

SOCIO-TECHNICAL SYSTEMS

Ian Sommerville, 8^o edição – Capítulo 2

Aula de Luiz Eduardo Guarino de Vasconcelos

Objetivos

- Compreender a diferença entre sistema técnico baseado em computador e sistema sócio-técnico
- Apresentar propriedade emergentes de sistemas como confiabilidade, desempenho, segurança e proteção
- Compreender as atividades envolvidas no processo de engenharia de sistemas
- Compreender porque o contexto organizacional de um sistema afeta seu projeto e uso
- Conhecer o significado de sistema legado e porque esses sistemas geralmente são importantes para a operação de vários tipos de negócio

Tópicos abordados



- Propriedades emergentes de sistemas
- Engenharia de sistemas
- Organizações, pessoas e sistemas de computadores
- Sistemas legados

O que é um sistema?

- ❑ Uma coleção intencional de componentes inter-relacionados que trabalham juntos para atingir algum objetivo comum.
- ❑ Um sistema pode conter software, hardware, processos mecânicos, elétricos e eletrônicos e pessoas.
- ❑ Componentes de sistema dependem de outros componentes de sistema.
- ❑ Propriedades e comportamentos dos componentes de sistema são intrincados e inter-relacionados.

Categorias de sistemas

- **Sistemas técnicos baseados em computador**
 - ▣ Incluem componentes de hardware e software mas não incluem procedimentos e processos. Ex.: televisores, celulares, a maioria dos softwares de PCs. São usados para algum propósito, mas o conhecimento deste propósito não faz parte do sistema. Ex.: o Power Point não está ciente de que está sendo usado para criar uma aula.

- **Sistema sócio-técnico**
 - ▣ Incluem sistemas técnicos mas incluem também conhecimento de como o sistema deve ser usado para atingir um objetivo maior. Tem processos, pessoas, regras, podem ser afetados por leis e restrições externas. Ex.: Aula criada segundo um sistema de publicação e padronização sociotécnico que inclui vários processos e sistemas técnicos

Propriedades Emergentes

- Propriedades do sistema como um todo ao invés de propriedades que podem ser derivadas de componentes do sistema.
- Propriedades emergentes são uma consequência do relacionamento entre componentes do sistema.
- Então eles podem somente ser estimados e medidos uma vez que os componentes tenham sido integrados ao sistema

Exemplos de propriedades emergentes

- Volume: espaço total do sistema. Depende da montagem.
- Confiabilidade: depende da confiabilidade dos componentes. Interações inesperadas podem causar novas falhas e afetar a confiabilidade do sistema
- Proteção: capacidade de resistir a ataques. É complexa.
- Facilidade de reparos: reflete a facilidade que um problema é resolvido, após sua descoberta. Depende da capacidade de diagnosticar, acessar os componentes defeituosos e modificá-los ou substituí-los
- Usabilidade: reflete na facilidade de uso. Depende dos componentes, operadores e ambiente operacional

Tipos de propriedades emergentes

Propriedades funcionais

- Elas aparecem quando todas as partes do sistema trabalham em conjunto para atingir algum objetivo. Por exemplo, uma bicicleta tem uma propriedade funcional de ser um dispositivo de transporte, uma vez que está montada com todos os seus componentes.

Propriedades emergentes não funcionais

- Elas são confiabilidade, desempenho, segurança e proteção. Estão relacionadas ao comportamento do sistema em seu ambiente operacional. Muitas vezes, elas são críticas aos sistemas computacionais, uma vez que uma falha em atingir um nível mínimo definido nessas propriedades pode inutilizar o sistema

Confiabilidade de sistemas

- Devido a interdependência de componentes, falhas podem se propagar através do sistema
- As falhas do sistema ocorrem com frequência devido aos inter-relacionamentos imprevistos entre componentes
- É provavelmente impossível antecipar todos os possíveis relacionamentos de componentes
- Medidas de confiabilidade de software podem dar uma falsa idéia de confiabilidade de sistema

Influências sobre confiabilidade

Confiabilidade de Hardware

Qual é a probabilidade de um componente falhar e quanto tempo leva para reparar esse componente?

Confiabilidade de Software

Qual é a probabilidade de que um componente de software venha a produzir uma saída incorreta? Falhas de software normalmente são distintas das falhas de hardware, pois o software não se desgasta.

Confiabilidade do Operador

Qual é a probabilidade de que o operador de um sistema cometa um erro?

Relacionamento de confiabilidade

- ❑ Falhas de hardware podem gerar falsos sinais, fora dos limites das entradas esperadas pelo software
- ❑ Erros de software podem ativar alarmes, causando tensão no operador e induzi-lo a erros
- ❑ O ambiente no qual um sistema está instalado pode afetar sua confiabilidade

Propriedades que o sistema não deve exibir

- Propriedades tais como desempenho e confiabilidade podem ser medidas depois que o sistema estiver funcionando
- No entanto, algumas propriedades são propriedades que o sistema não deve exibir:
 - ▣ Segurança – o sistema não deve comportar-se de forma insegura.
 - ▣ Proteção – o sistema não deve permitir uso não autorizado
- Medir ou estimar essas propriedades é muito difícil

