

Tese de Mestrado - UNICAMP

METODOLOGIA PARA A CRIAÇÃO DE

PRODUTOS E SERVIÇOS

Aplicada ao Desenvolvimento
de uma CPA-T

Romulo Cioffi

Este exemplar corresponde à redação final da tese
defendida por Romulo Cioffi

e aprovada pela Comissão

Julgadora em 01.07.1994

M. A. S. D. S. G. B.
Orientador

Julho de 1994

**METODOLOGIA PARA A CRIAÇÃO DE
PRODUTOS E SERVIÇOS**

Aplicada ao Desenvolvimento de uma CPA-T

Romulo Cioffi

Orientador: Prof. Dr. Michel Daoud Yacoub

Dissertação apresentada na Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Julho de 1994

À minha mãe Geny, minha esposa Solange, ao meu filho Felipe e ao meu sobrinho Gabriel dedico este trabalho de tese.

Nos mecanismos universais o mecanismo
Estado não se impõe como o mais
indispensável. Mas é a pessoa humana,
livre, criadora e sensível que modela o
belo e exalta o sublime...

Albert Einstein

RECONHECIMENTOS

Ao Doutor Michel Daoud Yacoub pela orientação, incentivo e dedicação, sem o que possivelmente este trabalho de tese não seria levado a cabo.

A Luiz Augusto C. de Aquino pelas oportunidades que me ofereceu e pela confiança que depositou em meu trabalho profissional desde o seu início.

Ao Amigo Per-Arne Mannby pela responsabilidade, determinação e consciência em seu papel de perito da UIT ("International Telecommunication Union"), quando, durante 10 anos, soube nos transmitir a metodologia original que possibilitou-nos chegar ao desenvolvimento do Sistema Trópico-RA. Essa metodologia é objeto deste trabalho de tese.

A Lourival Aparecido dos Reis, Roland Scialom e Francisco Carlos Miguel com quem compartilhei o entendimento das idéias de Mannby e a disseminação destas para centenas de projetistas do Trópico-RA. A Francisco Carlos Miguel, pelas propostas feitas sobre as versões preliminares deste trabalho de tese com o intuito de torná-lo mais simples e objetivo.

A Gilson Fernandes pelo incentivo, pelo suporte e pela troca de experiências durante a elaboração deste trabalho de tese.

A Aldemar F. Parola pelo apoio e pela decisão de adotar a metodologia apresentada neste trabalho de tese no desenvolvimento do Trópico-RA.

Aos colegas do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da TELEBRÁS (CPqD) que, de uma forma ou de outra, colaboraram com o desenvolvimento da Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços, seja aplicando-a no Trópico-RA ou seja desenvolvendo os ambientes para suportá-la, participando ativamente do desafio de criar *tecnologias de ponta* para sistemas de telecomunicações.

Aos colegas da ALCATEL, com quem eu tenho aprendido que é possível trabalhar eficientemente dentro de um grande grupo, independentemente se as pessoas com quem interajo, estejam fisicamente próximas ou distantes, e mesmo que os trabalhos realizados em comum sejam da complexidade e do porte do Sistema-12.

O AUTOR

O autor deste trabalho é Engenheiro Eletricista (UFMG - 1982). Foi pesquisador do CPqD - TELEBRÁS, de 1982 a 1990, onde realizou trabalhos voltados aos projetos dos Sistemas Trópico-R e Trópico-RA. Foi responsável pelo grupo que desenvolveu a Metodologia de Desenvolvimento do Trópico-RA, metodologia essa que fundamenta este trabalho de tese. Atualmente trabalha na ALCATEL (dois anos na ALCATEL Standard Electrica - Espanha), com a Fábrica de SW do Sistema 12¹. É responsável pela Área de Produção do SW do Sistema 12 da ALCATEL Telecomunicações - Brasil. Suas áreas de interesse incluem: Metodologias para a Criação de Produtos e Serviços, Projeto de Sistemas, Metodologias de Criação de Sistemas, Metodologias de Desenvolvimento e Produção de SW, Ambientes de Desenvolvimento de Sistemas, Ambientes de Produção de SW, Projetos Funcionais, Linguagens de Especificação e Descrição de Sistemas e Tecnologias de Desenvolvimento de Sistemas e de Produção de SW.

¹Os Sistemas Trópico-R, Trópico-RA e o Sistema 12 permitem produzir Centrais Telefônicas Digitais para a Rede de Telecomunicações.

SUMÁRIO

A Rede de Telecomunicações passa por transformações que conduzem a expressivas mudanças em vários setores da vida humana. É toda uma evolução, e revolução, motivada pelo interesse por novos negócios e pela capacidade inventiva do ser humano, onde buscam-se oferecer serviços de comunicação em geral: voz, dados e imagens. O mercado de telecomunicações torna-se dia a dia mais exigente, seus valores são universais e a competição para atendê-lo é cada vez mais global.

A finalidade desta tese é apresentar uma Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços aplicável em qualquer nível de rede. Essa metodologia foi usada na prática do desenvolvimento do Sistema Trópico-RA, que é um componente da Rede de Telecomunicações. Mas, neste trabalho de tese, ela será demonstrada na criação de produtos software. A sua generalidade é tal que ela poderia contribuir também para o desenvolvimento de outras várias aplicações.

Os fornecedores de produtos e serviços para a Rede de Telecomunicações, por exemplo, estão em busca de metodologias que cumpram com o requisito de economia, ou seja, qualidade a baixo custo. O conceito de Rede Inteligente foi criado para racionalizar a disponibilidade de novos serviços na Rede de Telecomunicações. A metodologia proposta neste trabalho poderia ser usada para essa aplicação. Neste caso ela proveria um suporte a todas as fases do desenvolvimento de um novo serviço, desde a sua criação até a operação e manutenção, acelerando-se a oferta de novos serviços para a Rede Inteligente.

PREFÁCIO

A idéia de elaborar este trabalho de tese nasceu durante a busca para encontrar-se uma forma de atingir os objetivos seguintes:

- 1 - registrar uma experiência bem sucedida no desenvolvimento de um sistema complexo para a Rede de Telecomunicações e
- 2 - divulgar para a comunidade científica em geral uma possível solução para o problema da *criação de novos produtos e serviços*, aplicado ao desenvolvimento de software.

Segundo Ayn Rand¹, o ser humano utiliza, durante toda a sua vida, idéias e conclusões geradas por outras pessoas. E mesmo a sua própria existência, muitas vezes, depende do conhecimento de outros. Ela constatou ainda que todas as criações que o homem venha a gerar serão sempre pequenas considerando-se o universo de conhecimento humano disponível para ele durante sua existência. Mas esses fatos não nos tiram a responsabilidade de oferecer também a nossa contribuição. Pois somos peças integrantes de uma mesma aldeia global e dependemos todos das novas descobertas e do contínuo desenvolvimento do conhecimento humano.

Como é possível, partindo-se de necessidades e idéias vagas, criarem-se mercadorias concretas? Mercadorias que ofereçam serviços para seus clientes à custos razoáveis? A Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços apresentada nesta tese é uma tentativa de resposta a essas questões. Essa metodologia tem em especial o fato de já ter sido experimentada por centenas de projetistas na criação do Sistema Trópico-RA. O Trópico-RA é um complexo produto constituído por vários sub-produtos hardware e software distintos.

Os produtos e serviços, em particular, os produtos e serviços para a Rede de Telecomunicações, tornam-se dia a dia mais sofisticados, pois cada nova geração

¹The Virtue Of Selfishness, by Ayn Rand - 1964, A SIGNET Book

possui um maior conteúdo tecnológico. As centrais de comutação são centros de fios da rede, onde cada telefone está ligado por um par exclusivo. O Trópico-RA é um produto desse tipo. Além de oferecer serviços convencionais de voz ele acrescenta diversos serviços novos.

A metodologia proposta será apresentada ao longo dos oito Capítulos que compõem este trabalho de tese.

Alguns aspectos da Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços podem ser obtidos no **Capítulo 1 (Introdução)**. Nesse capítulo serão mostradas informações sobre sua finalidade, sobre o suporte que ela deu na estruturação do Trópico-RA e também outras possibilidades de aplicação no *desenvolvimento da Rede de Telecomunicações*. A proposta deste trabalho de tese é definir e mostrar uma metodologia que sirva particularmente para a criação de produtos software.

A palavra *metodologia* diz respeito à arte de encaminhar a solução de um problema. Neste trabalho de tese o problema a ser resolvido é o da criação de novos produtos e serviços. A Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços oferece um caminho que contém possibilidades e generalidades para serem escolhidas e detalhadas pelo projetista de acordo com a sua aplicação. No **Capítulo 2 (Metodologia Proposta)** cada um dos conceitos dessa metodologia serão definidos. Faz parte da metodologia os conceitos de sistema, produtos, serviços, estruturas funcional e física, dentre outros. É interessante que o leitor observe como todos eles estão relacionados entre si dentro de um sistema lógico.

Uma das peças chaves da metodologia proposta é a **Linguagem para a Especificação de Processos Funcionais - LEPP**, mostrada no **Capítulo 3**. Ela propõe um conjunto de símbolos e conceitos para documentar as interações e comunicações entre prestadores de serviços e seus usuários. A LEPP admite a possibilidade de que essas entidades possam comunicar-se contextualmente e extra-contextualmente durante a prestação de serviços. É importante destacar que esse é um novo requisito comparado aos cumpridos por outras linguagens de especificação.

A Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços propõe um ciclo de atividades que cobre desde a fase inicial de especificação, aonde é concebida a idéia sobre o produto, até a produção de produtos software em série. Os próximos três capítulos servirão para que o leitor acompanhe cada uma dessas atividades através de um caso real de criação de software.

No **Capítulo 4** serão mostradas as atividades de **Especificação de Sistema** (cujo objetivo é definir o que faz o sistema) e de **Projeto do Sistema Integral** (cujo objetivo é definir a organização dos serviços do sistema). No **Capítulo 5** será mostrada a atividade de **Projeto do Bloco de Serviços (BS)** - onde o BS é um conjunto de serviços afins do sistema. No **Capítulo 6** será mostrada a atividade de **Projeto do Bloco de Implementação Software (BI)** - onde o BI é uma unidade construtiva do sistema. Desta forma espera-se revelar ao leitor uma aplicação passo-a-passo da metodologia proposta, com um particular destaque ao suporte oferecido por ela no desenvolvimento de produtos software.

Uma metodologia é considerada um sistema de conceitos que pode ou não ser posto em prática. Uma tecnologia compreende a aplicação prática de uma metodologia. No **Capítulo 7 (Tecnologia)** serão discutidos os meios para a implantação da metodologia numa organização, e as diferenças entre os conceitos de metodologia e tecnologia. Faz parte da tecnologia as ferramentas, os procedimentos, o Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas e o Ambiente de Produção de Software, dentre outros itens.

Finalmente, o **Capítulo 8 (Conclusão)** deixa uma abertura para a continuação dos estudos iniciados neste trabalho de tese. Os estudos futuros poderiam ser realizados no sentido de tornar a metodologia apresentada mais genérica e formal. O objeto a ser atingido seria uma metodologia para a criação de produtos e serviços em geral.

É importante registrar que este trabalho de tese é fruto de todo um esforço coletivo realizado pelo CPqD-TELEBRÁS, entre os anos de 1979 e 1990, envolvendo o desenvolvimento de Metodologias, Ambientes de Desenvolvimento e Centrais Telefônicas.

Conteúdo

Capítulo 1: Introdução

| | | |
|-------|---|------|
| 1 | Introdução | 1-2 |
| 1.1 | Finalidade | 1-2 |
| 1.2 | A Rede de Telecomunicações | 1-3 |
| 1.3 | O Futuro da Rede de Telecomunicações | 1-5 |
| 1.3.1 | RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados) | 1-5 |
| 1.3.2 | RI (Rede Inteligente) | 1-5 |
| 1.4 | Uma Perspectiva Histórica | 1-7 |
| 1.4.1 | A Central Comutadora | 1-7 |
| 1.4.2 | Sistemas Eletromecânicos | 1-7 |
| 1.4.3 | Sistemas CPA's (Controle por Programa Armazenado) | 1-7 |
| 1.5 | O Sistema Trópico-RA | 1-8 |
| 1.5.1 | Estruturação do Sistema Trópico-RA | 1-9 |
| 1.6 | Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços | 1-12 |

Capítulo 2: Metodologia Proposta

| | | |
|-------|---|------|
| 2 | Metodologia Proposta | 2-2 |
| 2.1 | Conceito | 2-2 |
| 2.2 | Suporte Oferecido pela Metodologia | 2-2 |
| 2.3 | O Produto e o Serviço | 2-2 |
| 2.4 | O Sistema e o Produto | 2-3 |
| 2.5 | Modelos do Sistema | 2-4 |
| 2.5.1 | O Domínio do Sistema | 2-4 |
| 2.5.2 | O Bloco de Serviços (BS) | 2-5 |
| 2.5.3 | Estrutura Funcional do Sistema | 2-7 |
| 2.5.4 | Estrutura Física do Sistema | 2-7 |
| 2.5.5 | Bloco de Implementação (BI) | 2-7 |
| 2.5.6 | Mapeamento Funcional-Físico | 2-7 |
| 2.6 | A Generalização da Reusabilidade pelo Sistema | 2-8 |
| 2.7 | A Produção dos Produtos SW | 2-9 |
| 2.8 | Atividades de Criação de Produtos e Serviços | 2-10 |

| | | |
|---------|--|------|
| 2.8.1 | Especificação do Sistema | 2-10 |
| 2.8.2 | Projeto do Sistema Integral | 2-11 |
| 2.8.3 | Projeto do BS | 2-11 |
| 2.8.3.1 | Especificação de Características do BS | 2-11 |
| 2.8.3.2 | Projeto da Arquitetura do BS | 2-11 |
| 2.8.3.3 | Projeto de Dados do BS | 2-12 |
| 2.8.3.4 | Projeto Funcional do BS | 2-12 |
| 2.8.4 | Mapeamento Funcional-Físico | 2-12 |
| 2.8.5 | Projeto do BI SW | 2-12 |
| 2.8.5.1 | Especificação do BI SW | 2-12 |
| 2.8.5.2 | Concepção do BI SW | 2-13 |
| 2.8.5.3 | Implementação do BI SW | 2-13 |

Capítulo 3: Linguagem para a Especificação de Processos Funcionais

| | | |
|---------|---|-----|
| 3 | Linguagem para a Especificação de Processos Funcionais (LEPF) | 3-2 |
| 3.1 | Introdução | 3-2 |
| 3.2 | Conceitos Básicos | 3-2 |
| 3.3 | Apresentação Intuitiva da Linguagem | 3-3 |
| 3.3.1 | Visão Mais Geral | 3-3 |
| 3.3.2 | Visão Detalhada | 3-4 |
| 3.3.2.1 | Processo 1 | 3-4 |
| 3.3.2.2 | Processo 2 | 3-5 |
| 3.4 | Processo | 3-5 |
| 3.4.1 | Conceito CHILL, LEDS e LEPF | 3-5 |
| 3.4.2 | Tipos de Processos | 3-6 |
| 3.4.3 | Estruturação de Processos | 3-6 |
| 3.5 | Fluxo | 3-7 |
| 3.5.1 | Conceito | 3-7 |
| 3.5.2 | Analogias | 3-7 |
| 3.5.3 | Fluxo de Controle | 3-7 |
| 3.5.4 | Fluxo Funcional | 3-8 |
| 3.5.4.1 | Fluxo de Comunicação | 3-8 |
| 3.5.5 | A Sintaxe | 3-8 |

| | | |
|-------|---|------|
| 3.5.6 | A Semântica | 3-10 |
| 3.6 | Executor | 3-10 |
| 3.7 | Função | 3-11 |
| 3.7.1 | O Cumprimento | 3-11 |
| 3.7.2 | Organização dos Serviços do Sistema | 3-11 |
| 3.8 | Conclusão | 3-12 |

Capítulo 4: Subsistema de Comunicação Homem Máquina (CHM)

| | | |
|-------|--|------|
| 4 | Subsistema de Comunicação Homem Máquina (CHM) | 4-2 |
| 4.1 | Especificação do Subsistema de CHM | 4-2 |
| 4.2 | Projeto do Sistema Integral | 4-4 |
| 4.2.1 | BS: ADES - Adaptação para Periféricos de Entrada e Saída | 4-5 |
| 4.2.2 | BS: ANSI - Análise Sintática dos Comandos | 4-6 |
| 4.2.3 | BS: GARC - Gerência de Arquivos de Comandos Indiretos | 4-6 |
| 4.2.4 | BS: GPER - Gerência de Periféricos | 4-6 |
| 4.2.5 | BS: GUCH - Gerência de Usuários de CHM | 4-7 |
| 4.2.6 | BS: IMPR - Controle de Impressão | 4-7 |
| 4.2.7 | BS: TRAD - Tradução de Comandos e Mensagens | 4-7 |
| 4.2.8 | BS: TX25 - Terminação para o Protocolo X25 | 4-7 |
| 4.3 | Casos de Funcionamento do Subsistema de CHM | 4-8 |
| 4.3.1 | Execução de Comando de CHM a pedido do Operador | 4-8 |
| 4.3.2 | Saída das Respostas de Comando | 4-9 |
| 4.4 | Estrutura Física do CHM | 4-10 |
| 4.5 | Conclusão | 4-11 |

Capítulo 5: Projeto do BS - Tradução de Comandos e Mensagens (TRAD)

| | | |
|-------|--|-----|
| 5 | Projeto do BS: Tradução de Comandos e Mensagens (TRAD) | 5-2 |
| 5.1 | Especificação de Características | 5-2 |
| 5.1.1 | Aplicação e Finalidade | 5-2 |
| 5.1.2 | Definições | 5-3 |
| 5.1.3 | Serviços Oferecidos pelo BS: TRAD | 5-4 |

| | | |
|---------|---|------|
| 5.1.3.1 | Auxílio para a Escolha de Comandos | 5-4 |
| 5.2 | Projeto da Arquitetura do BS: TRAD | 5-5 |
| 5.3 | Serviços de Acesso à Base de Dados | 5-6 |
| 5.3.1 | Projeto Funcional | 5-6 |
| 5.3.2 | Projeto de Dados | 5-7 |
| 5.3.2.1 | Prestadores de Serviços (PS) | 5-8 |
| 5.3.2.2 | Interface de Estado dos Dados (ESTDAD) | 5-9 |
| 5.3.2.3 | Interface de Acesso à Base de Dados (ACEBDA) | 5-9 |
| 5.3.2.4 | Módulo de Conceitos Públicos ACEB_TRAD | 5-11 |
| 5.4 | Conclusão | 5-13 |

