores → visando a melhoria dos processos e ativos de processo



Categorias das PAs

- Semelhante às categorias de processo da ISO/IEC 12207

Process Management

- OPF: Org. Process Focus
- OPD: Org. Process Definition
- OT: Org. Training
- OPP: Org. Process Performance
- OID: Org. Innovation and Deployment

Project Management

- PP: Project Planning
- PMC: Project Monitoring and Control
- SAM: Supplier Agreement Mngnt
- IPM: Integrated Project Mngnt.
- RSKM: Risk Management
- QPM: Quant. Proj. Mngnt

Engineering

- REQM: Req Mngnt
- RD; Req Develop.
- TS: Tech. Solution
- PI: Product Integration
- VER: Verification
- VAL: Validation

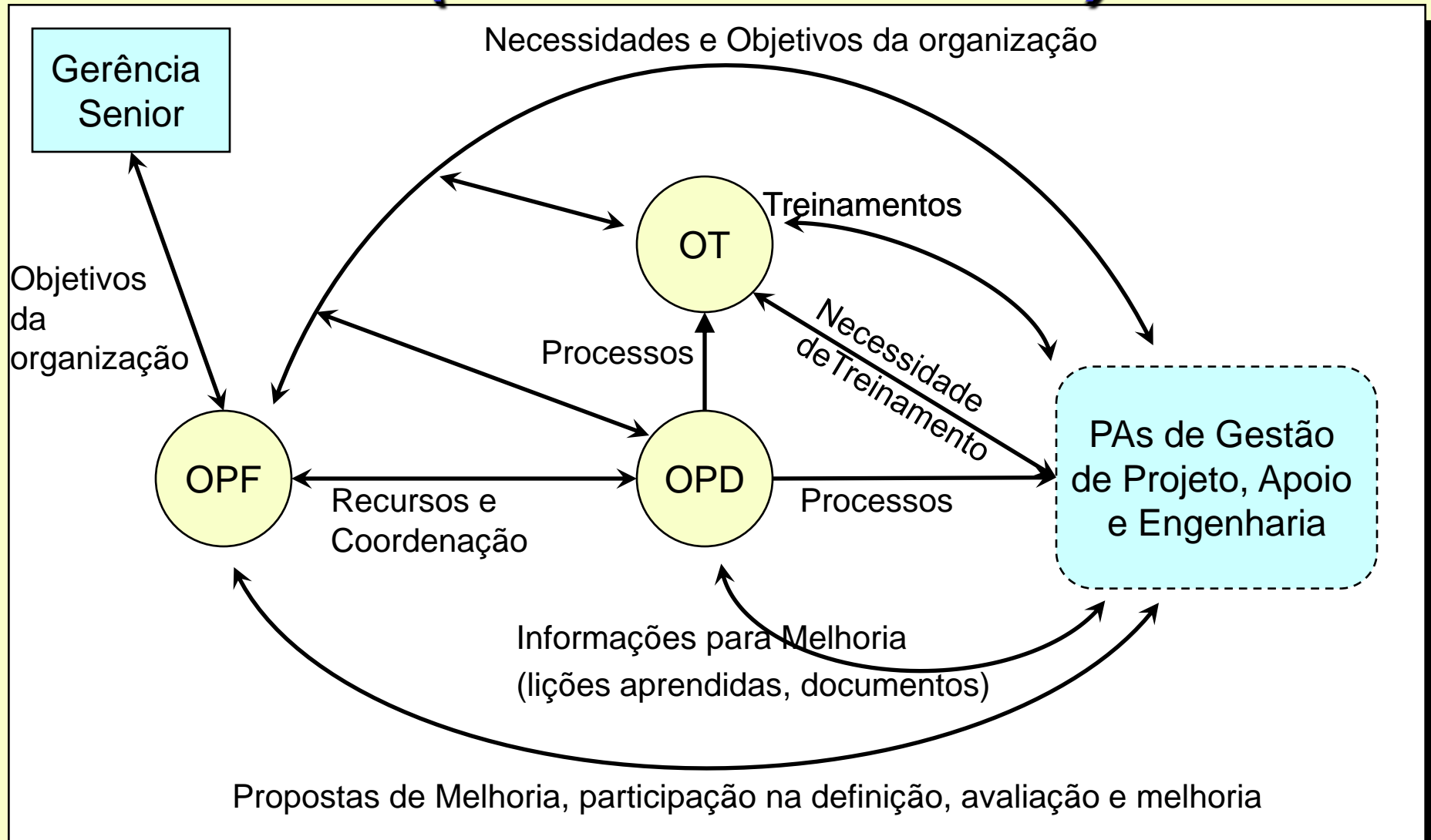
Support

- CM: Configuration Mngnt
- PPQA: Product and Process Quality Assurance
- MA: Measurmnt and Analysis
- DAR; Decision Analysis and Resolution
- CAR; Causal Analysis and Resolution