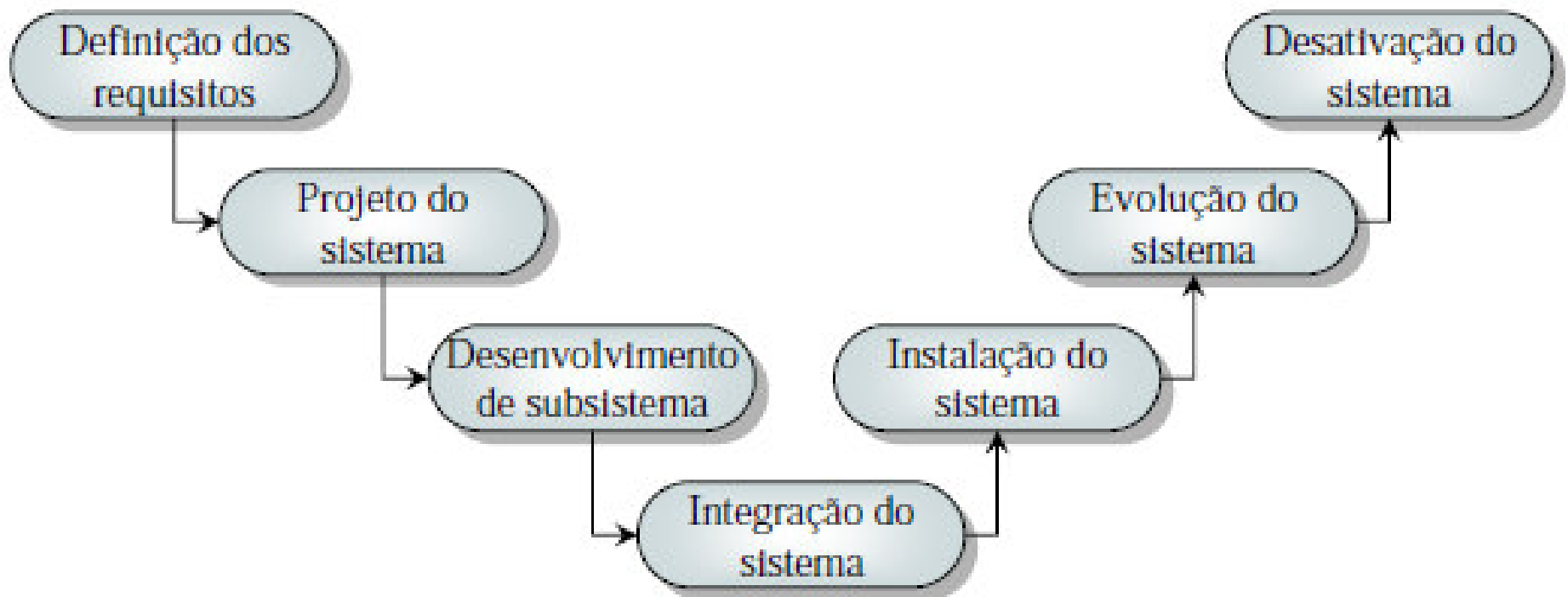
Engenharia de Sistemas

- Especificar, Projetar, implementar, implantar, validar, distribuir e manter sistemas sócio-técnicos.
- Concentram os serviços que o sistema deve prover, as restrições na construção e operação e as maneiras de uso do sistema para atingir seu objetivo

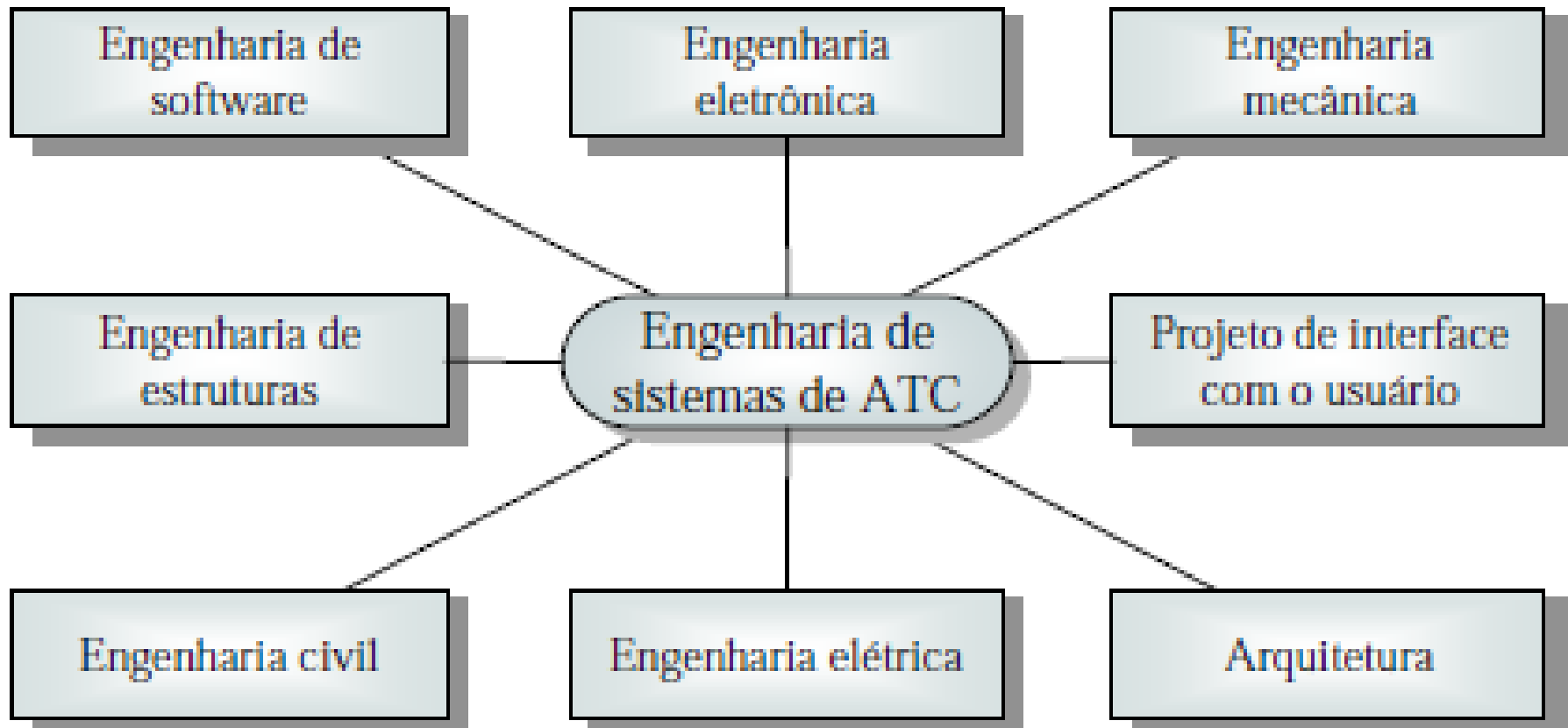
○ Processo de Engenharia de Sistemas

- Normalmente seguem o modelo “cascata” devido ao desenvolvimento paralelo de diferentes partes do sistema
 - ▣ Pequenos escopos para interação entre fases devido as mudanças de hardware serem de alto custo. Software podem ter que compensar os problemas de hardware
- Envolve, inevitavelmente, engenheiros de diferentes disciplinas que devem trabalhar juntos
 - ▣ Há muitos escopos de equívocos aqui. Diferentes disciplinas usam vocabulários diferentes e é necessária muita negociação. Engenheiros podem ter agendas pessoais para cumprir.