Capítulo 6: Projeto do BI SW - Tradução de Comandos (TRADC)

| | | |
|-------|--|------|
| 6 | Projeto do BI SW: Tradutor de Comandos (TRADC) | 6-2 |
| 6.1 | O Mapeamento Funcional-Físico | 6-2 |
| 6.2 | Concepção do BI: TRADC | 6-3 |
| 6.3 | Implementação do BI: TRADC | 6-5 |
| 6.3.1 | Processo CHILL TACE_TRADC | 6-5 |
| 6.3.2 | Tipo Abstrato de Dados BADA_TRADC | 6-7 |
| 6.4 | Conclusão | 6-10 |

Capítulo 7: Tecnologia

| | | |
|-------|--|-----|
| 7 | Tecnologia | 7-2 |
| 7.1 | Metodologia e Tecnologia | 7-2 |
| 7.2 | Conceito | 7-2 |
| 7.2.1 | Ciência e Tecnologia | 7-3 |
| 7.3 | Tecnologia MCPS | 7-4 |
| 7.3.1 | Educação | 7-4 |
| 7.3.2 | Desenvolvimento dos Papéis: as novas atividades dos especialistas | 7-5 |
| 7.3.3 | Automação | 7-6 |
| 7.4 | ADS - Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas | 7-9 |

| | | |
|-------|---|------|
| 7.4.1 | Assistência Fornecida pelo ADS | 7-9 |
| 7.5 | APS - Ambiente de Produção de Produtos SW | 7-10 |
| 7.6 | Conclusões | 7-11 |

Capítulo 8: Conclusão

| | | |
|---------|---|-----|
| 8 | Conclusão | 8-2 |
| 8.1 | Porque uma nova Metodologia? | 8-2 |
| 8.2 | MCPS - A Metodologia Proposta e suas Aplicações | 8-3 |
| 8.2.1 | MCPS aplicada ao Trópico-RA | 8-4 |
| 8.2.2 | MCPS aplicada à Rede de Telecomunicações | 8-5 |
| 8.3 | Estudos Futuros | 8-6 |
| 8.3.1 | Formalização da MCPS através da Teoria Sysware | 8-6 |
| 8.3.2 | Teoria e Tecnologias Sysware | 8-7 |
| 8.3.2.1 | MCPS, ADS, APS e Trópico-RA como Tecnologias Sysware | 8-7 |
| 8.4 | Questões em Aberto | 8-8 |

Abreviaturas

| | |
|------------------------|-----|
| Abreviaturas | a-2 |
|------------------------|-----|

ÍNDICE GERAL

| | |
|------------------|-------|
| ÍNDICE | índ-2 |
|------------------|-------|

Capítulo 1

Introdução

1 Introdução

1.1 Finalidade

A corrida entre os principais fornecedores mundiais para desenvolver produtos para o mercado de telecomunicações, além de propiciar uma espetacular evolução da Rede de Telecomunicações, tem sido uma das fontes para o desenvolvimento de várias áreas do conhecimento humano. Algumas áreas como

- . metodologias de projeto,
- . especificação de sistemas,
- . desenvolvimento de sistemas,
- . engenharia de SW,
- . desenvolvimento de organizações, entre outras,

têm experimentado, paralelamente aos sistemas de telecomunicações, uma grande expansão num curto período de tempo.

O objetivo desta tese é apresentar as características fundamentais de uma *Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços* [1] em qualquer nível da rede. Esta metodologia pode ser usada no desenvolvimento de sistemas cujos componentes são implementados em hardware (HW) e software (SW). O HW na maioria dos casos é digital, com uso extensivo de microprocessadores. O SW realiza as funções programáveis do sistema. E o sistema, que é a essência da rede de componentes (HW e SW) possui a flexibilidade para evoluir e, muitas vezes, apresenta processamento e controle distribuídos.

A metodologia proposta neste trabalho de tese tem sido usada no desenvolvimento do Sistema Trópico-RA [2]. Esse sistema permite produzir centrais telefônicas digitais, com controle por programa armazenado e comutação temporal (tipo CPA-T). O Sistema Trópico-RA está sendo desenvolvido pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Telebrás, desde 1986, e seus primeiros produtos estão entrando

em operação comercial na rede nacional de telecomunicações a partir de 1991. Centenas de pesquisadores já se envolveram ou estão envolvidos em tal projeto. A metodologia apresentada, responsável pelo auxílio às várias fases de desenvolvimento do produto, tem servido como um canal de comunicação entre os pesquisadores.

Em particular, a Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços, aplicada para o desenvolvimento de produtos SW, será o foco principal deste trabalho.

1.2 A Rede de Telecomunicações

Desde a criação do telefone o homem vem vencendo os desafios de transmitir a voz humana através de distâncias cada vez maiores. A Rede de Telecomunicações está tão disseminada pela sociedade humana que é impossível falar-se em *desenvolvimento sustentado* sem falar-se em telecomunicações. Uma das medidas da qualidade de vida de uma sociedade é tomada através da *densidade de telefones por 100 habitantes*, que ela apresenta. No Brasil, esta taxa anda pela casa de seis aparelhos por 100 habitantes. É uma taxa pequena mesmo na América Latina, e muito pequena quando comparada às taxas dos países mais ricos [3].

As Tabelas 1.1 e 1.2 apresentam uma visão relativa entre diversas Redes de Telecomunicações. Estes dados são de 01/01/91 e foram fornecidos por Siemens, UIT & Telepress [3].

O Brasil possui a décima-primeira Rede de Telecomunicações do mundo, mas com uma baixa densidade de telefones distribuída entre os seus habitantes. O déficit atual estimado para a rede brasileira é da ordem de 10.000.000 de linhas. Considerando o preço médio da linha de US\$ 300,00 o investimento necessário para suprir esta demanda é de aproximadamente US\$ 3.000.000.000,00 [3], até o final da década de 90.

Além disto, demandam-se métodos que tragam economia aos processos (desenvolvimento de novos produtos e serviços, operação, manutenção, gerência da

rede, etc.) associados à Rede de Telecomunicações. Fornecedores, administradores, prestadores de serviços, buscam, através de uma competição cada vez mais global, conciliar qualidade com custos baixos. Este trabalho de tese apresenta uma Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços, concebida para o desenvolvimento da Rede de Telecomunicações e também para cumprir com o requisito de economia, ou seja, simplicidade, flexibilidade, produtividade e qualidade a baixo custo.

Tabela 1-1: A densidade telefônica de alguns países

| País | Densidade (linhas/100hab) |
|---------------|--------------------------------------|
| Suécia | 68,33 |
| EUA | 54,54 |
| Alemanha | 40,11 |
| Coréia do Sul | 31,58 |
| Argentina | 10,69 |
| Brasil | 6,26 |

Tabela 1-2: Número de linhas instaladas por país

| País | Nº de Linhas |
|--------------------|---------------------|
| EUA | 136.337.000 |
| Japão | 55.330.000 |
| Alemanha (Federal) | 31.887.000 |
| França | 27.648.946 |
| Espanha | 12.602.640 |
| Brasil | 9.409.230 |

1.3 O Futuro da Rede de Telecomunicações

O sistema telefônico une residências, escritórios, e fábricas às centrais de comutação, através das redes de transporte de informações, em todo o mundo. Todo esse potencial de comunicação foi sub-utilizado durante décadas com o transporte unicamente da voz. A tecnologia de então não permitia mais do que isso, e muitas redes dedicadas para serviços não voz (telex, dados, etc.) se proliferaram.

1.3.1 RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados)

A grande revolução digital permitiu converter a voz em uma sequência de bits, e todas as informações que pudessem ser convertidas em bits poderiam também ser tratadas pela mesma rede. Este fato levou naturalmente ao conceito de RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados), que é uma rede onde os serviços de voz e não voz são oferecidos aos seus assinantes. A RDSI opera sobre canais B (64kbits/seg) e sobre canais D (16 ou 64kbits/seg).

A RDSI faixa estreita oferece aos usuários a telefonia digital, transmissão de dados, facsímile, teletex, telemetria, etc. . A RDSI faixa larga acrescenta novas facilidades, como a distribuição de canais de som de alta fidelidade, e canais de televisão de alta definição (*HDTV - High Definition Television - 6 x 64kbits/seg*). A aplicação da Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços no desenvolvimento da RDSI (faixa estreita e faixa larga), além de acelerar o seu desenvolvimento, propiciará flexibilidade, qualidade, e custos baixos para os novos serviços.

1.3.2 RI (Rede Inteligente)

A Rede de Telecomunicações está ganhando também uma nova concepção estrutural, tanto para as suas vias de transmissão como para os seus nós comutadores: a Rede Inteligente. A flexibilidade provida pela rede manual na introdução de novos serviços está sendo redescoberta através desse conceito. Nas redes atuais, os serviços estão localizados em cada central comutadora. Esta arquitetura torna-se dispendiosa sempre

que a administradora necessita introduzir um novo serviço, uma vez que o novo serviço deverá ser implementado em vários nós da rede, e por fornecedores de equipamentos distintos. Este processo é muito mais caro quando comparado àquele implementado numa estrutura na qual os serviços estejam centralizados na rede, e localizados em nós especializados para o controle e a gerência de serviços. Esta é a estrutura da Rede Inteligente, e as redes atuais deverão passar por uma reformulação geral para chegar até ela.

A competição entre os administradores da Rede Inteligente é realizada com o objetivo de se oferecer uma grande variedade de novos serviços de comunicações para a sociedade, a preços acessíveis, num curto período de tempo. As empresas operadoras estão buscando metodologias que facilitem a introdução de novos serviços na Rede de Telecomunicações, e, portanto, a aplicação da Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços no desenvolvimento da Rede Inteligente pode ser uma contribuição para esta busca. Se a Metodologia for aplicada ela poderá prover uma assistência ativa aos administradores durante todas as fases do ciclo de vida de um serviço, desde a criação de um novo serviço, passando pela sua implantação na rede, até a sua operação e manutenção. Além da produtividade, ela trará simplicidade, modularidade e qualidade aos novos serviços.

Antes, a evolução da Rede de Telecomunicações, ao contrário da filosofia apregoada pela Rede Inteligente, visava melhorar os serviços já existentes, através da evolução tecnológica de cada componente. A seguir, será dada uma perspectiva histórica desta evolução [4].

1.4 Uma Perspectiva Histórica

1.4.1 A Central Comutadora

A concepção inicial do telefone (inventado por Bell em 1876) preocupava-se com a transmissão da voz à distância, com a limitação de que os pares de telefones só comunicassem entre si. Mas a necessidade de comunicação da sociedade era muito mais ampla. Dever-se-ia dar ao telefone a possibilidade de selecionar um dentre uma série de N aparelhos. Isto foi realizado através do conceito de Central Telefônica, onde cada telefone possui um par exclusivo e tem a possibilidade de ligar-se à qualquer um dos demais.

1.4.2 Sistemas Eletromecânicos

As centrais no início da telefonia eram de operação manual, isto é, o usuário informava à telefonista o nome da pessoa com quem falar. A telefonista, por meio de um par de cordões (cabos bem flexíveis) com *plugs*, interligava eletricamente os dois telefones. Estabelecia-se assim o caminho para a conversação entre os assinantes. Essa rotina operacional e as necessidades crescentes de informações da sociedade foram, e ainda são hoje, fontes de estudos e inspiração para a evolução da Rede de Telecomunicações. Assim foram criadas as gerações de centrais eletromecânicas com tecnologias passo-a-passo, rotativo e crossbar.

1.4.3 Sistemas CPA's (Controle por Programa Armazenado)

A demanda crescente por novos serviços na rede, a rigidez funcional dos equipamentos eletromecânicos, e a invenção do computador (1950-1960) programável para tarefas de uso geral, levaram a uma nova revolução. As centrais CPA's foram criadas, com grandes vantagens em relação às eletromecânicas: possuem HW genérico, a configuração dos órgãos e a flexibilidade funcional é feita por SW, dentre outras.

São 115 anos de evolução e revolução, que foram impulsionados pela criatividade do ser humano e pela necessidade de novos negócios. A evolução da rede, que até então era feita através da atualização tecnológica de seus componentes, está hoje sendo realizada através da criação acelerada de novos produtos e serviços sobre ela. Este trabalho de tese aborda uma metodologia para a criação de produtos e serviços em seu estado da arte.

1.5 O Sistema Trópico-RA

O Sistema Trópico-RA [2] possui uma estrutura modular com controle e o processamento distribuídos. Ele foi concebido para operar dezenas de anos na Rede de Telecomunicações, servindo tanto a realidade da rede no presente como a prevista para o futuro. A sua evolução potencial é garantida pela clara identificação e separação de suas estruturas de objetivos e requisitos, funcional e física.

As centrais Trópico-RA podem ser instaladas ao longo de toda a Rede de Telecomunicações. Elas podem diferir tanto em tamanho como em funcionalidade. Podem existir pequenas centrais rurais, grandes centrais trânsito, centrais médias trânsito local, centrais telefônicas locais puras, centrais tandem, centrais para telefonia móvel, centrais digitais de comutação para serviços integrados, etc., conforme está mostrado na Figura 1-1.

O Sistema Trópico-RA é uma plataforma de multiaplicações [5, 6], e as suas propriedades estruturais foram asseguradas através da aplicação dos conceitos pertencentes à Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços apresentada neste trabalho de tese.

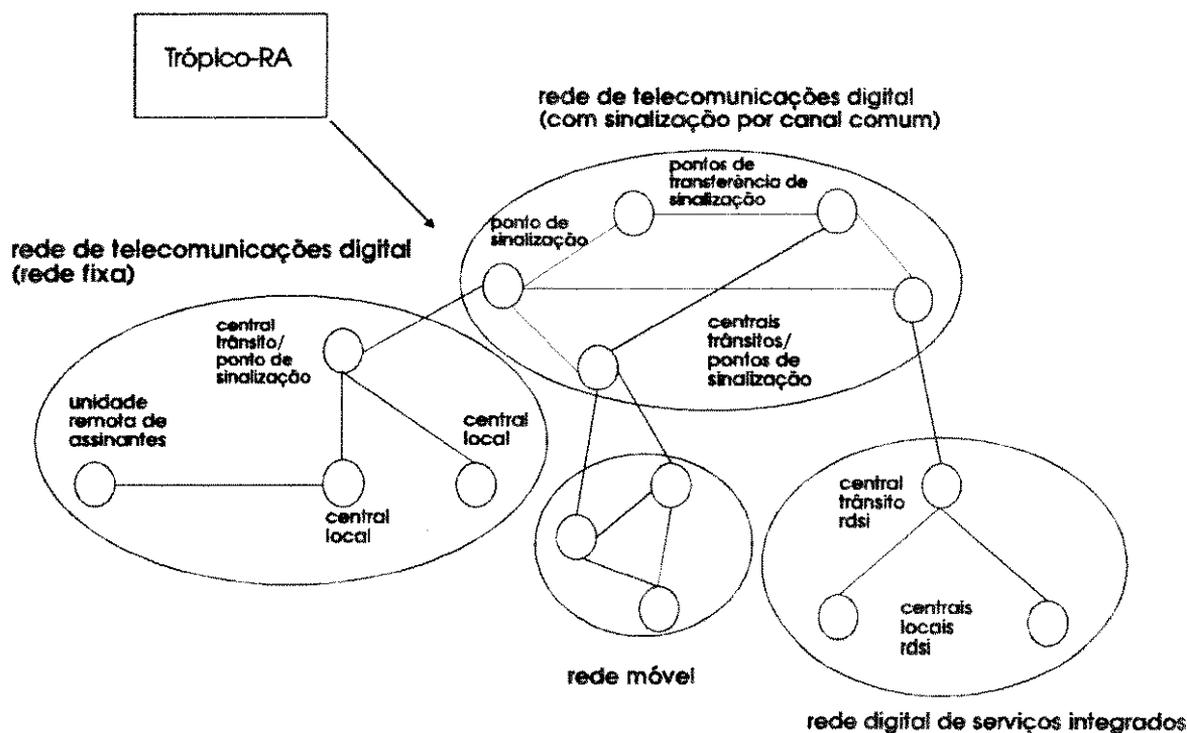


FIGURA 1-1: Aplicações do Sistema Trópico-RA

1.5.1 Estruturação do Sistema Trópico-RA

Os módulos físicos do Trópico-RA não são caracterizados apenas através das suas funções HW, mas também através dos programas que estão armazenados nas memórias dos processadores. Esses programas, compostos de códigos e dados, são chamados de SW, do ponto de vista de projeto. O SW é modularizado através de componentes chamados Blocos de Implementação (BI's). Os componentes HW são as placas de circuitos. Generalizando, pode-se dizer que tanto os componentes HW como os componentes SW constituem os Blocos de Implementação. Assim, a distinção entre essas duas classes é feita através de Blocos de Implementação SW e Blocos de Implementação HW.

A estruturação do Trópico-RA foi feita com o objetivo de desenvolver-se um sistema aberto, que tivesse modularidades funcional e física. Este objetivo foi atingido através

da criação das estruturas funcional e física do Trópico-RA. Estas estruturas tornam fácil a incorporação de novas funções no sistema, ao mesmo tempo que possibilitam uma constante atualização tecnológica de seus componentes HW e SW.

A Figura 1-2, mostra como foi feita a estruturação do Trópico-RA.