OBS: omitidas PAs específicas de IPPD (IT, OEI) ou perfis específicos (ISM)

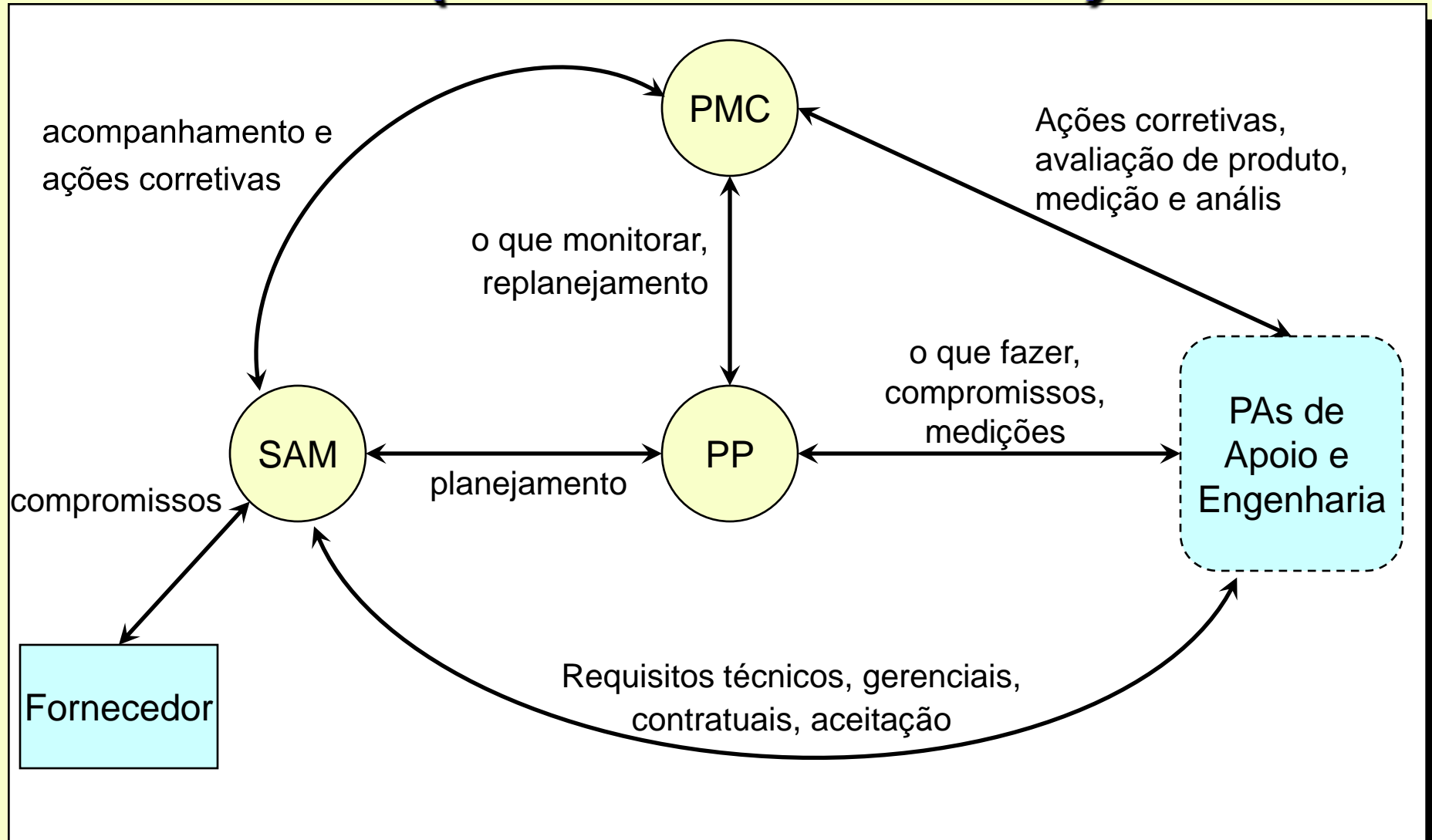


PAs de Gerenciamento de Processo (Básico = níveis 2 e 3)