○ Processo de Engenharia de Sistemas



Envolvimento inter-disciplinar



Definição de requisitos do sistema

- Três tipos de requisitos definidos neste estágio
 - ▣ Requisitos funcionais abstratos. Funções do sistema são definidos de forma abstrata
 - ▣ Propriedades do sistema. São definidos os requisitos não-funcionais do sistema
 - ▣ Características indesejáveis. É especificado o comportamento inaceitável do sistema
- Deve-se também definir os objetivos gerais da organização para o sistema

Objetivos do sistema

- **Objetivos funcionais**
 - Fornecer um sistema de alarme contra incêndios e contra intrusos para um edifício, com o objetivo de divulgar avisos internos e externos referentes a incêndios ou à entrada de pessoas não autorizadas
- **Objetivos organizacionais**
 - Assegurar que as funcionalidades normais executadas no edifício não sejam seriamente perturbadas por eventos tais como de incêndio e entrada não autorizada de pessoas

Problemas de requisitos do sistema

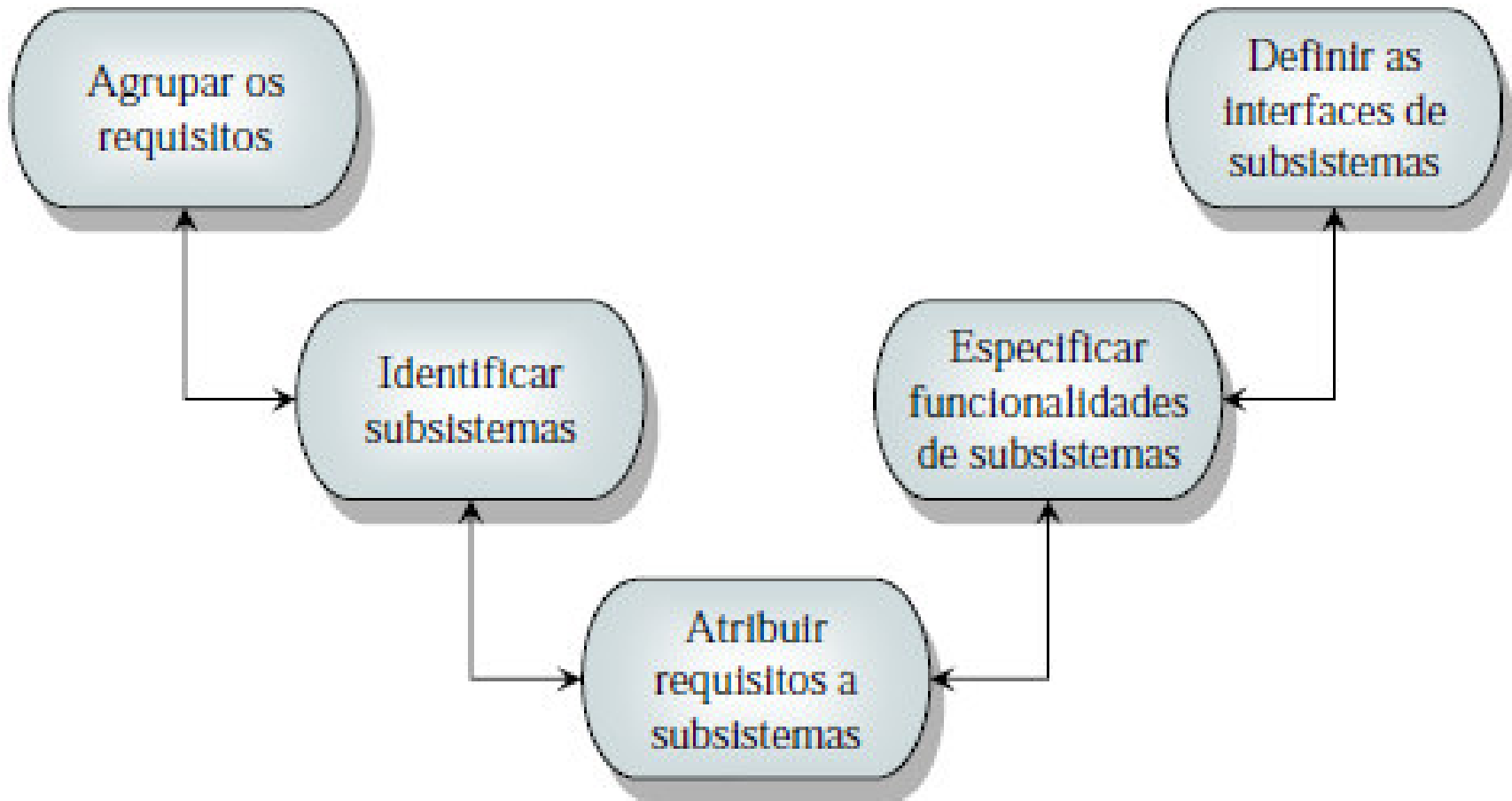


- Alteração de como o sistema está sendo especificado
- Necessidade de antecipar o desenvolvimento de hardware/comunicações durante o tempo de vida do sistema
- Dificuldade de definir requisitos não-funcionais (particularmente) sem uma visão da estrutura de componentes do sistema

O processo de projeto de sistemas

- Agrupar requisitos
 - Organizar requisitos em grupos relacionados
- Identificar subsistemas
 - Identificar um conjunto de subsistemas que coletivamente possam atender os requisitos do sistema
- Atribuir requisitos aos subsistemas
 - Introdução de problemas específicos quando COTS (Commercial Off-the-Shelf) são integrados
- Especificar funcionalidade de subsistemas (e relacionamentos)
- Definir interfaces de subsistemas
 - Atividade crítica para o desenvolvimento paralelo de subsistemas