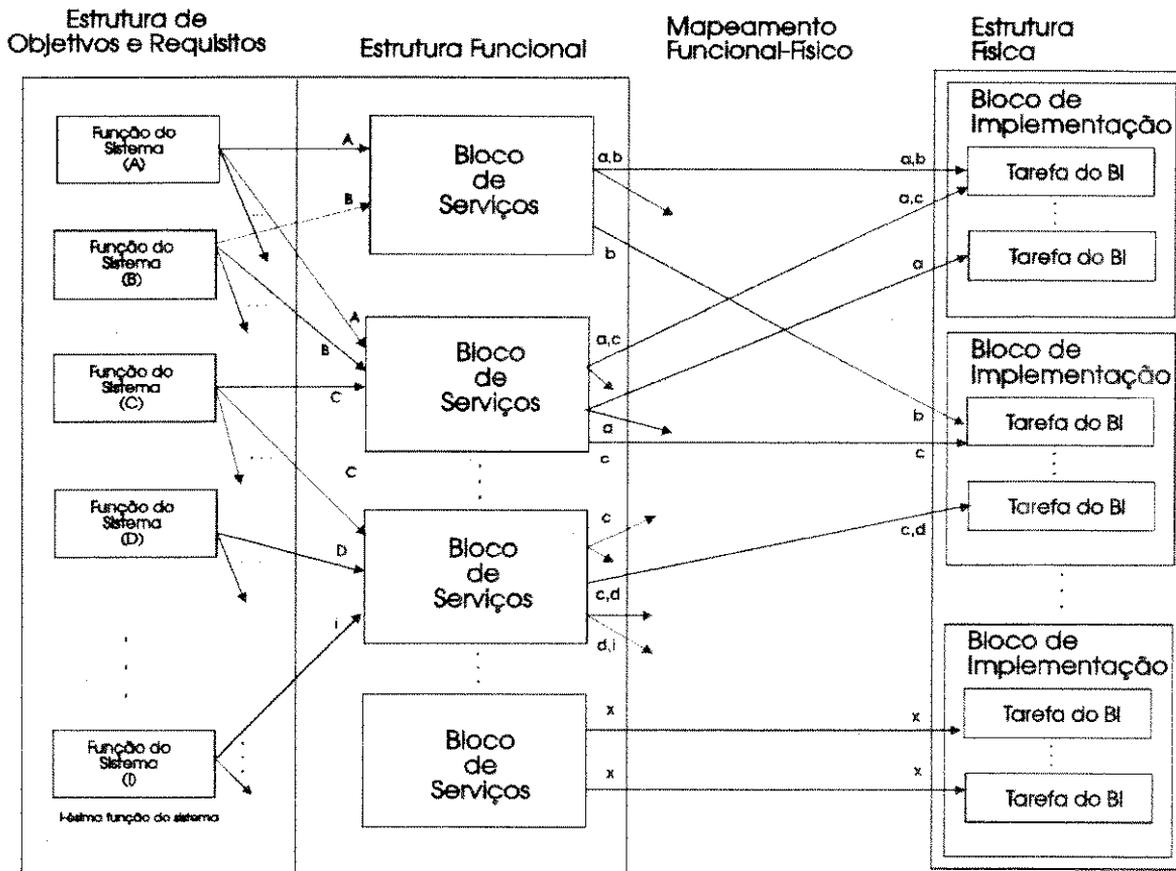


FIGURA 1-2: Estruturação do Sistema Trópico-RA

A estruturação iniciou-se a partir de uma lista de objetivos e requisitos apresentada pelos clientes do sistema. Os clientes do sistema são as Companhias Operadoras da Rede de Telecomunicações. Essa lista foi usada pelos projetistas do Trópico-RA para a identificação de todas as funções que o sistema deve realizar. Observe-se na Figura 1-2 cada uma das funções do sistema. Observe-se ainda, como elas foram organizadas numa Estrutura de Objetivos e Requisitos.

A seguir foram identificados um conjunto de Blocos de Serviços (BS's), os quais são únicos. Cada BS é responsável pelo detalhamento de parte das funções do sistema, até o nível onde são identificados *componentes funcionais* indivisíveis. Os componentes funcionais definem cada uma das tarefas dos diversos BI's (HW,SW), de tal forma que o sistema como um todo cumpra os objetivos e requisitos estabelecidos pelos clientes. Nesse aspecto, o BS visto na Figura 1-2 é, por um lado, o coletor das funções do sistema e, por outro, o distribuidor de componentes funcionais para cada uma das tarefas dos diversos BI's SW. Observe na Figura 1-2, que a Estrutura Funcional do Trópico-RA refere-se à estrutura de relações entre os BS's do sistema.

A Figura 1-2 mostra ainda os dois tipos de mapeamentos existentes no sistema. O primeiro tipo de mapeamento é entre a Estrutura de Objetivos e Requisitos e a Estrutura Funcional. Esse mapeamento revela quais são os requisitos que os BS's recebem a partir das funções do sistema. Mas, cada BS pode receber requisitos também a partir de outros BS's da Estrutura Funcional. O segundo tipo de mapeamento é entre os diversos componentes funcionais e as diversas tarefas dos BI's (HW,SW), chamado de Mapeamento Funcional-Físico. Um BI do Trópico-RA é considerado especificado somente depois da definição do Mapeamento Funcional-Físico. Uma vez especificado, cada BI (HW,SW) pode ser desenvolvido independentemente e posteriormente organizado dentro da Estrutura Física do sistema, mostrada na Figura 1-2.

Observe que as idéias fundamentais usadas no desenvolvimento do Trópico-RA foram as identificações claras de sua Estrutura de Objetivos e Requisitos, Estrutura Funcional, de sua Estrutura Física e dos Mapeamentos existentes entre elas. Esta foi a metodologia de desenvolvimento original adotada [1] e que lhe deu toda a modularidade e a flexibilidade requisitadas. A Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços se baseia fundamentalmente na experiência de estruturação do Trópico-RA, e as Estruturas do Trópico contém conceitos próprios que serão definidos neste trabalho de tese.

1.6 Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços

Hoje existem vários métodos e técnicas [7] usadas para o desenvolvimento de sistemas que envolvem SW e HW. Em particular, os modernos sistemas de telecomunicações necessitam de técnicas cada vez mais depuradas. A programação estruturada, refinamentos sucessivos, a metodologia orientada a objetos, a Linguagem para Especificação e Descrição de Sistemas (LEDS) [8], técnicas de Descrição de Fluxo de Dados (DFD), técnicas CAD (Computer Aided Design), as linguagens de programação de alto nível (CHILL - CCITT High Level Language, [9], p.ex.), são alguns exemplos neste sentido.

Um dos requisitos básicos para as metodologias de desenvolvimentos atuais é que elas sirvam como ferramentas ativas ao longo da vida do sistema, e não somente como um conjunto de normas para padronização de documentos. Elas devem suportar ativamente todas as etapas da criação de sistemas, para que os sistemas assim criados, supram tanto as necessidades requeridas no presente como na realidade do futuro.

A Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços [1] assegura fundamentalmente estas propriedades e, além disto, traz modularidade, flexibilidade, produtividade, e qualidade, ao desenvolvimento de sistemas. Ela objetiva reduzir drasticamente com os custos da manutenibilidade de sistemas, seja no tratamento de melhorias ou seja na correção de falhas. Ela tem sido aplicada na prática do desenvolvimento das centrais Trópico-RA, mas seus conceitos servem também à criação de serviços para a Rede de Telecomunicações.

Nos próximos capítulos a Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços será apresentada, em teoria, e na prática através da aplicação de seus conceitos no desenvolvimento de produtos SW.

REFERÊNCIAS

- [1] MANNBY, PER-ARNE, *The Sysware Theory*.
International Conference on Communications - ICC, Philadelphia, 1988,
págs.1750-1754
- [2] CIOFFI, R., DIAS, S.V., REIS, L.A. et al, *System Design and Software
Development Methodologies in the TROPICO System*, International
Conference on Communications - ICC, Philadelphia, 1988, v.2. p.617-621
- [3] RNT - *Revista Nacional de Telecomunicações e Telemática*.
Ano 14 - Nº 158 - Outubro/92 - pág. 41
- [4] FERRARI, A.M. *Telecomunicações Evolução & Revolução*.
São Paulo: Érica, 1991
- [5] VALENZUELA DIAZ, V.A., VIVALDI, A.R. *Potencialidade do
Sistema Trópico como uma Plataforma Multiaplicações*.
Revista Telebrás: tecnologia, Outubro/92, págs.45-50
- [6] FERNANDES, G.. *Rede Local de Processadores de uma CPA-T*.
Tese de Mestrado - Faculdade de Engenharia Elétrica (FEE) - UNICAMP,
1992
- [7] PRESSMAN, ROGER S.. *Software Engineering - A Practitioner's
Approach*. Singapore McGraw - Hill, 2.ed., 1987
- [8] *SDL Specification and Description Language - CCITT*.
Recommendations Z.100 e Z.110 - Fascículos X.1, X.2, X.3, X.4 e X.5 -
Livro Azul - 1988
- [9] *CCITT High Level Language - CHILL*.
Recommendation Z.200 - Fascículo X.6 - Livro Azul - 1988

Capítulo 2
Metodologia Proposta

2 Metodologia Proposta

2.1 Conceito

No seu uso coloquial a palavra metodologia diz respeito à arte de encaminhar a solução de um problema. Mais formalmente, *metodologia* é a ciência dos métodos de solucionar problemas. Neste trabalho de tese o problema a ser resolvido é o da criação de novos produtos e serviços.

2.2 Suporte Oferecido pela Metodologia

A Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços (MCPS) - objeto desta tese - fornece um caminho que pode ser seguido pelos projetistas de produtos e serviços. O caminho proposto contém possibilidades e generalidades para serem escolhidas e detalhadas pelo projetista de acordo com a sua aplicação. A MCPS [1] não é um sistema de conceitos completo e fechado. Pelo contrário, é um sistema aberto para a evolução. Cada usuário da metodologia pode contribuir para a sua melhoria. Em seu estado atual, todos os conceitos apresentados foram validados por centenas de projetistas durante a criação do Sistema Trópico-RA [2].

A MCPS define:

- os objetos da criação
- o ciclo de vida das atividades associadas ao produto e serviço
- as ferramentas necessárias
- as linguagens apropriadas para cada atividade e
- a sua aplicabilidade e generalidade.

2.3 O Produto e o Serviço

Um dos objetivos deste trabalho de tese é mostrar a aplicação da MCPS para o desenvolvimento de produtos software (SW). No entanto, o conceito de produto na

MCPS é mais geral. O *produto* é definido como sendo o resultado de uma atividade. Existem produtos comercializados, que são voltados para suprir um conjunto de necessidades conhecidas. São mercadorias (coisas), serviços (atos) e projetos (concretizados através de documentos). Uma mercadoria é (ou será) projetada para prestar serviços. Neste caso, os *serviços* são as diversas utilidades do produto. Pode-se falar que o produto oferece uma gama de serviços, e que cada serviço é um aspecto do produto. Mas observe que, de maneira geral, podem existir produtos que não são mercadorias ou que não prestam serviços.

Existem situações onde o objeto a ser comercializado é a própria atividade humana. Nestes casos o conceito de produto não é tão evidente quanto ao conceito de serviço. Por exemplo, num trabalho de consultoria diz-se que um profissional oferece determinados serviços.

Considerando os conceitos de metodologia, produtos e serviços, definidos acima, é possível entender-se melhor o objetivo deste trabalho de tese.

2.4 O Sistema e o Produto

O conceito de sistema é fundamental na MCPS, porque ele relaciona os conceitos de produto e serviços entre si. O *sistema* pode ser visto como a organização dos serviços de um dado produto. A flexibilidade, as estruturas funcionais e físicas de um produto são propriedades intrínsecas ao sistema. O sistema é representado por *modelos* que guiam a produção de uma gama de produtos do mesmo tipo. Por isto, o sistema possui todas as características que possibilitam produzir e distinguir este produto num dado contexto: ele é a essência do produto. Um produto produzido através dos modelos do sistema conterá um subconjunto destas propriedades essenciais.

Na MCPS a atividade de criação de produtos e serviços, em sua essência, é realizada em duas grandes fases:

- na primeira, são desenvolvidos os modelos do sistema,

- na segunda, são produzidos os produtos e os serviços de acordo com estes modelos.

2.5 Modelos do Sistema

Como já foi dito, um dos resultados fundamentais obtidos durante a criação de novos produtos e serviços são os diversos *modelos* que os representam. O desenvolvimento do sistema pode ser visto como um processo de criação de modelos [3, 4], onde cada um descreve um dado aspecto do sistema. Os modelos são criados e transformados em todos os níveis do desenvolvimento do sistema, seja na fase de especificação, ou seja na implementação dos componentes SW. No segundo caso o código fonte, p.ex., é um modelo que é entendido pelos programadores e também é usado pelo processo de produção (um compilador e um ligador). Os modelos do sistema apresentam diferentes graus de detalhes. Os primeiros modelos gerados ao longo do desenvolvimento são mais grosseiros, pois eles abordam as características externas do sistema, enquanto os últimos modelos são muito mais detalhados, pois eles descrevem como são os componentes do sistema e como construir o sistema a partir deles.

2.5.1 O Domínio do Sistema

O primeiro nível de modelo criado no desenvolvimento é o do domínio do sistema. Na criação do modelo do domínio do sistema, mostrado na Figura 2-1, o projetista delimita a fronteira do mundo real que estará em foco. A região delimitada (em foco) é considerada como sendo o *sistema* em desenvolvimento. Observe na Figura 2-1 que do lado de fora desta região, podem-se identificar dois tipos de elementos: os usuários do sistema e os prestadores de serviços do sistema. Os usuários são elementos externos que se beneficiarão do sistema, e os prestadores de serviços são elementos externos que suprirão as necessidades do sistema. O domínio do sistema, mostrado na Figura 2-1, é a união de todos os usuários, de todos os prestadores, e do sistema propriamente dito.

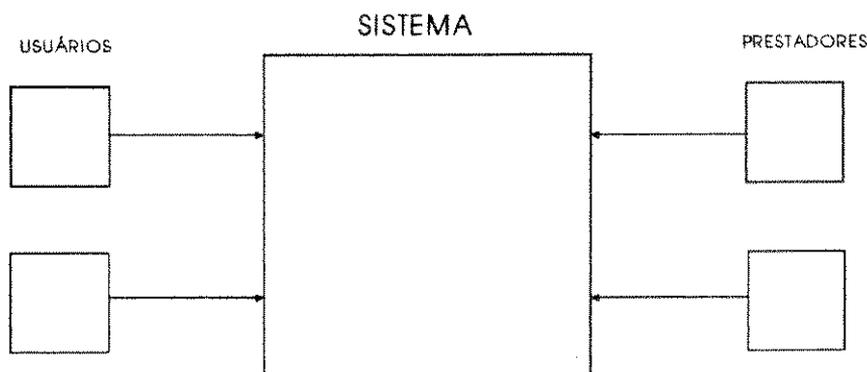


Figura 2-1
Modelo do Domínio do Sistema

serviços para cumprir várias funções, semelhantes ou diferentes, simultaneamente, o que significa que, num dado instante, o cumprimento de várias funções podem estar em andamento.

2.5.2 O Bloco de Serviços (BS)

Com a finalidade de criar-se uma estrutura para os serviços prestados pelo sistema, esses serviços são organizados em conjunto afins. Diz-se que cada conjunto de serviços afins é oferecido por uma unidade funcional chamada de *Bloco de Serviços* (BS). Esta unidade funcional é um objeto que é manuseado durante a produção, permitindo que se gerem produtos SW com conteúdos funcionais adequados às necessidades de seus clientes.

O BS mostrado na Figura 2-2, a seguir, incorpora um conceito fundamental para solucionar o problema de desenvolver-se um sistema funcionalmente aberto, onde seja fácil a inclusão de novos serviços. Para a MCPS, incorporar novos serviços no sistema é o mesmo que conceber o modelo de um BS que presta os serviços (a serem criados) para um ou mais *Usuários Genéricos* (UG's) diferentes. O BS em concepção pode utilizar-se de toda a gama de serviços já disponíveis no sistema (conjunto de BS's) para poder prestar os seus. Quanto mais colocam-se serviços no sistema mais fácil será a sua evolução, pois a sua infra-estrutura funcional cresce.

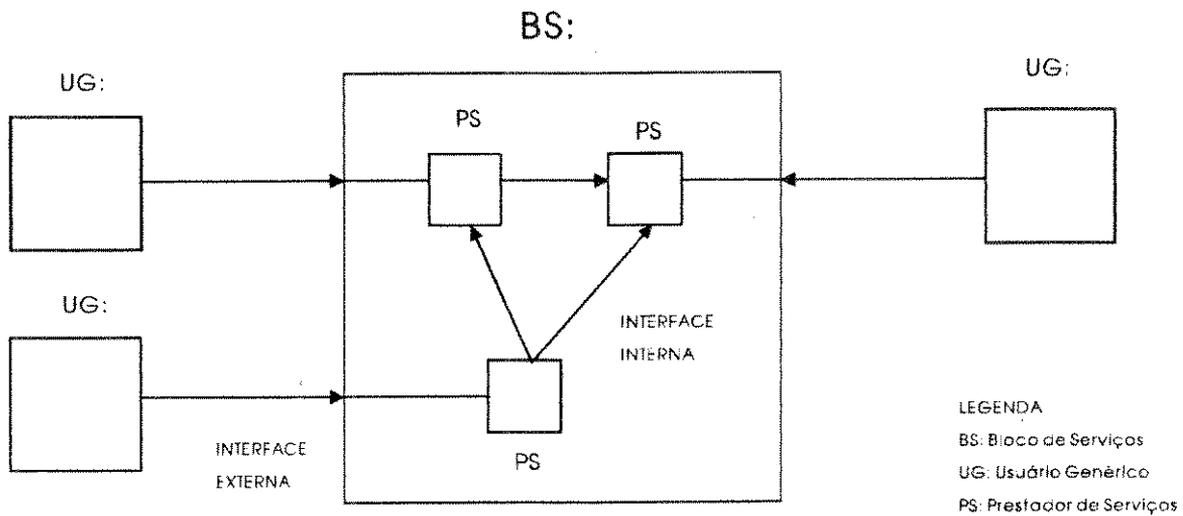


Figura 2-2
Modelo do Bloco de Serviços

Observe na Figura 2-2 que cada UG representa os usuários dos serviços que possuem em comum o fato de utilizarem-se dos serviços de acordo com o procedimento de uso definido pelo UG. É útil recordar que cada BS é um aspecto do produto.

A Linguagem para a Especificação de Processos Funcionais (LEPF), apresentada no próximo capítulo, foi desenvolvida especialmente para assistir ao trabalho de criação dos serviços oferecidos pelo BS a seus UG's. Na atividade de criação dos serviços (Figura 2-2) o BS é particionado até que sejam identificados:

- seus componentes funcionais, chamados *prestadores de serviços* (PS's) (ou *executores* em LEPF), e
- as interfaces através das quais eles cooperam entre si, e prestam serviços aos usuários.

2.5.3 Estrutura Funcional do Sistema

A Estrutura Funcional (Figura 2-3) é um modelo que mostra a organização de todos os objetos funcionais do sistema. O sistema pode ser estratificado em camadas, e a camada é uma faixa dentro da qual reside o objeto funcional (BS, p. ex.). Cada BS é único e independente dos demais BS's do sistema. Para a MCPS podem existir várias classes de objetos funcionais: Sistema, Subsistemas Funcionais (conjuntos de BS's), Blocos de Serviços e Prestadores de Serviços.