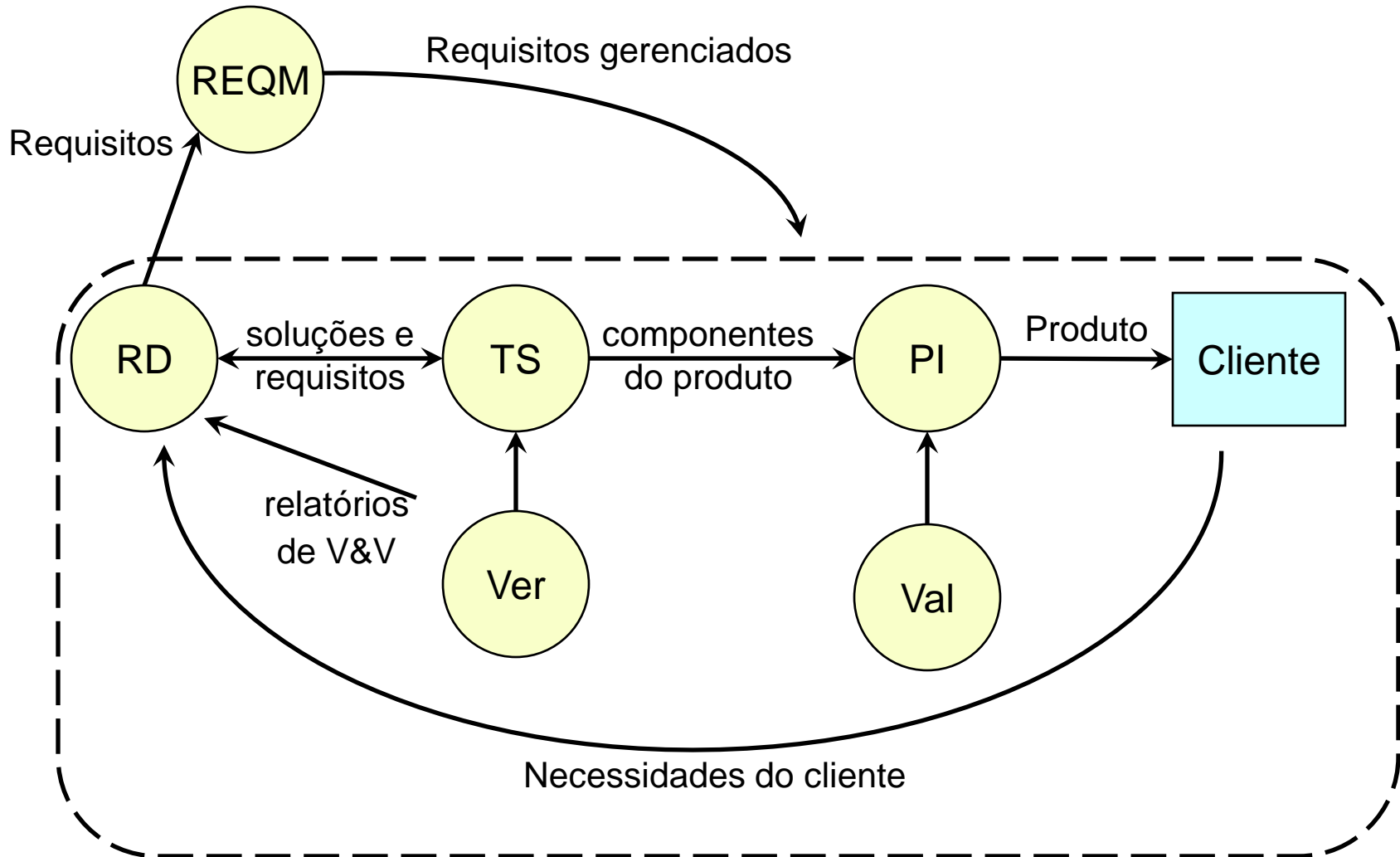


PA's de Gerenciamento de Projetos (Básico = níveis 2 e 3)





PA's de Engenharia de Software (Básico = níveis 2 e 3)



PAAs de Apoio (Básico = níveis 2 e 3)