O processo de projeto de sistemas



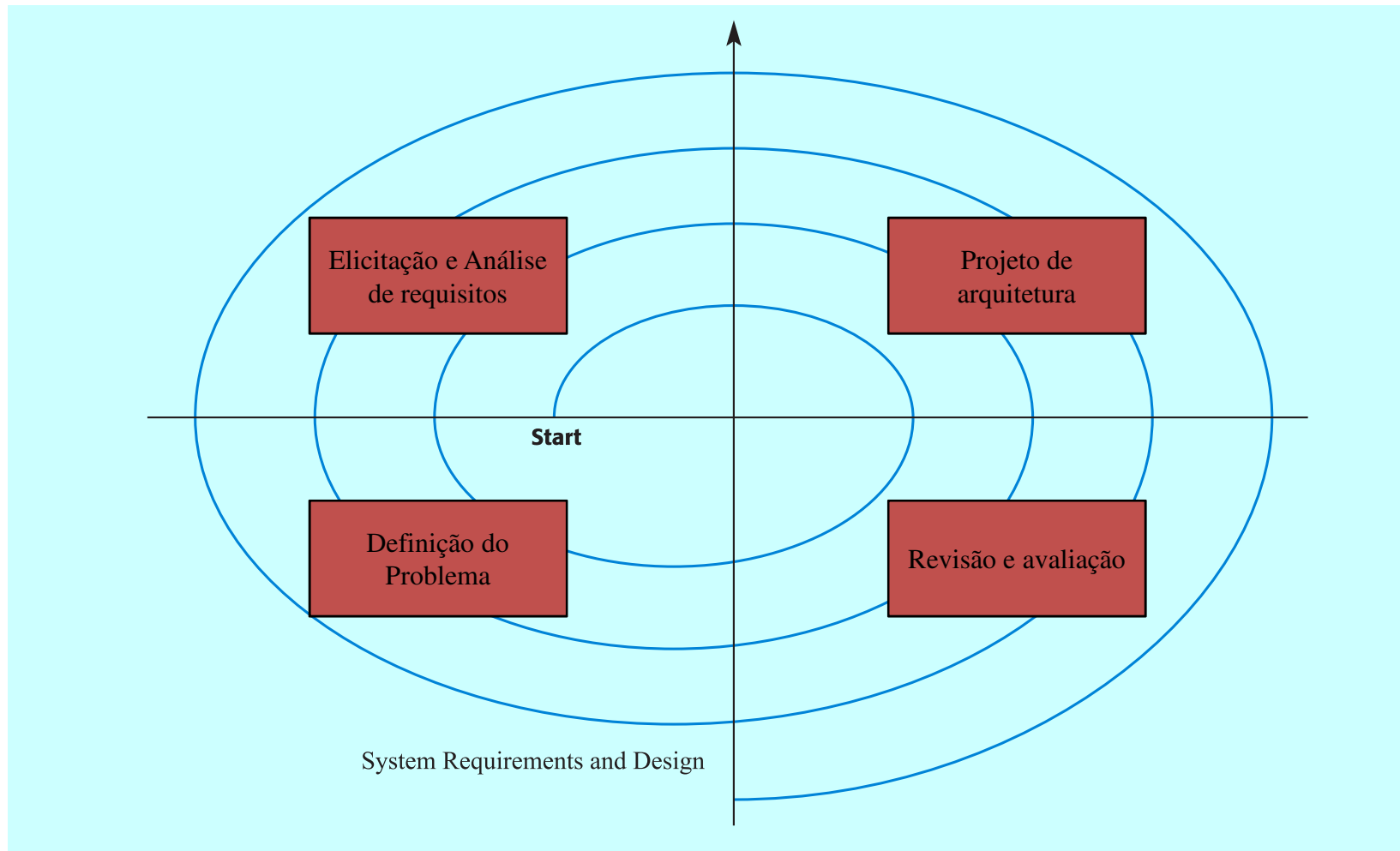
Problemas de projeto de sistemas

- A divisão de requisitos entre hardware, software e componentes humanos pode envolver muita negociação
- Assume-se que dificuldades em resolver problemas de projeto são normalmente resolvidos por software
- Plataformas de hardware podem não ser apropriados para atender os requisitos de software tal que o software deve compensar isso

Requisitos de sistemas e Projeto

- Engenharia de requisitos e projeto de sistemas são fortemente ligados.
- Restrições impostas pelos sistemas existentes podem limitar a escolha de projeto. Estas escolhas podem ser especificadas nos requisitos.
- Pode ser necessário um projeto inicial para estruturar e organizar o processo de engenharia de requisitos.
- À medida que o projeto prossegue, problemas com os requisitos podem ser descobertos e novos requisitos podem surgir → Espiral