2.5.4 Estrutura Física do Sistema

A Estrutura Física é mostrada através dos componentes físicos (SW) que compõem o sistema (Figura 2-3). Este modelo do sistema identifica como são todos os componentes físicos, a conectividade entre eles, suas flexibilidades, suas regras de dimensionamento, suas capacidades de tratamento de tráfego e suas operacionalidades. Para a MCPS podem existir várias classes de componentes físicos: Sistema, Módulos, Blocos de Implementação SW, Processos, Procedimentos, Tipos Abstratos de Dados (Dados + Procedimentos de Acessos aos Dados) e Tipos Abstratos de Interfaces (Interfaces + Procedimentos de Acessos às Interfaces).

2.5.5 Bloco de Implementação (BI)

Os componentes físicos do sistema (Figura 2-3) são normalmente padronizados através de componentes que facilitam o manuseio do produto. No caso do Trópico-RA estes componentes são chamados de Blocos de Implementação (HW e SW). Os componentes padrões são unidades construtivas do sistema, podendo ser isoladamente implementados, testados, documentados e mantidos.

2.5.6 Mapeamento Funcional-Físico

Uma característica importante do BS é que ele não está limitado às fronteiras físicas do sistema. Observando a Figura 2-3, pode-se ver que fisicamente o sistema possui

uma estrutura de componentes (SW), mas as funções de um dado BS estão normalmente distribuídas pelos vários componentes físicos do sistema. A conexão entre a estrutura do BS e a estrutura física do sistema é realizada através do mapeamento de seus elementos funcionais (PS's) sobre os componentes físicos do sistema (BI's SW e seus componentes menores, processos, procedimentos, etc.).

Veja na Figura 2-3 que este mapeamento, chamado de Mapeamento Funcional-Físico, atribui uma ou mais funções (PS's) para cada um dos componentes físicos do sistema, assegurando que as tarefas realizadas pelos componentes físicos coletivamente correspondam de fato com os objetivos e os requisitos que o sistema deve realizar como um todo. O Mapeamento Funcional-Físico é uma distribuição de serviços para "sub-produtos" (BI's SW). O Mapeamento é uma estrutura que liga os aspectos do mesmo produto. Um aspecto é a Estrutura Funcional e o outro aspecto é a Estrutura Física.

2.6 A Generalização da Reusabilidade pelo Sistema

A Figura 2-3 revela ainda que esses modelos oferecem uma solução geral para o problema de *reusabilidade* no sistema, suportando tanto a reusabilidade no nível físico como no nível funcional. Antes mesmo da realização dos componentes físicos (BI's SW), todas as partes comuns existentes entre eles são identificadas (através do mapeamento funcional-físico). Conhecidas estas partes comuns é possível implementá-las uma única vez e reusá-las para cada componente físico. No nível funcional, é possível identificar as características comuns entre os serviços do sistema, concebê-las uma única vez e reusá-las entre os BS's do sistema. Essas soluções de reusabilidade propostas pela MCPS, visam trazer produtividade durante o desenvolvimento de produtos e serviços.

No desenvolvimento do Sistema Trópico-RA essas propriedades foram amplamente exploradas. No nível funcional foi criada uma classe de objetos própria para ser reutilizada, formada pelos Elementos Padrão de Projeto do Sistema (EPPS). E, no nível físico foi criada uma outra classe de objetos também própria para ser

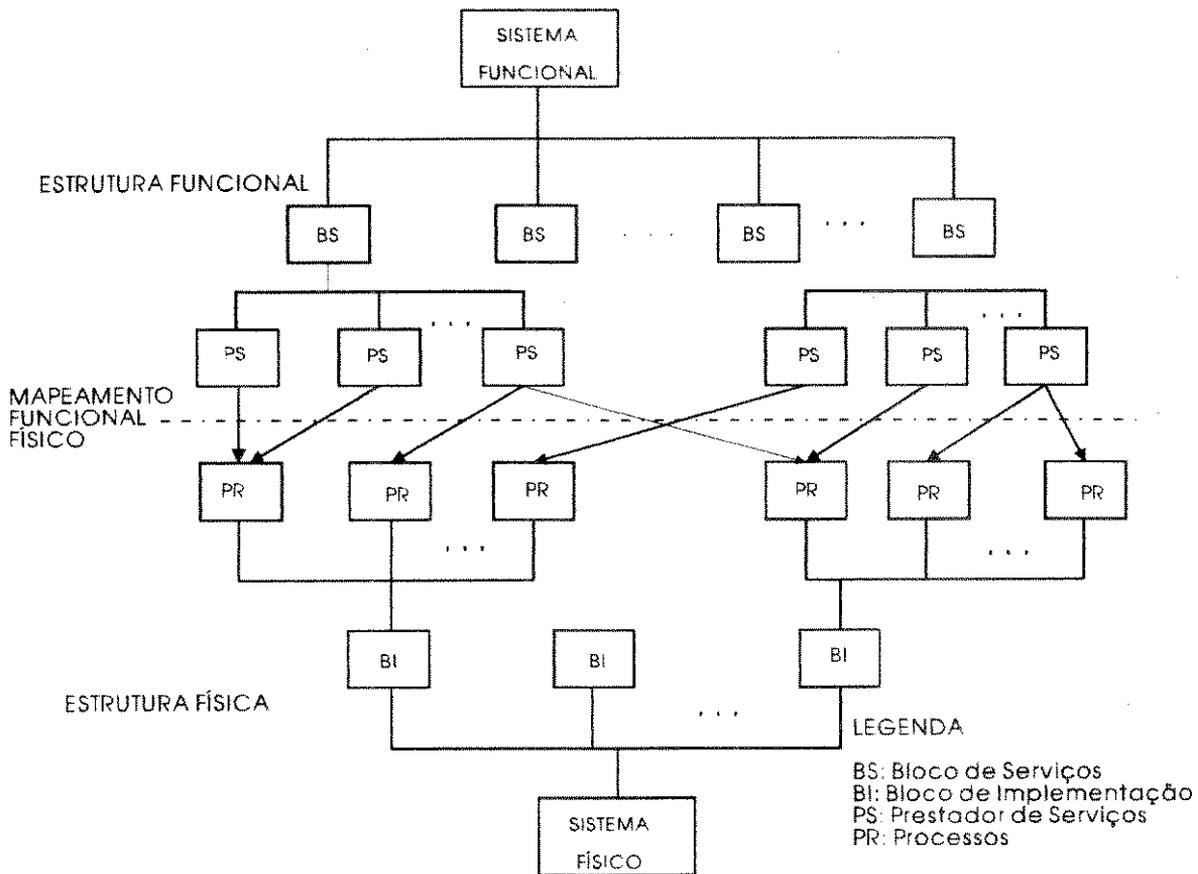


Figura 2-3
Estruturas Funcional e Física do Sistema

reutilizada, formada pelos Elementos Padrão de Implementação SW (EPIS).

2.7 A Produção dos Produtos SW

Os modelos criados para o sistema (estrutura funcional, estrutura física, mapeamento funcional-físico, BS's, BI's, etc.) guiam a produção de uma gama de produtos SW do mesmo tipo. Na produção de um desses produtos SW, considera-se que, primeiro o cliente fornece as características funcionais e físicas que ele espera para o produto. A partir daí, essas características são traduzidas em escolhas e valores para os parâmetros nos modelos do sistema possibilitando-se, assim, a produção de um

produto SW sob medida para o cliente. Esse processo de produção é normalmente assistido por vários tipos de ferramentas (compiladores, ligadores, geradores de documentação, etc.).

2.8 Atividades de Criação de Produtos e Serviços

A Figura 2-4 apresenta o ciclo de atividades [5] proposto pela MCPS, na criação de produtos e serviços.

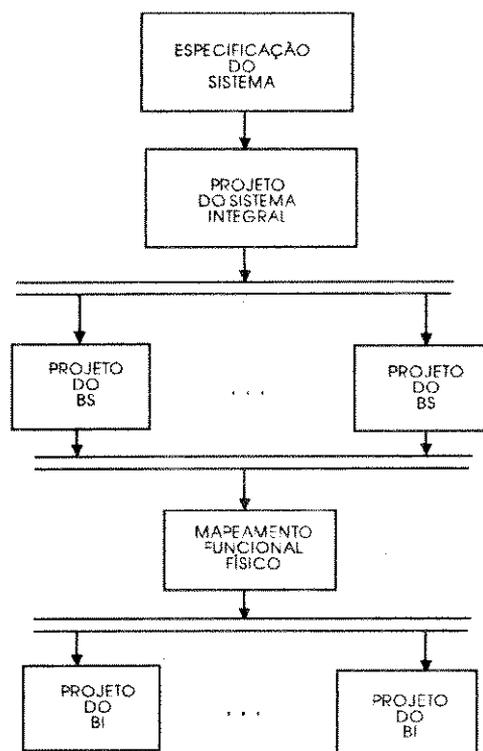


Figura 2-4
Atividades de Criação de Produtos e Serviços

2.8.1 Especificação do Sistema

A atividade de especificação do sistema tem a finalidade de definir os serviços oferecidos aos seus usuários, mostrando o comportamento observado para o sistema

em seu ambiente. Durante a atividade de especificação são definidos ainda os Requisitos e os Objetivos. Os Requisitos são definições que devem ser cumpridas. São requisitos funcionais, ambientais e paramétricos organizados numa forma de lista. Os objetivos contém os modelos que representam as possíveis utilizações dos produtos SW em desenvolvimento.

2.8.2 Projeto do Sistema Integral

A atividade de projeto do sistema integral tem a finalidade de identificar e organizar os serviços do sistema, mostrando-se como é a sua Estrutura Funcional. No projeto do sistema integral são criados os seus vários BS's e, é definido o que cada um deles faz sob o ponto de vista dos demais e dos usuários externos. A partir desta atividade podem ser iniciados os projetos de vários BS's em paralelo.

2.8.3 Projeto do BS

Para cada BS realizam-se as tarefas descritas nos itens de 2.8.3.1 a 2.8.3.4.

2.8.3.1 Especificação de Características do BS

A atividade de especificação do BS define o que o BS faz para os seus usuários, e como os seus usuários devem usá-lo. O que faz o BS é uma descrição em linguagem natural do BS numa terminologia padronizada e específica para cada BS. Os usuários devem usá-lo através do comportamento previsto para o UG que os representam.

2.8.3.2 Projeto da Arquitetura do BS

A atividade de projeto da arquitetura do BS estabelece todas as configurações possíveis para os componentes funcionais do BS (PS's) e as suas interfaces internas e externas.

2.8.3.3 Projeto de Dados do BS

A atividade de projeto de dados trata as estruturas de dados e os objetos controlados pelos PS's no domínio deste BS. São especificados também os sinais que passam através das interfaces do BS. Cada interface é definida através do grupo de sinais que são permitidos passar através dela.

2.8.3.4 Projeto Funcional do BS

A atividade de projeto funcional modela, no espaço e no tempo, os processos funcionais que podem ser executados para cumprir todas as funções de serviço do BS. O método para se fazer esta especificação é definido na descrição da linguagem LEPF (no Capítulo 3).

2.8.4 Mapeamento Funcional-Físico

Na atividade de mapeamento funcional-físico são identificados todos os componentes físicos do sistema (BI's SW). A identificação é feita através da associação de cada PS da estrutura funcional para os vários BI's da estrutura física do sistema. A partir desta atividade pode ser dada a partida ao projeto de vários BI's em paralelo.

2.8.5 Projeto do BI SW

Para cada BI SW realizam-se as tarefas descritas nos itens 2.8.5.1 a 2.8.5.3.

2.8.5.1 Especificação do BI SW

Na atividade de especificação do BI SW é definido o que ele faz a partir das funções do conjunto de PS's atribuídos a ele.

2.8.5.2 Conceção do BI SW

Na atividade de concepção o BI é particionado em componentes menores (processos, procedimentos, tipos abstratos de dados, tipos abstratos de Interfaces), e depois são atribuídas funções para eles de acordo com a especificação do BI. Neste nível utiliza-se uma linguagem de alto nível, por exemplo a linguagem CHILL, para representar a estrutura do BI SW.

2.8.5.3 Implementação do BI SW

Na atividade de implementação cada componente do BI SW é codificado para desempenhar a função que o componente deve realizar. Utiliza-se, normalmente, uma linguagem de programação de alto nível.

REFERÊNCIAS

- [1] MANNBY, PER-ARNE, *The Sysware Theory*. International Conference on Communications - ICC, Philadelphia, 1988, v.3. p. 1750-1754
- [2] CIOFFI, R., DIAS, S.V., REIS, L.A. et al, *System Design and Software Development Methodologies in the TROPICO System*. International Conference on Communications - ICC, Philadelphia, 1988, v.2. p.617-621
- [3] MANNBY, PER-ARNE, *A Tecnologia Sysware, Fundamentos Teóricos* - III Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1986
- [4] CIOFFI, R, *A Tecnologia Sysware, Aplicações* - III Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1986
- [5] CIOFFI R.,MANNBY P.A.,MIGUEL F.C.,REIS L.A., SCIALOM R, *Desenvolvimento de Sistemas Utilizando a Linguagem LEPP*. 1985, CPqD - TELEBRÁS

Capítulo 3

Linguagem para a Especificação de Processos Funcionais (LEPF)

3 Linguagem para a Especificação de Processos Funcionais (LEPF)

3.1 Introdução

Este capítulo é uma adaptação do trabalho "A Linguagem para Especificação de Processos Funcionais (LEPF) - Conceitos Básicos" de Per-Arne Mannby [1].

Segundo Mannby, a utilidade fundamental de LEPF é "a especificação de algoritmos que descrevem todas as possibilidades que um agente tem para executar uma ação e conseguir um efeito dentre um conjunto de efeitos possíveis".

3.2 Conceitos Básicos

Definem-se as seguintes entidades em LEPF:

1. *Processo* - A ação propriamente dita.
2. *Fluxo* - Algoritmo que representa as ações executáveis.
3. *Executor* - Agente capaz de executar qualquer ação de acordo com o algoritmo.
4. *Função* - O conjunto de todos os efeitos possíveis das ações executáveis.

Da mesma forma as seguintes afirmações são consistentes:

1. O executor *cumpr*e a função.
2. O executor *executa* o processo.
3. O processo *é uma possível realização* da função.
4. O fluxo da função *representa* os processos que o executor pode executar.

3.3 Apresentação Intuitiva da Linguagem

A Figura 3-1 serve como um guia para a apresentação intuitiva de LEPPF. A explicação e o detalhamento dos símbolos utilizados na Figura 3-1 serão feitos no item 3.5.5.

A parte I da Figura 3-1 descreve um fluxo chamado Fluxo 1, e a parte II descreve um outro fluxo chamado de Fluxo 2. Os Fluxos 1 e 2 representam visões distintas sobre os mesmos processos. Observe que o Fluxo 1 oferece uma visão mais geral dos processos, e o Fluxo 2 uma visão mais detalhada.

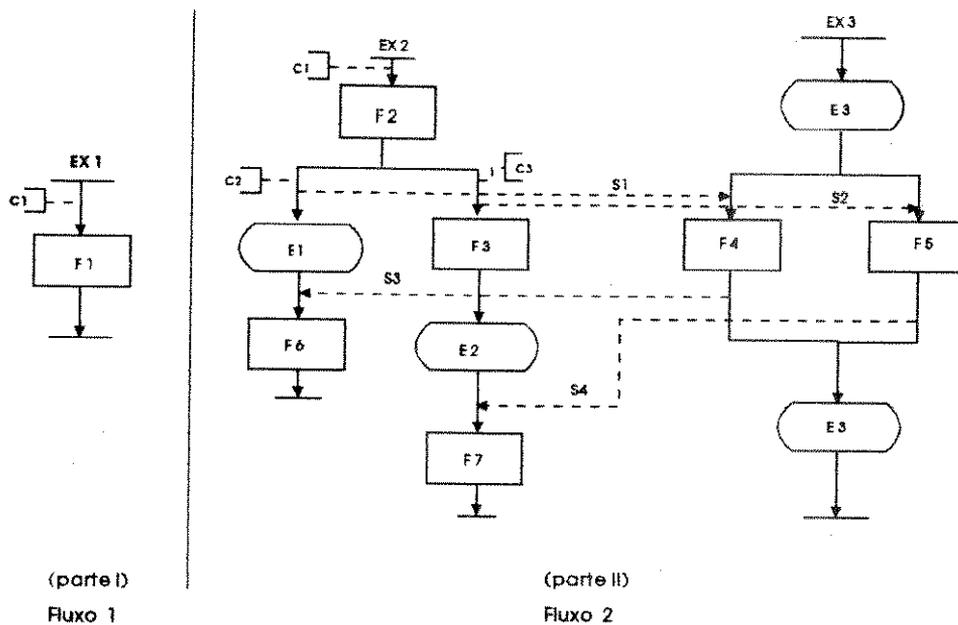


Figura 3-1
Apresentação Intuitiva de LEPPF

3.3.1 Visão Mais Geral

Acompanhando o Fluxo 1 na Figura 3-1 pode-se ver que:

- qualquer um dos processos contidos em F1 pode ser executado pelo executor EX1;
- o processo começa quando a condição C1 torna-se válida;

- durante a execução de um processo o executor EX1 cumpre a Função F1, a qual inclui o início e o término do processo;
- o executor EX1 executa somente um processo de cada vez.

Observe, que a limitação do Fluxo 1 é a de não mostrar as possíveis diferenças entre os processos executáveis por EX1. Por outro lado, essas diferenças são enfocadas pelo Fluxo 2. A finalidade do Fluxo 2 é a de detalhar *como* a Função F1 pode ser cumprida.

3.3.2 Visão Detalhada

O Fluxo 2 revela novos aspectos. Comparando ambos os fluxos da Figura 3-1 tem-se que

- o executor EX1 contém os executores EX2 e EX3 e foi EX2 quem deu início ao processo para EX1, e
- existem dois tipos de processos executados por EX1, antes não visíveis através do Fluxo 1.

3.3.2.1 Processo 1

Observando a execução do *primeiro tipo de processo*, na Figura 3-1, pode-se ver que:

- I. EX2 é ativado quando a condição C1 torna-se válida (início do processo) e EX2 cumpre a função F2, que inclui o envio do sinal S1 - devido à condição C2 - para EX3 e a parada no estado E1.
- II. EX3 recebe o sinal S1 no estado E3 e cumpre a função F4, que inclui o envio do sinal S3 para EX2 e a parada no estado E3.
- III. EX2 recebe o sinal S3 no estado E1, cumpre a função F6 e termina o processo.

3.3.2.2 Processo 2

Acompanhando a execução do *segundo tipo de processo*, tem-se que:

- I. EX2 cumpre a função F2 e envia o sinal S2 - devido à condição C3 - para EX3.
- II. EX3 recebe o sinal S2 no estado E3 e cumpre a função F5, que inclui o envio do sinal S4 para EX2 e a parada no estado E3, em concorrência com EX2 que cumpre a função F3, incluindo a parada no estado E2.
- III. EX2 recebe o sinal S4 no estado E2, cumpre a função F7 e termina o processo.

Note que o *processo-LEPF* é constituído por eventos elementares, que podem acontecer em sequências e em concorrência.

3.4 Processo

3.4.1 Conceito CHILL, LEDS e LEPF

O conceito de processo difere segundo as diferentes linguagens.

Em CHILL (CCITT High Level Language) a máquina virtual do CHILL, aloca os recursos (memória e capacidade de processamento) para a execução de um processo, e cria o processo ao mesmo tempo. Os recursos serão desalocados quando o processo for suspenso. O conjunto formado pelos recursos e pelo processo é o que se chama *processo-CHILL*.

Para LEDS (Linguagem para a Especificação e Descrição de Sistemas do CCITT) a definição de processo não é muito diferente da definição em CHILL. É concebido que existe um estado inicial para a máquina abstrata de LEDS, do qual ela sai e volta. Um *processo-LEDS* é definido como sendo a própria máquina abstrata.

O conceito de processo em LEPF é mais geral. Primeiro - um processo em LEPF pode ser uma ação que começa e acaba em qualquer par de estados. Segundo - um processo em LEPF pode ser a cooperação entre várias máquinas abstratas, isto é, entre vários executores que estão necessariamente explicitados no fluxo. Terceiro - um processo em LEPF pode ser uma comunicação entre executores.

3.4.2 Tipos de Processos

Os processos em LEPF podem ser classificados através dos tipos seguintes:

1. O *processo de controle*, que é a execução feita por um executor.
2. O *processo de comunicação*, que é a sequência de sinais trocados entre dois executores.
3. O *processo funcional*, que é o conjunto das execuções e comunicações feitas por pelo menos dois executores que interagem.

3.4.3 Estruturação de Processos

A regra geral para a estruturação de processos em LEPF é a seguinte: O processo de controle pode ser particionado num processo funcional constituído de pelo menos dois processos de controle e um de comunicação, e assim sucessivamente.

Observe na Figura 3-1 que o processo de controle mostrado inicialmente no Fluxo 1 foi particionado em dois processos funcionais como mostrado no Fluxo 2. Observe ainda que, cada um dos processos funcionais no Fluxo 2 é constituído por dois processos de controle e um processo de comunicação.

3.5 Fluxo

3.5.1 Conceito

O fluxo foi apresentado inicialmente como um algoritmo que representa os processos executáveis por um ou mais executores. Este algoritmo é, normalmente, especificado em vários passos. O último passo de uma especificação em LEPPF revela *o quê* pode ser cumprido através da execução de processos primitivos.

A LEPPF é uma linguagem elaborada para auxiliar a definição de refinamentos sucessivos. Os elementos primitivos desses refinamentos são elementos que devem ser refinados ainda mais através de uma linguagem como LEDS, ou definidos através de projetos HW ou SW, eventualmente utilizando linguagens compiláveis como, por exemplo, CHILL.

3.5.2 Analogias

É útil criar uma analogia para as várias entidades de LEPPF. O fluxo é como um rio, cujas águas correm de cima para baixo. O processo é como a viagem de um barco que segue a corrente do rio. É possível imaginar uma rede de rios com pontos de convergências (encontros entre afluentes) e pontos de divergências (como num delta).

O capitão do barco é como o executor do processo. Ele pode selecionar um dos rios nos pontos de divergências. Sua decisão é baseada em informação coletada e processada durante a viagem. Ele pode parar o barco, receber ou enviar informação.

3.5.3 Fluxo de Controle

O caminho seguido por um barco é uma visualização de um *fluxo de controle*. Todas as viagens de barco, que seguem o mesmo caminho, são como processos, que seguem o mesmo fluxo de controle. Estes processos não utilizam-se necessariamente das mesmas informações.

3.5.4 Fluxo Funcional

Para visualizar a representação dos processos através de *fluxos funcionais* é preciso completar a analogia. Um processo funcional é composto de, pelo menos, dois processos de controle e um processo de comunicação. Os processos de controle são executados por executores distintos. Por isto, deve-se pensar em, pelo menos, duas viagens de barco. Geralmente, os fluxos e os executores são de tipos diferentes. Por isto, os barcos, geralmente, circulam em redes de rios diferentes, com capitães diferentes.

3.5.4.1 Fluxo de Comunicação

A troca de mensagens é como a parte observável do processo de comunicação. A mensagem chama-se sinal. O conjunto de sinais entre dois fluxos de controle representa os possíveis processos de comunicação e chama-se de *fluxo de comunicação*.

O *fluxo-LEPF* pode ser visto como um portador, ou um guia, que pode ser seguido por executores de processos e mensagens durante o curso de um processo funcional.

3.5.5 A Sintaxe

A LEPF estabelece um conjunto de símbolos com regras sintáticas e semânticas para especificar os processos funcionais em forma de fluxogramas. A linguagem é utilizada em todos os níveis de especificação dos processos funcionais.

Na Figura 3-2 estão apresentados os seis elementos primitivos da linguagem, numerados de 1 a 6 e discutidos a seguir. Os símbolos de < >, () e [] que aparecem na Figura 3-2, representam respectivamente na sintaxe de LEPF, um identificador, um separador e uma opcionalidade.

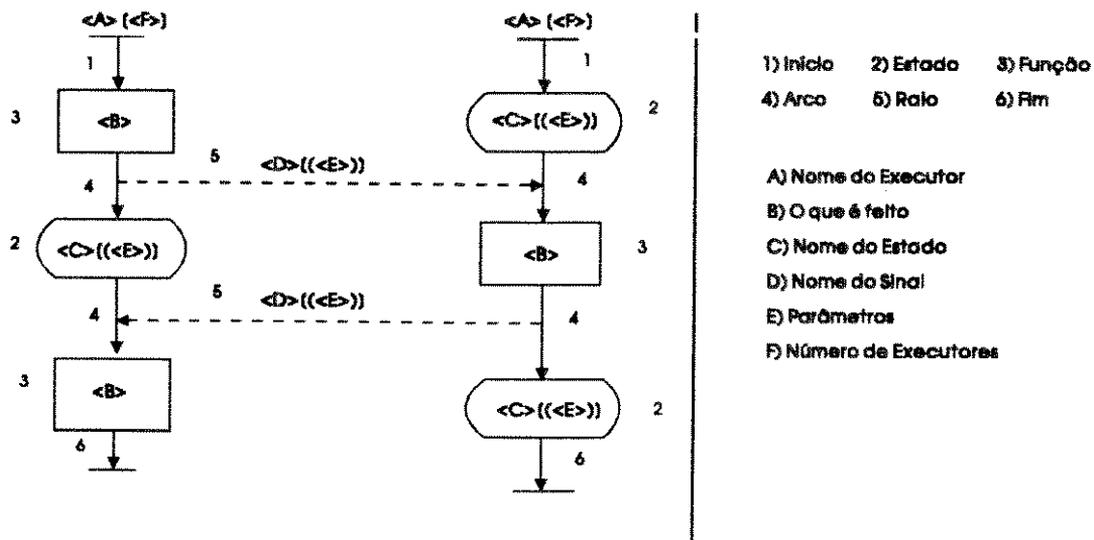


Figura 3-2
Elementos Primitivos da LEFP

1. *Início*: indica um estado (explícito ou implícito) no qual o executor inicia a execução de um novo processo de controle, dentre os especificados no fluxograma.
2. *Estado*: representa as condições reinantes quando o executor de um processo de controle está passivo aguardando um evento de ativação.
3. *Função*: representa os efeitos da execução de processos implícitos, que são significantes para distinguir processos funcionais ao nível do refinamento atual.
4. *Arco*: representa um instante de mudança de um nó (função, estado) para o próximo, quando os processos de controle seguem o fluxo.
5. *Raio*: representa a ocorrência de transmissão de sinal entre processos de controle envolvidos num processo de comunicação.
6. *Fim*: Indica um estado (implícito ou explícito) no qual o executor pode terminar a execução de um processo de controle.

3.5.6 A Semântica

Observe na Figura 3-2 que o processo de controle segue arcos e passa por nós, estados e funções, onde ele pode atrasar-se.

Os sinais seguem os raios desde a origem, que é o ponto num arco pelo qual passa um processo de controle, até todos os destinos desses raios, que são pontos nos arcos nos quais outros processos passarão após a chegada do sinal. Quando o processo de controle passa pelo destino de um desses raios, ele é dirigido para o arco onde fica a entrada de uma função que começa com a recepção do sinal que veio através do raio.

Um arco com a origem na saída dessa função (veja a Figura 3-2), representa o instante de partida dos sinais que vão seguir os raios com origens ao longo desse arco. O destino deste arco é normalmente a entrada de um estado, definido pela função que o processo de controle acaba de deixar.

O processo de controle muda da origem para o destino de um arco sem atraso. Ele pode ficar parado num estado até a chegada de um sinal esperado. Na chegada do sinal, ele é consumido e as suas variáveis tornam-se disponíveis ao executor do processo do controle. Ao mesmo tempo, esse sinal desaparece de todos os outros possíveis destinos de raios.

3.6 Executor

O objeto a ser especificado por LEPF é um *Bloco de Serviços* (BS). O objetivo do projeto de um BS é mostrar a interação entre este BS e seus usuários, e também a interação entre as partes constituintes do BS (*Executores*), até um nível de detalhamento onde o uso de outros BS's fica sub-entendido. Isto significa que durante o projeto de um BS são explicitadas as interfaces entre o BS e seus usuários, e entre os seus executores constituintes. Mas, não são explicitadas as interfaces entre este e outros BS's.

Um BS deve ser homogêneo sob o ponto de vista dos serviços oferecidos. Um *Bloco de Implementação* (BI) é uma unidade de empacotamento sob o ponto de vista de manuseio. Um BS pode ser realizado por uma parte de um BI, por um BI inteiro, por vários BI's, ou por partes de vários BI's. Todas as interfaces entre BI's devem ter sido explicitadas nos projetos de BS's. O executor é o elemento de ligação entre o BS e o(s) BI(s) que o realiza.

O conceito de Usuário Genérico (UG) é fundamental para criar um sistema fechado, o qual permite que o BS seja projetado independentemente de outros BS's. O BS pode prestar serviços para um ou mais UG's de um ou vários tipos. Os serviços podem ser sub-divididos nos seguintes tipos:

1. O BS presta o serviço para um UG de cada vez.
2. O BS funciona na qualidade de mediador entre vários UG's.
3. O BS é uma especificação de protocolo para a comunicação entre UG's.

3.7 Função

3.7.1 O Cumprimento

Foi dito que o processo de controle entra e sai da função durante o seu cumprimento. Um e somente um processo de controle pode estar na função. A função está sendo cumprida quando o processo está nela. Durante o cumprimento da função o processo de controle fica implícito. Este processo implícito pode continuar sendo uma parte do processo de controle ou ele pode abrir-se em partes de vários processos de controle e de comunicação. A função é definida como sendo todos os efeitos alternativos dos processos implícitos.

3.7.2 Organização dos Serviços do Sistema

Na arquitetura de rede da ISO (International Standardization Organization) a rede é vista como um sistema de transporte que é organizado em até 7 camadas. Na descrição desta arquitetura é dito que "camadas sucessivas usam o serviço oferecido

pela camada imediatamente inferior, acrescentando novas funções que são oferecidas à camada imediatamente superior de forma mais sofisticada"¹.

A proposta de LEPF é uma generalização do conceito de camada para melhor servir a criação de produtos e serviços. Nessa generalização, não são as camadas que oferecem e usam os serviços de outras camadas, mas são os Blocos de Serviços que prestam e usam serviços. As camadas são consideradas uma faixa dentro da qual o BS reside.

O BS presta serviços para os executores de outros BS's. Para LEPF, o sistema também está organizado em camadas. As camadas são definidas de forma que "BS's localizados em camadas inferiores prestam serviços para os executores dos BS's localizados em camadas superiores".

Esta é a regra geral de LEPF para a organização dos serviços do sistema. Esta organização é diferente daquela da arquitetura da ISO, porque a distância em número de camadas entre o usuário e o prestador de serviços pode variar. E quando a regra é seguida, diz-se que a relação entre BS's é de *uso direto*; caso contrário, diz-se que a relação entre BS's é de *uso reverso*.

3.8 Conclusão

A linguagem LEPF é uma das ferramentas chaves da metodologia para a criação de produtos e serviços. O seu valor intrínseco é o de prover um conjunto de símbolos e conceitos para auxiliar as atividades de criação de novos produtos e serviços.

A finalidade deste capítulo foi apresentar as idéias principais da linguagem LEPF, para facilitar a leitura dos exemplos de aplicação da linguagem que aparecem ao longo deste trabalho de tese.

¹ Veja Daniel A. Menascé e Daniel Schwabe "Redes de Computadores, Aspectos Técnicos e Operacionais" Editora Campus Ltda, 1984, pág. 26, item 2.5 - Arquitetura da ISO.

O Capítulo foi baseado na proposta original de Mannby¹, e está também dirigido aos leitores que desejarem aprofundar o conhecimento em tal linguagem. Nestes casos, recomenda-se a leitura das Referências 1 e 2, porque elas contêm a especificação completa da linguagem LEPF.

REFERÊNCIAS

[1] MANNBY, P.A. *A Linguagem LEPF - Conceitos Básicos*.

Documento Interno ao CPqD - TELEBRÁS - 1985

[2] SCIALOM, R. *LEPF - Manual de Referência* -

Documento Interno ao CPqD - TELEBRÁS - 1985

¹ A Linguagem para a Especificação de Processos Funcionais (LEPF) - Conceitos Básicos.

Capítulo 4

Subsistema de Comunicação Homem

Máquina (CHM)

4 Subsistema de Comunicação Homem Máquina (CHM)

Este capítulo tem por finalidade mostrar um exemplo de aplicação prática da MCPS no desenvolvimento de produtos SW. Dentro do ciclo total de atividades recomendado pela MCPS (Capítulo 2), o capítulo trata particularmente das atividades de **Especificação do Sistema** e de **Projeto do Sistema Integral**. Os próximos capítulos mostrarão ainda outras aplicações da MCPS no desenvolvimento de produtos SW. O Capítulo 5 ilustrará a atividade de Projeto do BS enquanto que o Capítulo 6 mostrará o Projeto do BI SW, fechando-se o ciclo de atividades. O objetivo final é exercitar todos os conceitos propostos pela MCPS como mostrados nos Capítulos 2 e 3. Para facilitar a compreensão do leitor, o desenvolvimento do Subsistema de Comunicação Homem Máquina (CHM) do Sistema Trópico-RA será seguido nos três Capítulos 4, 5 e 6. Note que, não é a finalidade apresentar o CHM por completo, mas sim mostrar os aspectos que melhor ilustrem a aplicação dos conceitos propostos pela MCPS.

4.1 Especificação do Subsistema de CHM

O Subsistema de CHM, mostrado na Figura 4-1, é uma parte do Sistema Trópico-RA.

A Figura 4-1 mostra que o CHM provê os meios para os operadores do sistema ativarem, de maneira fácil e segura, todas as funções para a operação, manutenção e supervisão (OMS) do Trópico-RA. O CHM [1] propõe uma linguagem (recomendada pelo CCITT) baseada em comandos e mensagens de respostas, que permite aos operadores expressarem as suas necessidades na ativação das funções de OMS [2]. O Subsistema de CHM é essencial em qualquer instalação do Trópico-RA.

Ele possui um conjunto de periféricos próprios para suportar a comunicação entre os operadores e o sistema. Esses periféricos de CHM atendem às mais diversas aplicações para a gerência do sistema. Os periféricos podem ser terminais de vídeo, impressora, teleimpressora, microcomputador, computadores, etc., instalados local

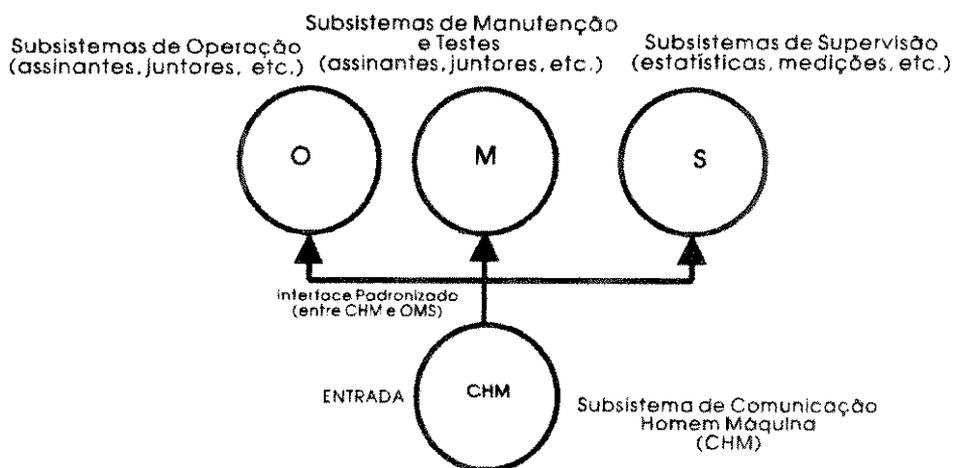


Figura 4-1
O Subsistema de CHM e suas Finalidades

ou remotamente.

Para se garantir um alto nível de confiabilidade e disponibilidade do Sistema, as funções de CHM contêm mecanismos para evitar erros acidentais ou ações inescrupulosas durante a operação. Visando ainda fornecer uma interação adequada ao nível de experiência do operador e reduzir a quantidade de consultas a manuais, o CHM provê os seguintes modos de operação: direto, teclas de função, diretivas e cardápio.

- **Modo de Operação Direto:** pode ser utilizado em qualquer tipo de terminal. Neste modo o operador fornece diretamente o nome do comando, seguido dos parâmetros e seus valores, quando existirem.
- **Modo de Operação por Tecla de Função:** pode ser utilizado em qualquer tipo de terminal. Neste modo o operador associa qualquer um dos comandos de CHM do sistema às teclas de função disponíveis para ele.