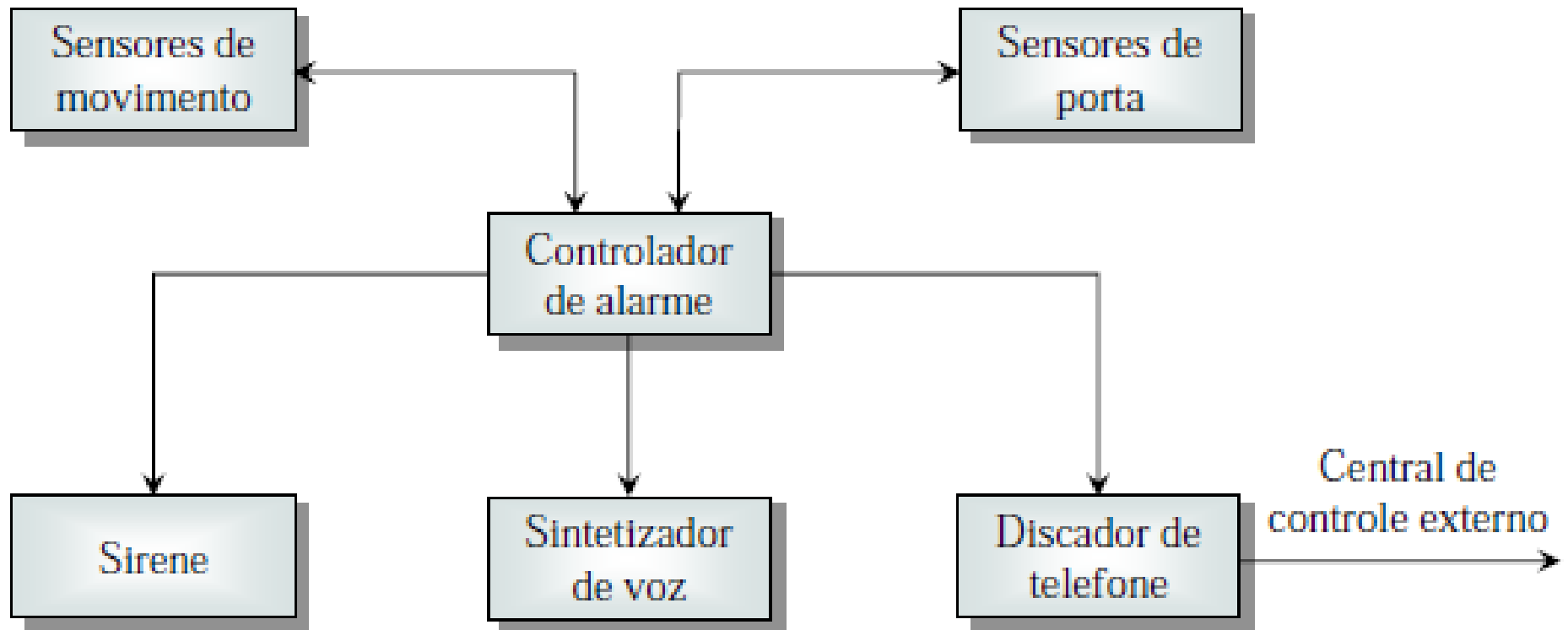
Modelo espiral de requisito/projeto



Modelando sistemas

- Um modelo arquitetural apresenta uma visão abstrata de subsistemas compondo um sistema
- Muitos incluem fluxo de informações entre subsistemas
- Normalmente apresentados como um diagrama de blocos
- Podem identificar diferentes tipos de componentes funcionais no modelo

Sistema de alarme contra intrusos



Tipos de componentes no sistema de alarme

- Sensor
 - ▣ Sensor de movimento, sensor de porta
- Atuador
 - ▣ Sirene
- Comunicação
 - ▣ Discador de telefone
- Coordenação
 - ▣ Controlador de alarme
- Interface
 - ▣ Sintetizador de voz

Descrição dos sub-sistemas

Sub-sistema	Descrição
Sensores movimento	Detecta movimento nos espaços monitorados no sistema
Sensores de porta	Detecta a abertura das portas externas ao prédio
Controlador do alarme	Controla a operação do sistema
Sirene	Emite um alerta sonoro quando da suspeita de intrusos
Sintetizador de voz	Sintetiza uma mensagem de voz que fornece a localização do intruso suspeito
Discador de telefone	Faz chamadas externas para notificar a equipe de segurança, polícia, etc

Componentes funcionais do sistema

- Componentes de Sensor
- Componentes de Atuador
- Componentes de Computação
- Componentes de Comunicação
- Componentes de Coordenação
- Componentes de Interface

Componentes do sistema

□ Componentes de Sensor

- ▣ Informações coletadas do ambiente do sistema. Por exemplo, radar do sistema de controle de tráfego aéreo

□ Componentes de Atuador

- ▣ Provoca alguma mudança no ambiente do sistema. Por exemplo, válvulas num sistema de controle de processo que aumenta ou reduz o fluxo de materiais num cano

□ Componentes de Computação

- ▣ Realizar alguma computação sobre uma entrada para produzir uma saída. Por exemplo, um processador de ponto flutuante num sistema computacional

Componentes do sistema

- Componentes de Comunicação
 - ▣ Permitem que componentes do sistema comuniquem-se uns com os outros: computadores distribuídos interligados em rede
- Componentes de Coordenação
 - ▣ Coordena as interações de outros componentes do sistema: escalonador de sistema em tempo real
- Componentes de Interface
 - ▣ Facilitam as interações com outros componentes do sistema: interface com o operador
- Todos os componentes são normalmente controlados por software

Desenvolvimento de subsistemas

- Normalmente, projetos de hardware, software e comunicações são desenvolvidos em paralelo
- Muitos envolvem algumas aquisições de sistemas COTS (Commercial Off-the-Shelf)
- Falha de comunicação entre as equipes de implementação
- Mecanismos burocráticos e lentos para aprovar mudanças no sistema faz com que o cronograma de desenvolvimento seja estendido devido a necessidade de re-trabalho

Integração de sistemas

- É o processo de colocar, todos juntos, hardware, software e pessoas para compor o sistema
- Deve ser realizado incrementalmente tal que os subsistemas sejam integrados um de cada vez
- Problemas de interface entre subsistemas são normalmente encontrados neste estágio
- Podem existir problemas de incompatibilidade de versões entre componentes de sistema

Instalação do sistema

- Depois de completo, o sistema deve ser instalado no ambiente do cliente
 - ▣ Suposições sobre o ambiente podem ser incorretas
 - ▣ Podem existir resistência humana na introdução de um novo sistema
 - ▣ O sistema pode precisar coexistir com sistemas alternativos por algum tempo
 - ▣ Podem existir problemas de instalação física (por exemplo, problemas de cabeamento)
 - ▣ Identificação da necessidade de treinamento de
 - ▣ operadores

Evolução do sistema

- Grandes sistemas tem um longo tempo de vida. Eles evoluem para atender as mudanças de requisitos
- A evolução é cara
 - ▣ Mudanças devem ser analisados sob a perspectiva técnica e de negócio
 - ▣ A interação de subsistemas pode gerar problemas não previstos
 - ▣ Raramente existe uma lógica para decisões legítimas de projeto
 - ▣ A estrutura do sistema é corrompida pelas mudanças realizadas
- Sistemas existentes que devem ser mantidos são chamados de **sistemas legados**

Desativação de sistemas

- Tirar o sistema de serviço após terminado o seu tempo de vida
- Pode ser necessário a remoção de materiais (por exemplo, produtos químicos perigosos) que podem poluir o ambiente
 - ▣ A desativação deve ser planejada durante o projeto do sistema
- Pode ser necessário que os dados sejam reestruturados e convertidos para que possam ser usados em outros sistemas