Os demais modos de operação exigem a utilização de terminais formatados, ou seja terminais com divisão da tela por janelas.

- **Modo de Operação por Diretivas:** neste modo o operador deverá teclar o código de comando. O sistema oferece em seguida um cardápio com as configurações possíveis para este comando. Escolhida a configuração o sistema apresenta o código dos comandos já com os parâmetros, cabendo ao operador posicionar o cursor em cada parâmetro e preencher os valores válidos para ele.

- **Modo de Operação por Cardápio:** neste modo o operador deverá escolher, através de cardápios sucessivos, o recurso, o tipo da ação, o comando e a configuração de parâmetros que ele deseja.

4.2 Projeto do Sistema Integral

O Subsistema de CHM oferece resumidamente as seguintes possibilidades para o operador:

- a. Inserção e edição de linha de comando
- b. Análise, tradução e encaminhamento dos comandos
- c. Recepção, tradução e encaminhamento das respostas dos comandos
- d. Diálogo entre o operador e o tratador de comandos
- e. Recepção, tradução e encaminhamento de mensagens espontâneas
- f. Gerência de periféricos, de usuários (operadores) de CHM, de recursos de impressão e de arquivos de comandos.

Para cumprir com os requisitos do sistema as funções do subsistema de CHM [3] foram agrupadas nos seguintes BS's:

- a. Adaptação de Periféricos de Entrada e Saída (ADES)
- b. Análise Sintática de Comandos (ANSI)
- c. Gerência de Periféricos (GPER)
- d. Gerência de Usuários de CHM (GUCH)
- e. Tradução de Comandos e Mensagens (TRAD)
- f. Gerência de Arquivos de Comandos (GARC)
- g. Controle de Impressão (IMPR)

h. Terminação para o protocolo X25 (TX25)

A Figura 4-2 mostra a estrutura funcional simplificada do CHM do Trópico-RA, onde os BS's aparecem interagindo entre si.

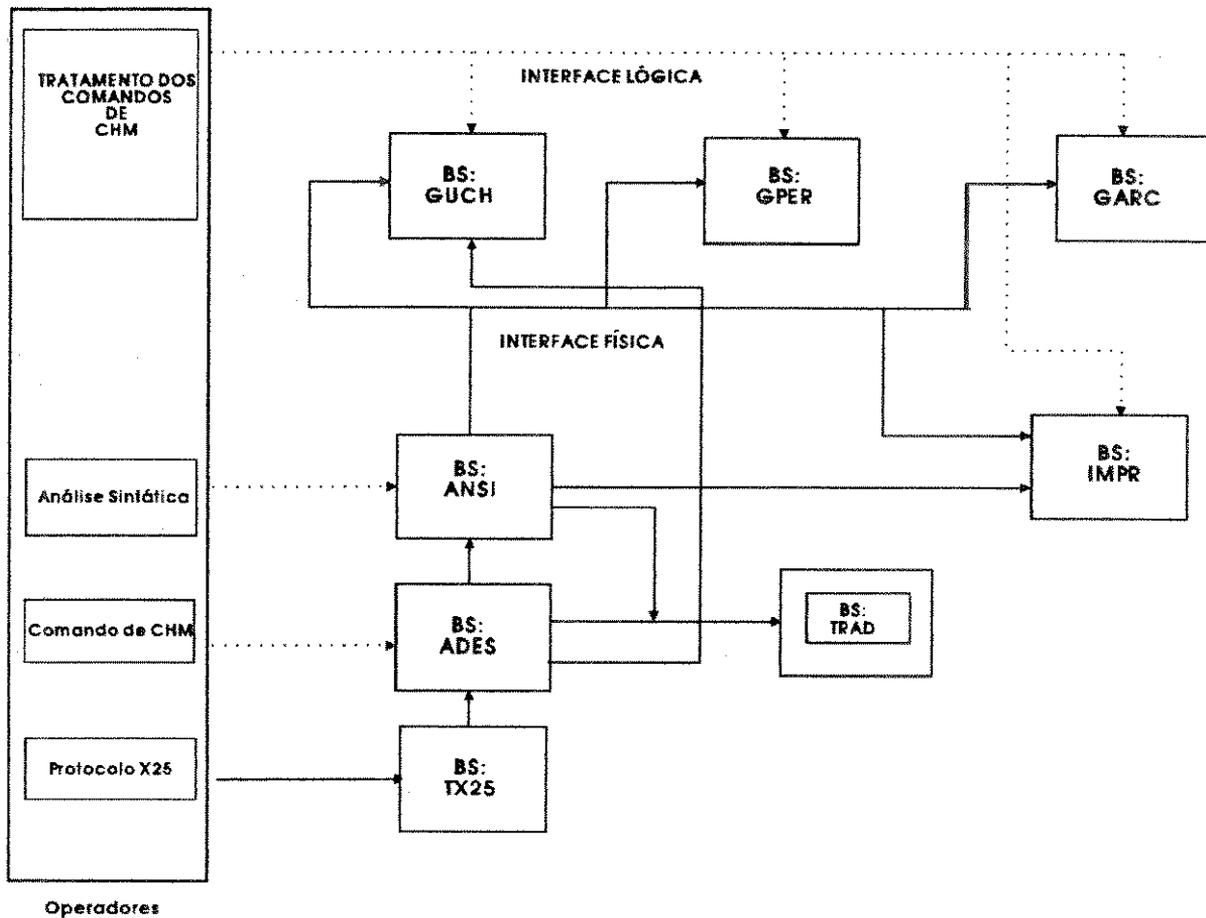


Figura 4-2
Estrutura Funcional do Subsistema de CHM

A seguir descrevem-se os BS's mostrados na Figura 4-2.

4.2.1 BS: ADES - Adaptação para Periféricos de Entrada e Saída

Observe que o BS: ADES funciona como o primeiro nível lógico no elo de comunicação entre os operadores e o Sistema Trópico-RA, seja através de terminais

locais ou remotos. Ele controla os modos de operação (direto, cardápio, diretivas e teclas de função) a serem utilizados pelo operador, permitindo um maior conforto na comunicação.

4.2.2 BS: ANSI - Análise Sintática dos Comandos

O BS: ANSI é responsável pela realização da análise léxico-sintática dos comandos, pelo pedido de tradução de comandos, pelo encaminhamento dos mesmos aos seus tratadores e pelo controle do fluxo de saída das mensagens de respostas dos comandos. As respostas são direcionadas a um periférico de entrada e saída ou a uma impressora. Este BS não sofre alterações quando novos comandos são introduzidos no sistema, pois ele só entra no mérito da análise sintática do comando que é genérica para qualquer comando do Trópico-RA.

4.2.3 BS: GARC - Gerência de Arquivos de Comandos Indiretos

O BS: GARC permite que os comandos editados em um arquivo sejam executados em bloco, com a mínima intervenção do operador. Além disto, os arquivos de comandos podem ser agendados ou acionados por determinadas situações de falhas. Todos os comandos que forem editados em arquivos são testados previamente pelo sistema para garantir a integridade dos dados inseridos.

4.2.4 BS: GPER - Gerência de Periféricos

O BS: GPER controla os atributos dos periféricos de CHM. É também o responsável pela distribuição de mensagens e relatórios espontâneos aos periféricos. Alguns atributos dos periféricos podem ser: configuração (velocidade, tipo de interface, etc.), classificação (direcionalidade, formatação, especializações de usos, e associação a painéis de alarmes) e estado operacional.

4.2.5 BS: GUCH - Gerência de Usuários de CHM

O BS: GUCH é o responsável pela manutenção dos dados dos operadores, ou seja, suas identificações (nome e senha), seus campos de atuações, grau de autoridade e as programações de suas teclas de função.

4.2.6 BS: IMPR - Controle de Impressão

O BS: IMPR é responsável pela impressão das mensagens de respostas dos comandos que forem direcionados à uma impressora, bem como pela saída impressa de relatórios e mensagens espontâneas do sistema. Além disto oferece ao operador a gerência das filas de impressão, por exemplo, a transferência de arquivos de uma fila para a outra. Ele controla ainda o estado operacional das impressoras.

4.2.7 BS: TRAD - Tradução de Comandos e Mensagens

O BS: TRAD é o responsável pela tradução do código de comando, dos parâmetros e dos valores mnemônicos. Realiza também a ordenação dos parâmetros do comandos. Além disto é o banco de mensagens do sistema, realizando a tradução do código interno ao Trópico para o texto da mensagem que é apresentado externamente.

Esse BS (BS: TRAD) será o escolhido entre os BS's do CHM, para continuar a servir como exemplo de aplicação da MCPS. Isso porque ele é funcionalmente simples e realiza um importante papel dentro do subsistema. No Capítulo 5 o seu projeto será detalhado.

4.2.8 BS: TX25 - Terminação para o Protocolo X25

O BS: TX25 é responsável pelo controle do protocolo X25. Ele permite o estabelecimento de uma comunicação síncrona entre as centrais Trópico-RA e entre os centralizados de Operação e Manutenção ou demais equipamentos (computadores

para processamento da tarifação, por exemplo) utilizando o protocolo X25, recomendado pelo CCITT.

4.3 Casos de Funcionamento do Subsistema de CHM

4.3.1 Execução de Comando de CHM a pedido do Operador

A Figura 4-2 mostra o esquema básico de funcionamento do Subsistema de CHM do Trópico-RA. Observe que é o BS: ADES quem recebe a linha de comando para execução pelo sistema. Como já foi dito anteriormente, o BS: ADES oferece ao operador quatro opções para editar uma linha de comando no sistema.

Na opção via cardápio, a Figura 4-2 mostra que existe uma relação entre os BS's: ADES e TRAD representando que o BS: ADES usa os serviços do BS: TRAD para apresentar ao operador os diversos níveis de cardápio para a sua escolha.

Na opção via diretiva, a Figura 4-2 mostra que o BS: ADES também usa os serviços do BS: TRAD para apresentar diretamente ao operador as possíveis configurações do comando.

Na opção via tecla de função, a Figura 4-2 mostra que o BS: ADES usa os serviços do BS: GUCH para obter a linha de comando programada pelo operador na sua tecla de função.

Na opção via entrada direta: a Figura 4-2 mostra que o operador tecla toda a linha de comando, diretamente para o BS: ADES.

Uma vez que o operador entrou com a linha de comando e solicitou a sua execução ao sistema, o BS: ADES a encaminha ao BS: ANSI. A Figura 4-2 mostra essa relação entre os dois BS's. O BS: ANSI recebe o comando para a análise sintática, mas antes ele compara o grau de autoridade do operador com o grau de autoridade exigível para o comando e também verifica se o comando pode ser solicitado a partir

do periférico de CHM em uso. Com essa triagem ele verifica se a linha de comando pode ou não ser executada. Observe na Figura 4-2 que o BS: ANSI usa os serviços do BS: TRAD para realizar a triagem. A partir daí o BS: ANSI realiza a análise léxico-sintática da linha de comando, e também verifica se a saída da resposta do comando deve ser redirecionada para a impressora e/ou arquivo em memória de massa. Se for necessário, o BS: ANSI usa os serviços do BS: IMPR para reservar os recursos necessários para impressão. O BS: ANSI usa ainda os serviços do BS: TRAD para realizar a tradução do comando que consiste basicamente em:

- traduzir os códigos do comando, os parâmetros e os valores mnemônicos para uma linguagem interna do sistema, e
- descobrir a identidade do BS tratador desse comando.

O BS tratador do comando pode ser um BS gerenciador de recursos do Trópico-RA pertencente ou não ao subsistema de CHM. Os BS's tratadores de comandos do subsistema de CHM (veja a Figura 4-2) são: IMPR, GARC, GPER e GUCH. Finalmente o BS:ANSI, conhecendo a identidade do BS tratador, solicita a este a alocação de recursos para tratamento do mesmo. As respostas do comando são enviadas ao BS: ANSI, através da mesma interface em que o comando foi encaminhado ao tratador. O tratamento às respostas dos comandos é descrito a seguir.

4.3.2 Saída das Respostas de Comando

Quando o BS: ANSI recebe a resposta à execução do comando do BS tratador, ele usa novamente o serviço de tradução do BS:TRAD para traduzir a linguagem interna fornecida pelo tratador numa mensagem de resposta, antes de sua saída no periférico. Observe que a Figura 4-2 esquematiza essa situação. A partir daí o BS:ANSI encaminha a linha de resposta ao BS:ADES, para que ele a apresente ao operador. Se a saída estiver destinada à impressora e/ou ao arquivo em memória de massa, o BS:ANSI encaminha a linha de resposta ao BS:IMPR. O BS:IMPR, quando recebe a linha de resposta, armazena-a num arquivo temporário destinado a receber toda a resposta do comando. O BS: ADES é liberado para receber uma nova linha de

comando. E o BS:IMPR, ao tratar a última linha de resposta, encerra a prestação do serviço ao BS:ANSI:

- . Para saída em impressora, ele coloca o arquivo na fila correspondente,
- . Para saída em memória de massa, faz uma cópia do arquivo no dispositivo de memória de massa requisitado.

4.4 Estrutura Física do CHM

Como pôde ser visto até agora, a aplicação da MCPS no desenvolvimento do Subsistema de CHM do Trópico-RA, proporcionou a este subsistema uma estrutura funcional constituída por uma rede de oito BS's. Mas, sob o ponto de vista da realização do CHM, falta ainda a criação de sua estrutura física. Com esse intuito, foram identificados oito produtos SW (BI's SW). Eles comporão a estrutura física do CHM.

Cada um dos BI's SW de CHM [4] foi escrito em linguagem CHILL e reside no processador preferencial (PP) do Trópico-RA, baseado em *chips* iapx 286 da Intel. A seguir, é mostrada uma lista com os BI's SW de CHM. Nela, estão identificadas as principais funções dos BI's SW e ainda está apontada a associação entre cada BI SW e o BS correspondente, que o especifica.

CEX25 - Controlador de entrada X25, é responsável pelo controle do protocolo de sinalização X25. É especificado principalmente através do BS: TX25.

CPEES - Controlador de Periféricos de Entrada e Saída, é o responsável pela formatação da tela e pela entrada e saída de comandos e mensagens. É especificado principalmente através do BS: ADES.

ANSIN - Analisador Sintático, é responsável pela análise léxico-sintática das linhas de comando. É especificado principalmente através do BS: ANSI.

CIMPR - Controlador de Impressoras, é o responsável pela saída impressa dos comandos direcionados a uma impressora. É especificado principalmente através do BS: IMPR.

TRADC - Tradutor de Comandos, é o responsável pela tradução do código do comando, dos parâmetros e dos valores mnemônicos. É especificado principalmente através do BS: TRAD.

Esse BI (BI: TRADC) será o escolhido entre os BI's de CHM, para continuar a servir como exemplo de aplicação da MCPS. Pois, devido a sua simplicidade facilitará o entendimento da demonstração. No Capítulo 6, o seu projeto será detalhado.

GEPER - Gerenciador de Periféricos, controla a tabela que contém os dados dos periféricos de CHM. Foi especificado principalmente através do BS: GPER.

GARCI - Gerenciador de Arquivo de Comandos Indiretos, através dele, os comandos editados em um arquivo podem ser executados em bloco. Foi especificado principalmente através do BS: GARC.

GUCHM - Gerenciador de Usuários de CHM, é o responsável pela manutenção dos dados dos operadores, ou seja, suas identificações (nome, senha) seus campos de atuação, grau de autoridade e as programações de teclas de função para cada usuário. Foi especificado principalmente através do BS: GUCH.

4.5 Conclusão

O capítulo mostrou a aplicação da MCPS no desenvolvimento do Subsistema de CHM do Trópico-RA, enfocando particularmente as atividades de Especificação do Sistema e de Projeto do Sistema Integral.

O CHM provê os meios necessários para a operação, manutenção e supervisão do Trópico-RA. A sua estruturação funcional foi baseada nos quatro princípios abaixo:

1. O CHM provê uma interface única padrão para todos os BS's tratadores de comandos do Trópico-RA. Existe dezenas deles no sistema, e eles normalmente realizam as funções de operação, manutenção e supervisão.
2. A estrutura do Subsistema de CHM é flexível de forma a permitir facilmente:
 - . a alteração de um comando existente, e
 - . a introdução de novos comandos no sistema sem paralizar o funcionamento do sistema.
3. Devido às diversas possibilidades de operação das companhias operadoras os periféricos de CHM poderão ser configurados e especializados de acordo com o seu papel na administração.
4. Os usuários também terão seus dados administrados por comandos.

REFERÊNCIAS

- [1] CIOFFI, R., VOLPI H.A. *TRÓPICO R: Comunicação Homem Máquina*. 2º Simpósio Brasileiro de Telecomunicações, CPqD - TELEBRÁS, 1984.
- [2] CIOFFI, R., VOLPI, H.A. *TRÓPICO R: Operação, Manutenção e Supervisão*. 2º Simpósio Brasileiro de Telecomunicações, CPqD - TELEBRÁS, 1984.
- [3] CIOFFI, R., FELIZOLA, L., HORIOKA, H., MELLO A.C.C., SILVA, J.C, WEILL MOORTGAT, L. *Projeto do Subsistema CHM do Trópico-RA*. (Documento interno ao CPqD - TELEBRÁS - 1986)
- [4] MELO, E.B, REIS,L.A. *Estrutura Software da Central Trópico-RA*. Revista Tecnologia - TELEBRÁS, Junho/90, p.29-41.

Capítulo 5

Projeto do BS: Tradução de Comandos e Mensagens

(TRAD)

5 Projeto do BS: Tradução de Comandos e Mensagens (TRAD)

A finalidade deste capítulo é ilustrar a aplicação da MCPS no desenvolvimento de produtos SW, considerando-se particularmente a atividade de Projeto do BS. Nesse sentido, ele é uma continuação do capítulo anterior, onde as atividades de Especificação do Sistema e de Projeto do Sistema Integral foram exemplificadas. A visão geral do sistema, apresentada no capítulo anterior, será complementada pelo detalhamento de um novo aspecto, isto é, pelo detalhamento de um BS. Para facilitar a compreensão do leitor o subsistema de CHM do Trópico-RA continuará a servir como exemplo de base. O BS de Tradução de Comandos e Mensagens de CHM (TRAD), por sua simplicidade e pela importância de seu papel, foi escolhido dentre os oito BS's do subsistema de CHM, para ser apresentado neste capítulo. Aqui serão apresentados alguns aspectos do BS: TRAD, que melhor ilustrem a aplicação dos conceitos propostos pela MCPS (Capítulos 2 e 3).