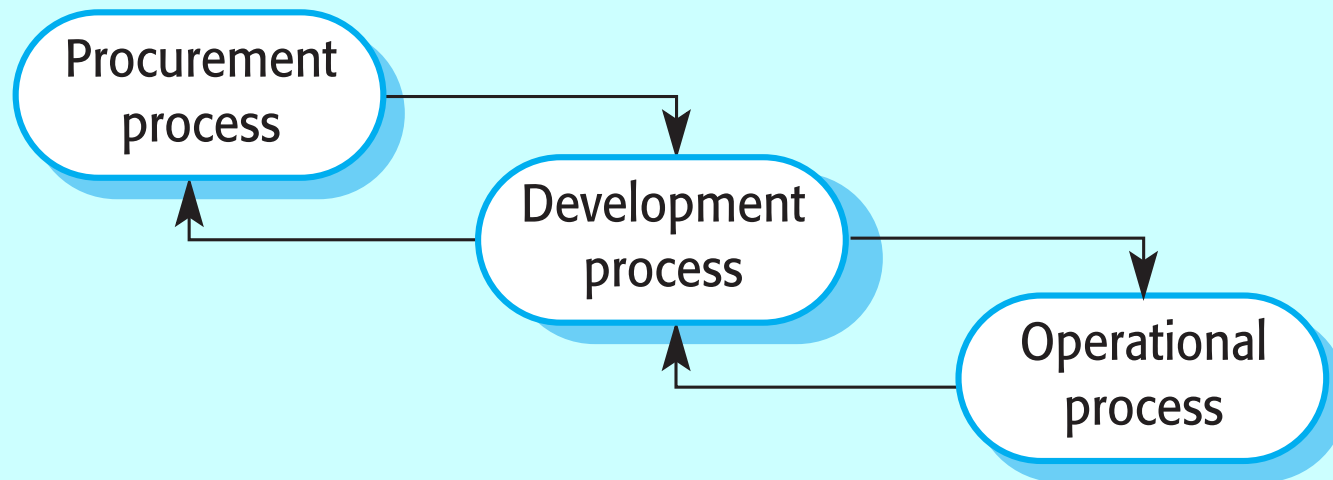
Organizações/pessoas/sistemas

- Sistemas sociotécnicos são sistemas empresariais com a finalidade de auxiliar na conquista de alguma meta organizacional ou de negócios.
- Se você não entende o ambiente organizacional onde o sistema é usado, o sistema pode não atender às necessidades do negócio, podendo ser rejeitado pelos usuários (ou gerência)

Fatores humanos e organizacionais

- *Mudanças no processo*
 - ▣ O sistema requer mudanças nos processos de trabalho, no ambiente?
- *Mudanças nas tarefas*
 - ▣ Os sistemas diminuem a habilidade dos usuários em um ambiente ou fazem com que modifiquem o modo como eles trabalham?
- *Mudanças organizacionais*
 - ▣ O sistema modifica a estrutura de poder político em uma organização?

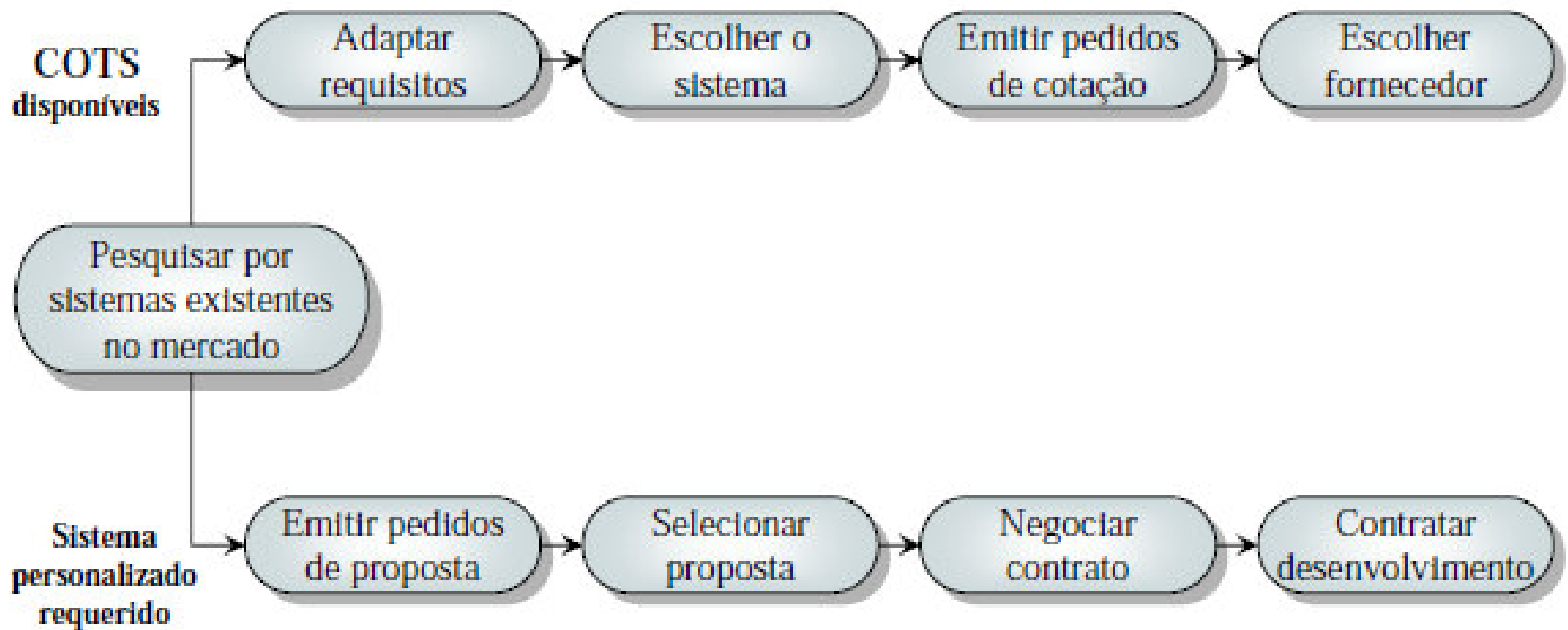
Processos de aquisição, desenvolvimento e operação



Aquisição do sistema

- Aquisição de um sistema para atender as necessidades da organização
- Alguns projetos de especificação e de arquitetura de sistema normalmente necessitam ser adquiridos
 - ▣ Você precisa de uma especificação para fechar um contrato de desenvolvimento do sistema
 - ▣ A especificação deve permitir a compra de sistemas COTS (commercial off-the-shelf), quase sempre mais barato do que desenvolver um sistema a partir do zero.
- Grandes sistemas complexos normalmente são compostos de mix de componentes de prateleira e personalizados.

O processo de aquisição de sistemas



Conseqüência da aquisição

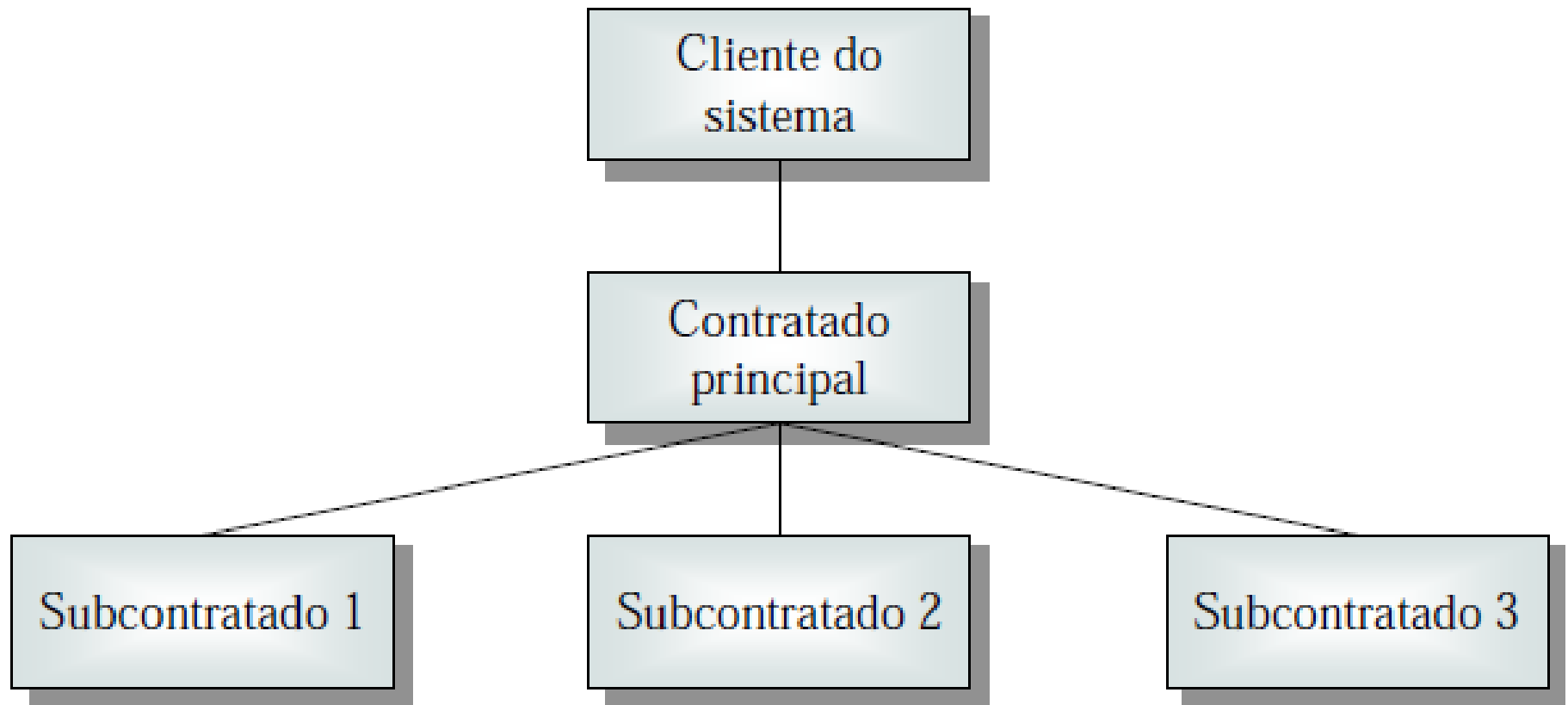
- Requisitos podem ter que ser modificados para se adaptar às capacidades de componentes COTS
- A especificação de requisitos pode ser parte do contrato de desenvolvimento do sistema
- Existe, normalmente, um período de negociação para combinar mudanças após a seleção do contrato de construção do sistema

Contratos e subcontratos



- A aquisição de grandes sistemas de hardware / software é normalmente baseado em alguns pontos principais do contrato
- Subcontratos são emitidos a outros fornecedores para fornecer partes do sistema
- Clientes possuem vínculo com o principal contratado e não negocia diretamente com os subcontratados