5.1 Especificação de Características

5.1.1 Aplicação e Finalidade

O BS: TRAD [1] é um dos BS's do subsistema de Comunicação Homem-Máquina (CHM). Ele administra a base de dados, que contém informações para:

- auxiliar na elaboração dos cardápios apresentados aos operadores do sistema,
- traduzir os comandos de CHM, mensagens, parâmetros e mnemônicos de valores de parâmetros, e
- fornecer a relação de comandos e procedimentos operacionais que um determinado operador através de uma dado periférico pode executar.

O BS: TRAD é obrigatório em todas as centrais geradas a partir do Sistema Trópico-RA.

5.1.2 Definições

Comando de CHM: é uma solicitação do operador ao sistema, para que ele execute atividades de operação, manutenção ou supervisão.

Formato de Comandos: são as diversas formas em que um dado comando de CHM pode se apresentar, de acordo com a sintaxe definida pelo CCITT.

Comando Codificado: é forma interna de um comando de CHM. Ela é obtida através da tradução do comando do operador. Sua finalidade é facilitar o encaminhamento e a execução do comando pelo tratador.

Mensagem de Resposta: sua finalidade é informar ao operador sobre o resultado da execução de um comando solicitado.

Procedimento Operacional: é um conjunto de comandos organizados de tal forma que, quando executado, permite a realização de uma função completa para a operadora.

BI Tratador: é um BI (SW) qualquer do Sistema Trópico-RA que executa comandos de CHM. Os BI's tratadores de comandos pertencem normalmente aos subsistemas de operação, manutenção e supervisão.

Grau de Autoridade do Operador: corresponde à classificação atribuída aos usuários de CHM onde se define o grau de acessibilidade destes ao sistema.

Especialização do Periférico: sua finalidade é atribuir um papel ao periférico dentro da estrutura administrativa da empresa operadora, permitindo-lhe executar um dado conjunto de comandos do total disponível no sistema.

5.1.3 Serviços Oferecidos pelo BS: TRAD

5.1.3.1 Auxílio para a Escolha de Comandos

Esse serviço é oferecido aos usuários numa forma bem flexível. Os seus usuários são os BS's ANSI e ADES (vide Capítulo 4), mas no projeto do BS: TRAD eles são representados pelo usuário genérico de acesso à base de dados (UG: UABD). A flexibilidade na prestação dos serviços permite ao UG: UABD uma gama de comportamentos distintos, onde ele possa realizar vários acessos à base de dados do BS: TRAD para escolher um comando de CHM. A quantidade de acessos à base de dados é função do conhecimento do UG: UABD, e os vários casos de usos do BS: TRAD são identificados a seguir.

Caso a: UG só conhece o grau de autoridade e a especialização do periférico de CHM.

Nessa condição o UG: UABD necessita realizar três acessos ao BS: TRAD para escolher o comando desejado. No primeiro acesso, o BS: TRAD apresenta ao UG: UABD a lista de procedimentos operacionais que ele pode executar, em função do grau de autoridade do usuário e da especialização do periférico de CHM, no segundo acesso o BS: TRAD o apresenta os comandos relacionados ao procedimento operacional escolhido pelo UG, e no terceiro e último acesso o BS: TRAD o apresenta os possíveis formatos do comando escolhido. Assim o UG: UABD pode escolher o comando de CHM com o formato adequado às suas necessidades.

Caso b: Além das informações anteriores o UG: UABD conhece que procedimento operacional ele deseja.

No primeiro acesso ao BS: TRAD, o UG: UABD solicita a lista de comandos associados a um determinado procedimento operacional conhecido, e o diálogo entre o BS: TRAD e o UG: UABD segue a partir desse ponto, até que o comando no formato adequado seja escolhido.

Caso c: O UG: UABD conhece o comando que ele necessita, mas desconhece os possíveis formatos para o mesmo.

No primeiro acesso ao BS: TRAD, O UG: UABD fornece a identidade do comando, e obtém a lista de formatos possíveis relativos à esse comando. Cabe ao UG decidir que formato ele deseja.

Os demais serviços oferecidos pelo BS: TRAD ao UG: UABD, estão listados na Tabela 5-1.

Tabela 5-1: Outros Serviços Oferecidos pelo BS: TRAD

| BS: TRAD |
|---|
| 1 - Fornecimento da Lista de Comandos que um dado UG pode Executar |
| 2 - Fornecimento de Parâmetros de Saída e Mnemônicos |
| 3 - Tradução de Texto Alfanumérico para código Interno |
| 4 - Auxílio para Encaminhamento de um Comando Sintaticamente Correto ao seu BS Tratador |
| 5 - Fornecimento de Mensagens Especiais |

5.2 Projeto da Arquitetura do BS: TRAD

O Projeto de Arquitetura do BS: TRAD, mostrado na Figura 5-1, define o seu Usuário Genérico (UG), seus prestadores de serviços (PS's) e suas interfaces internas e externas. O UG: UABD na Figura 5-1 é o representante dos usuários (BS's ANSI e ADES - Capítulo 4) que necessitam acessar a base de dados administrada pelo BS: TRAD ou para escolher um comando, ou obter o código interno correspondente ou obter as mensagens que serão encaminhadas aos operadores.

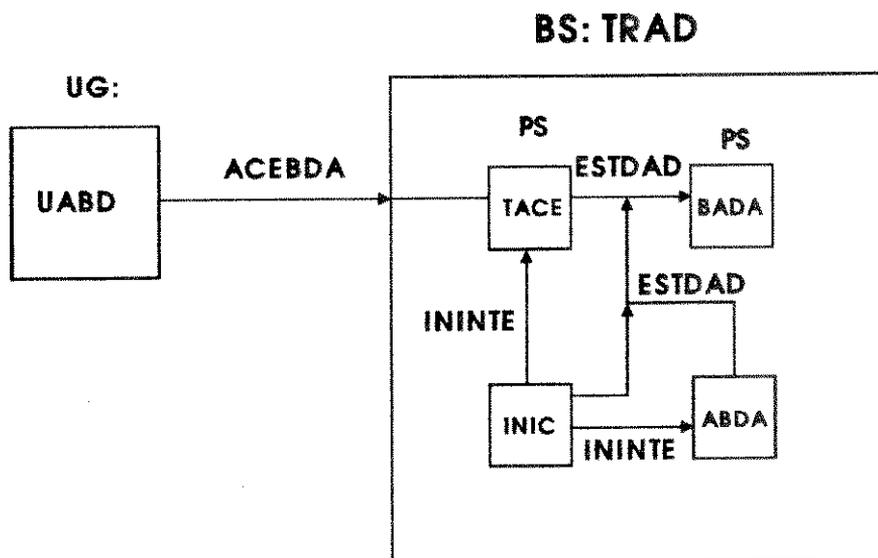


Figura 5-1
Arquitetura do BS: TRAD

LEGENDA DA FIGURA 5-1

| | |
|---------|-------------------------------------|
| BS:TRAD | Tradução de Comandos e Mensagens |
| UG:UABD | Usuário de Acesso a Base de Dados |
| PS:TACE | Tratamento de Acessos |
| PS:BADA | Base de Dados |
| PS:ABDA | Administração da Base de Dados |
| PS:INIC | Iniciação |
| ACEBDA | Interface de Acesso a Base de Dados |
| ESTDAD | Interface de Estado dos Dados |
| ININTE | Interface de Iniciação Interna |

5.3 Serviços de Acesso à Base de Dados

5.3.1 Projeto Funcional

O projeto funcional [4] do BS: TRAD estabelece um esquema único para o funcionamento de qualquer um dos seis serviços oferecidos pelo BS: TRAD. Assim, o UG: UABD necessita conhecer um só tipo de procedimento para utilizar os serviços oferecidos pelo BS: TRAD. Esse procedimento é chamado genericamente de Acesso à Base de Dados. Nele estão envolvidos os seguintes elementos da

arquitetura do BS: TRAD (Figura 5-1): UG: UABD, PS's TACE e BADA e as interfaces ACEBDA (externa) e ESTDAD (interna).

A Figura 5-2 representa o Acesso à Base de Dados em linguagem LEPPF.

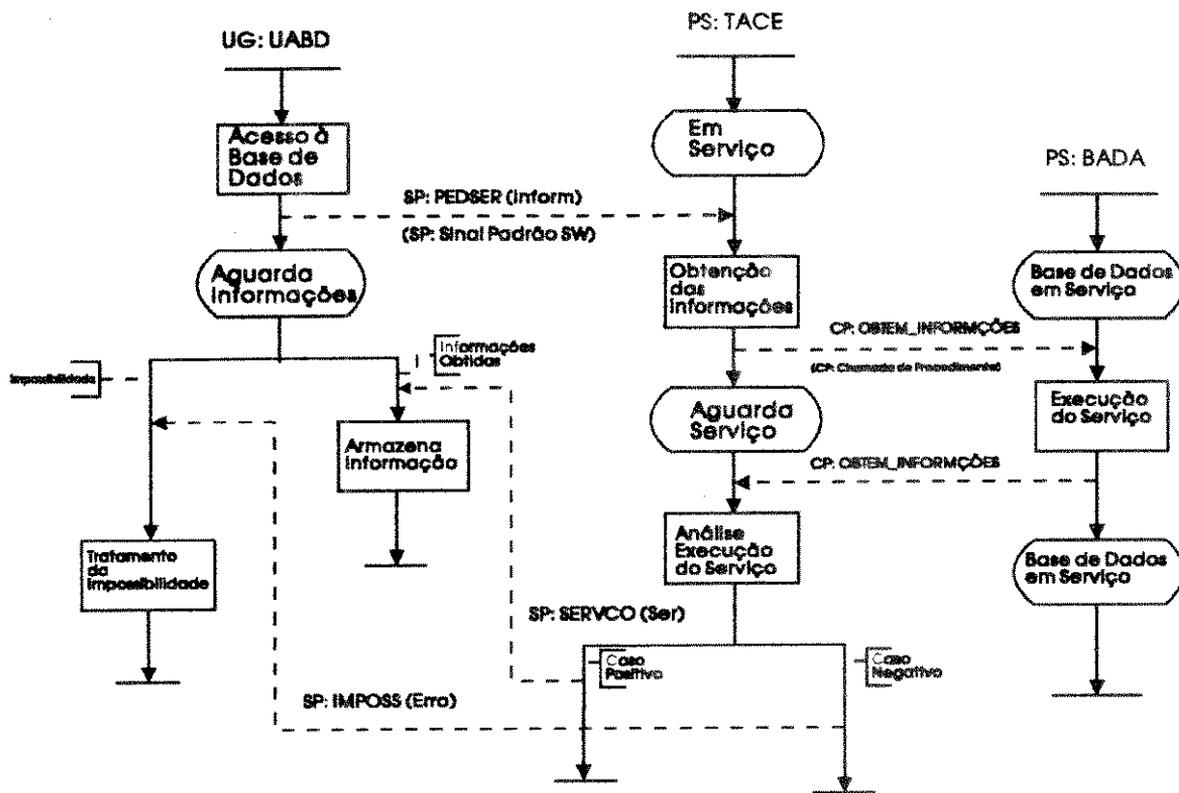


Figura 5-2
LEPPF do Acesso à Base de Dados

5.3.2 Projeto de Dados

Os projetos de dados dos BS's [2,3] do Sistema Trópico-RA, são escritos em linguagem CHILL [5]. A seguir descrevem-se as entidades mostradas na Figura 5-2.

5.3.2.1 Prestadores de Serviços (PS)

1 - PS: Base de Dados (BADA)

Descrição: Provê os mecanismos para acesso/atualização da base de dados.

Atributos de Implementação: Procedimento CHILL.

Interfaces:

Presta seus serviços internamente ao BS: TRAD através da interface ESTDAD.

Módulos de Conceitos Usados:

Os conceitos manipulados pelo PS: BADA estão definidos no Módulo Interno ACEB_TRAD, mostrado no item 5.3.2.4.

2 - PS: Tratamento de Acessos (TACE)

Descrição: Trata os acessos de acordo com as solicitações dos usuários.

Atributos de Implementação: Processo CHILL, com uma única instância.

Interfaces:

Presta seus serviços externamente ao BS: TRAD através da interface ACEBDA e usa serviços internos oferecidos através da interface ESTDAD.

Módulos de Conceitos Usados:

Os conceitos manipulados pelo PS: TACE estão definidos no Módulo Interno ACEB_TRAD, mostrado no item 5.3.2.4.

Temporizações das Interfaces ("Time out")

Serve para supervisionar o tempo da prestação de serviços pelo PS: TACE, através da interface ACEBDA. A seguir, mostra-se a sua definição CHILL acompanhada por um comentário entre os símbolos de início (/*) e de fim (*\). As palavras reservadas da linguagem CHILL estão em *itálico*.

DEFINIÇÃO CHILL:

```
/* Temporização de 30 segundos para a execução  
de um serviço do BS: TRAD */
```

```
SYN TEMP_TRAD TIME_DEF =  
[ :VALUE: 30, :UNIT: SEC].
```

5.3.2.2 Interface de Estado dos Dados (ESTDAD)

Descrição: Permite a consulta e a atualização da base de dados do BS: TRAD.

Módulo de Conceitos Usados: Os conceitos que transitam pela interface ESTDAD estão definidos no Módulo Interno ACEB_TRAD, mostrado no item 5.3.2.4.

Sinais:

O sinal "Obtém Informação" transita pela interface ESTDAD. Ele permite consultar as informações sobre comandos, mensagens, parâmetros e mnemônicos de um tratador. A seguir, mostra-se a sua definição CHILL, com comentários explicativos. As palavras reservadas da linguagem CHILL estão em *itálico*.

DEFINIÇÃO CHILL:

```

OBTEM_INFORMAÇÕES: PROC /* Procedimento CHILL *\
  ( INFORM T INFORM,
    /* Parâmetro com informações sobre o serviço
    pedido */
    SER T SER LOC,
    /* Parâmetro com o resultado do serviço */
    ERRO T ERRO LOC)
  /* Parâmetro com o motivo da não execução do
  serviço */
  RETURNS ( /* Parâmetro que indica se deu erro
  na execução do serviço */ BOOL );
<> INCLUDE OBTEM_INFORMAÇÕES.TXT <>
/* Esse trecho conterà o corpo do procedimento, o
qual será detalhado no Projeto do BI SW:TRADC
(Capítulo 6). *\
END OBTEM_INFORMAÇÕES;
    
```

5.3.2.3 Interface de Acesso à Base de Dados (ACEBDA)

Descrição: Permite o acesso à base de dados de comandos, mensagens, parâmetros e mnemônicos dos tratadores.

Módulo de Conceitos Usados: Os conceitos que transitam pela interface ACEBDA estão definidos no Módulo Interno ACEB_TRAD, mostrado no item 5.3.2.4.

Sinais:

Os sinais "Imposs", "Pedido de Serviço" e "Serviço" transitam pela interface ACEBDA. A seguir, mostra-se a definição CHILL de cada sinal, seguida de comentários explicativos. As palavras reservadas da linguagem CHILL estão em *itálico*.

1 - Imposs

Descrição: Sinal que indica o motivo da impossibilidade de executar um serviço do TRAD.

DEFINIÇÃO CHILL:

```
SIGNAL IMPOSS <> SID = 1 <>
/* O sinal IMPOSS é identificado internamente no
sistema pelo número 1 */
= (T_ERRO);
/* Parâmetro do sinal com o motivo da impossibilidade
para a prestação do serviço */
```

2 - Pedido de Serviço (PEDSER)

Descrição: Sinal que indica ao BS: TRAD o serviço a ser executado, a pedido do usuário.

DEFINIÇÃO CHILL:

```
SIGNAL PEDSER <> SID = 2 <>
/* O sinal é identificado no sistema pelo número 2 */
= (T_SERCOD);
/* Parâmetro que identifica o serviço solicitado ao
BS: TRAD */
```

3 - Serviço (SERVCO)

Descrição: Sinal que fornece ao usuário o resultado do serviço solicitado.

DEFINIÇÃO CHILL:

```
SIGNAL SERVCO <> SID = 3 <>
/* O sinal é identificado no sistema pelo número 3 */
= (T_SER);
/* Parâmetro com o resultado do serviço solicitado ao
BS: TRAD */
```

5.3.2.4 Módulo de Conceitos Públicos ACEB_TRAD

Nome: Acesso à Base de Dados.

Descrição: Contém os conceitos necessários ao acesso à base de dados. Manipulados pelos PS's: BADA e TACE, ou que transitam pelas interfaces ESTDAD e ACEBDA.

Definições CHILL:

A seguir é mostrada a definição CHILL de cada conceito. As palavras reservadas da linguagem CHILL estão em *itálico*.

1 - Nome: Erro

Descrição: Indica a causa de erro na obtenção de serviço do TRAD.

DEFINIÇÃO CHILL

NEWMODE

```
T_ERRO = STRUCT (MOTIVO T_MOTIVO_ERRO,
CASE MOTIVO OF
(NOME DE PARAMETRO INCORRETO) :
INDICÉ PĀR SHORT INT,
(MNEMONICO NAO EXISTE) :
INDICES STRUCT (PARAMETRO, OPERANDO
SHORT INT),
(VALOR DE PARAM NAO PERMITE MNEMONICO) :
IND PARAMETRO SHORT_INT
ELSE
ESAC) ;
```

2 - Nome: Informação

Descrição: Contém informações necessárias ao pedido de serviços do TRAD.

DEFINIÇÃO CHILL:

NEWMODE

```
T_INFORM = STRUCT (ESPERI T_ESPEC_ENTRADA,
GRAUUSU T_GRAU_AUTORIDADE,
COMPLE T_TCOMPLE) ;
```

3 - Nome: Motivo

Descrição: Enumera possíveis motivos de erros na obtenção dos serviços do TRAD.

DEFINIÇÃO CHILL:

NEWMODE

```
T MOTIVO_ERRO = SET
(GRAU_DE_AUTORIDADE_INSUFICIENTE,
ESPECIALIZAÇÃO_DE_PERIF_INADEQUADA,
TRATADOR_FORA_DE_SERVIÇO,
COMANDO_NÃO_EXISTE,
PROC_OP_NÃO_EXISTE,
MNEUMONICO_NÃO_EXISTE,
CONFIG_PARAM_INCORRETO,
NOME_DE_PARAMETRO_INCORRETO,
VALOR_DE_PARAM_NÃO_PERMITE_MNEUMONICO,
MENSAGEM_NÃO_EXISTE,
PARAMETRO_NÃO_EXISTE);
```

4 - Nome: Serviço

Descrição: Contém as informações solicitadas ao TRAD.