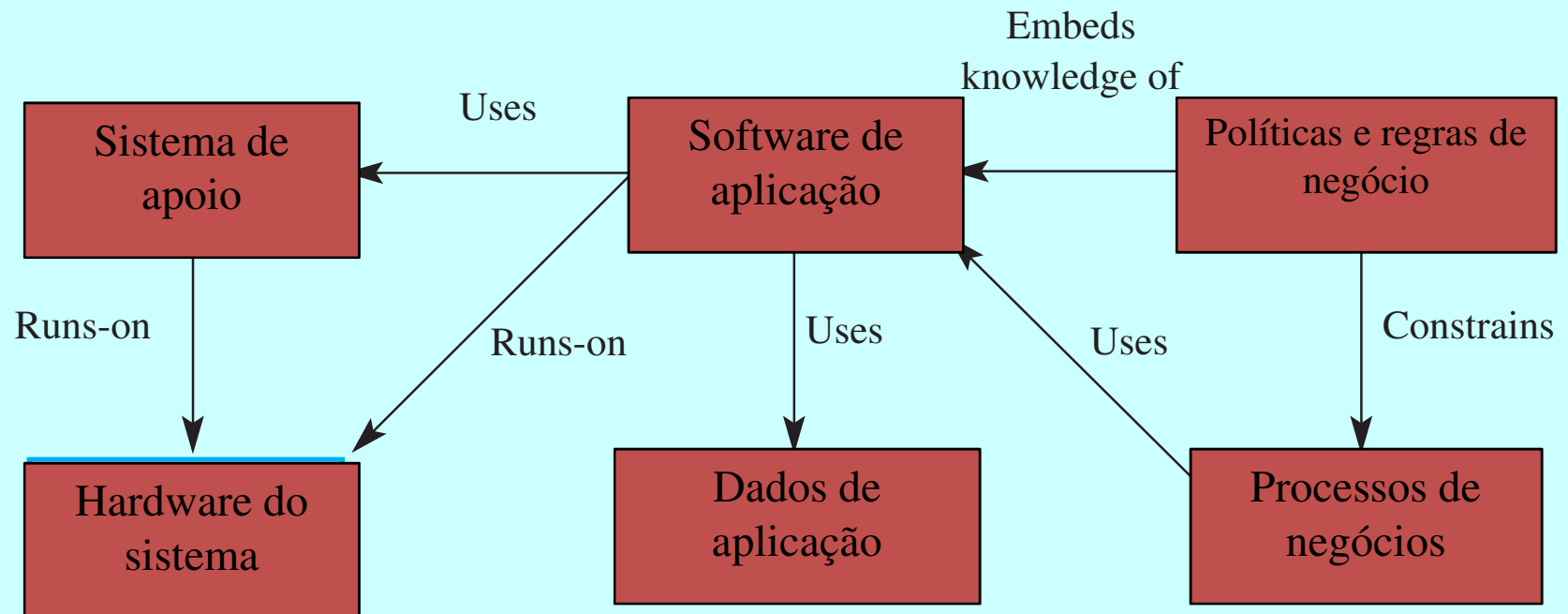
Modelo Contratado / Subcontratado



Sistemas legados

- Sistemas sociotécnicos que foram desenvolvidos usando tecnologia velha ou obsoleta.
- Geralmente são críticos para a operação do negócio e a substituição é arriscada e descartada
 - ▣ Sistema bancário;
 - ▣ Sistemas militares.
- Sistemas legados restringem novos processos organizacionais e consomem alta proporção do orçamento das empresas

Componentes de sistema legado

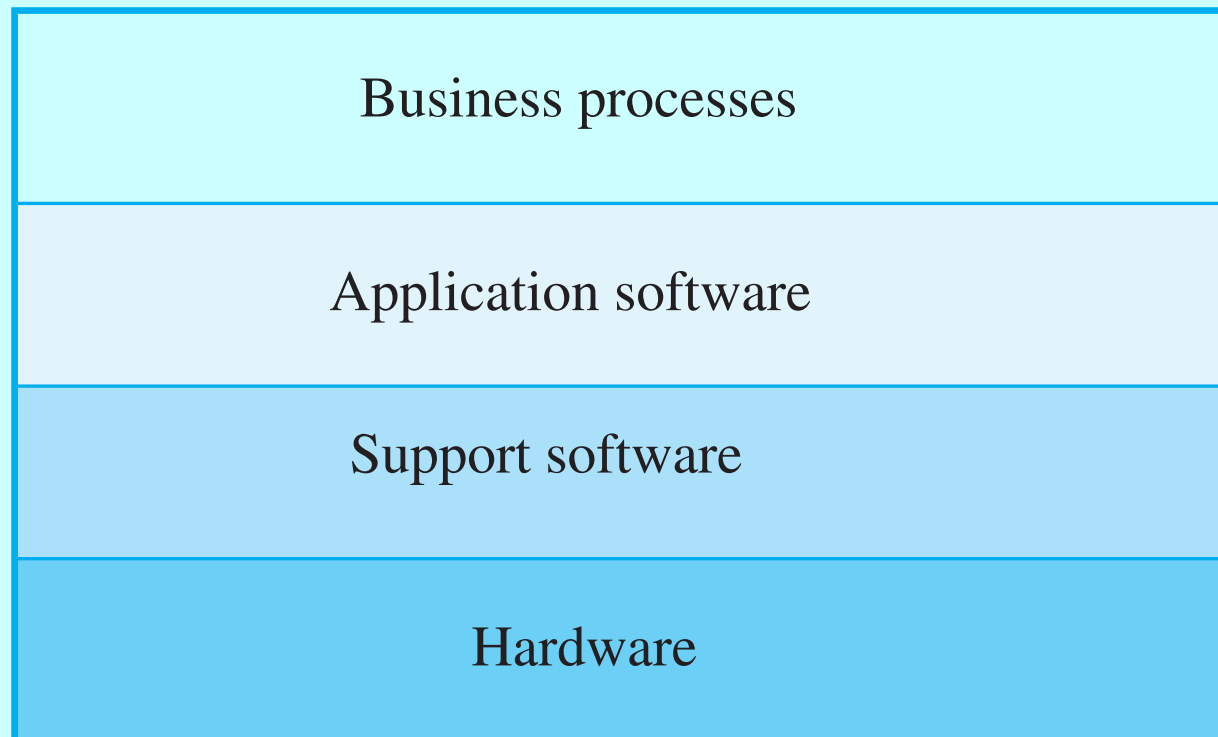


Componentes de sistema legado

- ❑ Hardware – pode ser hardware de mainframe obsoleto.
- ❑ Support software / software de apoio- podem ser fornecidos por fabricantes do hardware e estarem obsoletos ou não estarem mais no mercado. Ex.: compiladores, etc
- ❑ Application software / Software de aplicação – pode ser escrito em linguagens obsoletas.
- ❑ Application data / Dados da aplicação- geralmente inconsistente ou incompleto.
- ❑ Business processes / Processos de negócio- podem ser restringidos pela estrutura ou funcionalidades do software.
- ❑ Business policies and rules / Políticas e regras de negócios – podem estar implícitas e incorporadas no software

Modelo em camadas de um sistema legado

Socio-technical system



Pontos chave

- ❑ Sistemas sociotécnicos incluem hardware, software, processos e pessoas e são projetados para um objetivo de negócio.
- ❑ Propriedades emergentes são propriedades que são características do sistema como um todo e não apenas de suas partes
- ❑ O processo de engenharia de sistemas baseia-se, normalmente, no modelo “cascata” e possui as fases de especificação, projeto, desenvolvimento e Integração (parte crucial)

Pontos chave



- ❑ Fatores organizacionais e humanos tem um efeito significativo na operação de sistemas sociotécnicos.
- ❑ Existem interações complexas entre os processos de aquisição, desenvolvimento e operação.
- ❑ Sistema legado é um sistema antigo que continua a fornecer serviços essenciais.
- ❑ Sistemas legados incluem processos de negócio, regras e políticas de negócio, software de aplicação e apoio, hardware e dados.