DEFINIÇÃO CHILL:

NEWMODE

```

T_SER = STRUCT(
    TIPO SERVIÇO T_SERCOD,
CASE TIPO SERVIÇO OF
    (LISTA PROC OP):
    LIPRO STRUCT(
        LPROCOP T L PROC,
        APONTAPROCOPER
        T_PROCPTR),
    (LISTA COMANDOS):
    LICO STRUCT(
        LCOM T COM,
        APONTLICO T_PROCPTR),
    (LISTA FORMATOS):
    LFORCOM STRUCT(
        COM CONFIGURAÇÃO BOOL,
        NUMFOR SHORT INT,
        LISTAFORMATOS
        T L FORMATO),
    (TRADUÇÃO COMANDO):
    TRAD T TRADUÇÃO,
    (MENSAGEM):
    MENSAGEM T_TMENSAG,
    (PARAMETRO SAIDA):
    PARAMSAIDA T_TPARAM,
    (MNEUMONICO):
    MNEU T MNEU,
    (STRING COMANDO):
    COMANDO CHAR(80)
ESAC);
    
```

5.5 Conclusão

O objetivo principal deste capítulo foi ilustrar as atividades de Projeto do BS. Ele continua com a demonstração da MCPS no desenvolvimento de produtos SW iniciada no capítulo anterior. Nesse capítulo foram destacados alguns aspectos do projeto do BS: TRAD, com a finalidade de ilustrar aos leitores a aplicação dos conceitos da MCPS, e ao mesmo tempo mostrar um caso prático.

REFERÊNCIAS

- [1] CIOFFI, R., WEILL MOORTGAT, L.. *BS: Tradução de Comandos e Mensagens (TRAD) - Especificação de Características*, 1987, CPqD - TELEBRÁS
- [2] CIOFFI, R., BERNARDES, E., REIS, L., VASQUEZ, S., ARAUJO, C., FRANCO, J.H.. *Modelo do Sistema de Informações do Sistema Trópico-RA*, 1987, CPqD - TELEBRÁS
- [3] WEILL MOORTGAT, L.. *Projeto de Dados do BS: TRAD* 1988, CPqD - TELEBRÁS
- [4] WEILL MOORTGAT, L.. *Projeto Funcional do BS: TRAD* 1988, CPqD - TELEBRÁS
- [5] *CCITT High Level Language - CHILL*
Recommendation Z.200 - Fascículo X.6 - Livro Azul - 1988

Capítulo 6

Projeto do BI SW: Tradutor de Comandos (TRADC)

6 Projeto do BI SW: Tradutor de Comandos (TRADC)

A finalidade deste capítulo é ilustrar a aplicação da MCPS no desenvolvimento de produtos SW, considerando-se particularmente a atividade de **Projeto do BI SW**. Ele é uma continuação dos Capítulos 4 e 5, aonde as atividades de Especificação do Sistema, de Projeto do Sistema Integral e de Projeto do BS foram exemplificadas.

Alguns cuidados foram tomados para facilitar ao leitor acompanhar a aplicação da MCPS. Foi decidido manter-se o desenvolvimento do subsistema de CHM do Trópico-RA como caso prático comum aos Capítulos 4, 5 e 6. O BI SW: Tradução de Comandos de CHM (TRADC) foi escolhido para ser mostrado nesse capítulo pois ele implementa os serviços especificados pelo BS: TRAD (Capítulo 5). E além disso, só serão apresentados aspectos do BI: TRADC em linha com o que foi especificado no capítulo anterior.

O BI: TRADC é um dos oito BI's SW que compõem o subsistema de CHM. Na implementação do BI: TRADC, será usada a linguagem CHILL do CCITT.

6.1 O Mapeamento Funcional-Físico

O que é a atividade de mapeamento funcional-físico do BI SW - TRADC?

Segundo a definição de mapeamento funcional-físico feita no Capítulo 2 - item 2.8.4 - o mapeamento é uma das atividades do ciclo de vida proposto pela MCPS que tem por objetivo *caracterizar* o produto SW a ser implementado. O projeto do BI SW inicia-se através dessa atividade.

Na MCPS [1], um produto SW é considerado especificado a partir do momento em que se identificam as atividades a serem realizadas por ele sem necessariamente entrar-se no mérito de como elas serão implementadas. O mapeamento funcional-físico estabelece *O QUE* o BI SW faz e não *COMO* o BI SW deve fazer a atividade. A especificação do BI SW é feita através da associação de objetos funcionais (BS's,

PS's, Interfaces, Sinais, Funções) para cada objeto físico (BI's SW, processos). Só depois do mapeamento é que o BI SW poderá ser implementado.

O mapeamento funcional-físico do BI SW: TRADC corresponde à associação dos PS's do BS: TRAD - objetos funcionais - (Capítulo 5) com os componentes SW do BI: TRADC - objetos físicos. Em outras palavras, o mapeamento abre o conjunto de características funcionais que o BI SW: TRADC herda dentro do universo de propriedades disponíveis no Subsistema de CHM do Trópico-RA (Capítulo 4).

O mapeamento baseia-se numa regra geral bastante simples, qual seja: *Um PS de um dado BS não pode ser particionado entre os componentes SW do BI durante o mapeamento funcional-físico*. Essa regra não possui exceções para evitar-se que sejam criadas novas interfaces no sistema durante a associação, interfaces que serviriam para ligar as partes do PS. O projeto do BS implica na especificação de todas as interfaces do sistema (internas e externas) e o PS é um elemento funcional indivisível. Se for necessário dividir-se um determinado PS entre os componentes físicos de um dado BI SW, o projeto do BS que contém esse PS deverá ser refeito para satisfazer esta necessidade. Somente depois é que as próximas atividades poderiam ser realizadas.

Por isso, pode-se afirmar que todas as interfaces entre os componentes do BI: TRADC estão completamente especificadas no projeto de dados do BS: TRAD. O que é um procedimento interessante, pois evita que uma interface seja definida várias vezes, dentro do projeto de cada BI SW que a utiliza.

6.2 Concepção do BI: TRADC

A concepção cria a organização interna do BI SW [1]. O BI SW: TRADC mostrado na Figura 6-1 é composto de um **Tipo Abstrato de Dados - TAD** - chamado de BADA_TRADC (Base de Dados do BI: TRADC) e de três **Processos CHILL - PR**: o INIC_TRADC (Iniciador do BI: TRADC), o ABDA_TRADC (Administrador da Base de Dados do BI: TRADC) e o TACE_TRADC (Tratador de Acessos) [2].

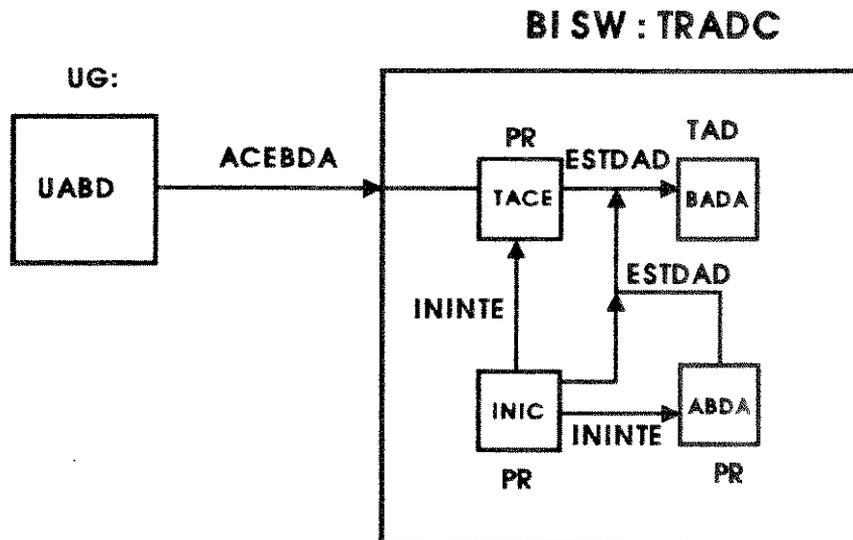


Figura 6-1

Arquitetura do BI SW: TRADC

Cada um desses componentes herda todas as propriedades funcionais associadas ao PS correspondente de mesmo nome que aparece no BS: TRAD (Capítulo 5). São elas:

1 - Especificação de Características (Item 5.1)

(Serviços, Características Funcionais e Características Paramétricas)

2 - Projeto Funcional (Item 5.3.1)

(Máquina de Estados, Protocolos, Funções e Processos)

3 - Projeto de Dados (Item 5.3.2)

(Definição dos Atributos dos PS's, Definição das Interfaces de Sinais, Definição dos Conceitos Internos aos PS's e os que Transitam pelas Interfaces).

Na concepção do BI: TRADC a sua arquitetura interna é estabelecida. A Figura 6-1 apresenta o BI: TRADC internamente. Observe como ele é parecido com o BS: TRAD, mostrado na Figura 5-1. As interfaces internas ININTE (Iniciação Interna) e ESTDAD (Estado dos Dados) e a interface externa ACEBDA (Acesso a Base de Dados) são as mesmas mostradas no BS: TRAD. O UG: UABD (Usuário de Acesso

a Base de Dados) representa qualquer outro SW dentro do sistema que interage com o BI: TRADC.

Essa semelhança ocorre, pois este mapeamento é de *um para um*. De maneira geral poder-se-ia ter um mapeamento de *n para n*, onde o BI seria especificado através da composição de vários BS's, e cada um dos componentes do BI seria especificado através de n PS's. No caso geral a atividade de concepção seria mais complexa.

6.3 Implementação do BI: TRADC

A seguir será descrita a implementação do Tipo Abstrato BADA_TRADC e do Processo TACE_TRADC [1, 2]. Ambos foram especificados no Capítulo 5. Os demais processos do BI: TRADC não serão mostrados no contexto deste trabalho de tese, pois a idéia é dar ao leitor uma visão geral do desenvolvimento do CHM desde a sua especificação até a sua implementação sem mostrar todos os detalhes.

6.3.1 Processo CHILL TACE_TRADC

O Processo CHILL TACE_TRADC é originário do PS: TACE. Ele herda as seguintes características:

- a máquina de estados apresentada no Capítulo 5, item 5.3.1
- o projeto de dados descrito no item 5.3.2.1 aonde foram definidas as interfaces e os módulos de conceitos
- e a funcionalidade de tratamento dos acessos às bases de dados do BS: TRAD de acordo com as solicitações dos usuários.

A seguir, o processo TACE_TRADC é implementado em linguagem CHILL [3]. As palavras reservadas em CHILL aparecem em *itálico*. Observe como é estreita a continuidade entre a máquina de estados do PS: TACE em linguagem LEPF (Figura 5-2), com a sua implementação apresentada abaixo.

DEFINIÇÃO CHILL DO PROCESSO TACE_TRADC [2]:

```
MODULE IN
  ACEBDA;
END;
MODULE IN
  TACE_TRADC;
  /* Importação das definições do prestador de serviços
  (PS: TACE) feitas no Projeto do BS: TRAD, Item
  5.3.2.1 - Capítulo 5 */
END;

TACE:
MODULE
  SEIZE ALL;
  GRANT ALL;
  DCL INST_TACE INSTANCE;

TACE_TRADC <> PID = 2, STACKSIZE = 19400 <>;
  PROCESS<>;
  DCL
  SER T_SER;
  /* A definição do tipo de dados T_SER foi feita no
  Item 5.3.2.4 - Capítulo 5. */
  ERRO T_ERRO;
  /* A definição do tipo de dados T_ERRO foi feita no
  Item 5.3.2.4 - Capítulo 5. */
  SENDER INSTANCE;
  /* O tipo de dados INSTANCE é um tipo pré-definido da
  linguagem CHILL */
  DO FOR EVER;
  RECEIVE CASE SET SENDER;
  /* Sinal padrão SW. Observe a LEPF do Acesso à Base
  de Dados - Figura 5-2, no Capítulo 5. */

  (PEDSER IN INFORM) :
  /* Vide definição do Sinal PEDSER no Item 5.3.2.3 -
  Capítulo 5) */
  IF OBTEM_INFORMAÇÕES (INFORM, SER, ERRO)
  THEN
  SEND SERVCO (SER) TO SENDER;
  /* Vide definição do Sinal SERVCO no Item
  5.3.2.3 - Capítulo 5. */
  ELSE
  SEND IMPOSS (ERRO) TO SENDER;
  /* Vide definição do Sinal IMPOSS no Item
  5.3.2.3 - Capítulo 5. */
  FI;
END TACE_TRADC;
END TACE;
```

6.3.2 Tipo Abstrato de Dados BADA_TRADC

Um Tipo Abstrato é uma facilidade oferecida pelas linguagens de programação de alto nível que permitem aos programadores estruturar melhor seus programas. Conceitualmente é uma base de dados encapsulada junto com os seus métodos de acessos (procedimentos), de tal forma que os usuários da base de dados não têm visão da organização interna dos dados, e sim dos procedimentos de acessos. Os usuários pedem operações de leitura, de modificação, de ordenação, de seleção, de tradução, etc., sobre os dados e o Tipo Abstrato de Dados (TAD) as executa numa forma transparente para seus usuários.

A seguir, é mostrada a concepção do BADA_TRADC, em linguagem CHILL [3], aonde podem ser identificados alguns *métodos de seleção e de tradução* disponíveis para os usuários. Os métodos de seleção permitem aos usuários selecionarem determinadas informações da base de dados de comandos do sistema. Todas as seleções disponíveis no BADA_TRADC foram especificadas no Capítulo 5 - Item 5.3.2.4 - através do conceito T_SER. As principais são:

- LISTA_PROC_OP (permite a seleção da lista de procedimentos operacionais)
- LISTA_COMANDOS (permite a seleção da lista de comandos de CHM)
- LISTA_FORMATOS (permite a seleção da lista de formatos de um comando)
- MENSAGEM (permite a seleção de uma mensagem a partir de um código)
- PARAMETRO_DE_SAIDA (permite a seleção de um nome de parâmetro de saída)

Na concepção do TAD mostrada abaixo são implementadas as seleções de LISTA_PROC_OP e PARAM_SAIDA. As demais seleções não serão implementadas no contexto deste trabalho de tese.

O BADA_TRADC oferece também a tradução do nome de um comando de CHM usado pelo operador para um código interno conhecido pelo sistema, a pedido do usuário do TAD. Essa possibilidade é chamada de TRADUCAO_COMANDO (veja Capítulo 5 - Item 5.3.2.4), ela também encontra-se implementada a seguir.

As palavras reservadas CHILL estão escritas em *itálico*, e os comentários estão entre /* e */. A especificação do Tipo Abstrato de Dados encontra-se no Capítulo 5 - item 5.3.2.2 - na Interface de Estado de Dados (ESTDAD).

DEFINIÇÃO CHILL DO TAD: BADA_TRADC [2]

BADA:

```
MODULE
/* Tipo Abstrato de Dados, cuja interface de entrada
é feita pelo procedimento OBTEM INFORMAÇÕES
(Especificação - item 5.3.2.2 - Capítulo 5). Este
procedimento é chamado a partir do Processo
TACE_TRADC. */
```

INTERFACE DO TIPO ABSTRATO DE DADOS

```
OBTEM INFORMAÇÕES:
PROC (INFORM T INFORM, SER T_SER LOC, ERRO
T_ERRO LOC) RETURNS (BOOL);
```

```
/* Função que verifica se determinado serviço
solicitado ao BI: TRADC pode ser executado, ou
não. Caso possa ser executado, coloca os
resultados do serviço no parâmetro SER. Caso
contrário faz atribuições no parâmetro ERRO */
```

DCL

```
CASE INFORM:COMPLE:COD_SERVICO OF
```

(LISTA_PROC_OP) :

```
/* Implementação correspondente a seleção da lista de
procedimentos operacionais */
```

```
SER : TIPO_SERVICO : = LISTA_PROC_OP;
```

```
DO
```

```
FOR ESPECIALIZACAO IN INFORM : ESPERI;
```

```
VERIFICA_ESP_PERIF (ESPECIALIZACAO, IND_ESPTAB);
```

```
AUXPROPTR := ESPTAB (IND_ESPTAB) : PROPTR;
```

```
I := 0;
```

```
DO
```

```
FOR I:= 1 TO NUM_MAX_PROCED
```

```
WHILE AUXPROPTR /= NULL;
```

```
IF INFORM : GRAUSU <= AUXPROPTR->:PO->:GAUMIN
```

```
THEN /* TEM GRAU DE AUTORIDADE SUFICIENTE */
```

```
AUXTPROCOP := (80)';
```

```
DO
```

```
FOR J:= 0 TO UPPER(AUXPROPTR->:PO->:PROCOP->);
```

```

AUXTPROCOP (J) := AUXPROPTR->:PO->.PROCOP->(J),
OD;
SER : LIPRO : LPROCOP (I) : = AUXTPROCOP;
FI;
AUXPROPTR := AUXPROPTR->:F;
I := J;
OD;
OD;
SER : LIPRO : LPROCOP (I + 1) := (80)';
SER : LIPRO:APONTAPROCOPE:=NULL;
RESUL TRUE;

```

(PARAMETRO_SAIDA) :

/* Implementação correspondente a seleção do nome do parâmetro de saída que deve ser apresentado aos operadores do sistema */

```

IF PROCURA_TRATADOR (INFORM:COMPLE:PARS:TRATADOR,
INDICE_TRATAB)
THEN
AUXPARTIP := TRATAB (INDICE_TRATAB):TABPTR ->:PARTIP;
K := 0;
DO
FOR I := 1 TO UPPER (AUXPARTIP ->)
WHILE AUXPARTIP->(I)CPATRT /= INFORM:COMPLE:PARS:CODES;
K := I;
OD;
IF K = UPPER(AUXPARTIP->)
THEN
SER:PARAMSAIDA := TPARAM('???');
ELSE
SER:PARAMSAIDA := PARASA(AUXPARTIP->(K+1):CPAINT);
FI;
SER:TIPO SERVICIO := PARAMETRO_SAIDA;
RESULT TRUE;
ELSE
ERRO:MOTIVO := TRATADOR_FORA_DE_SERVICIO;
RESULT FALSE;
FI;

```

(TRADUCAO_COMANDO) :

/* Implementação correspondente a tradução do comando de CHM para um código interno ao sistema. */

```

BEGIN
DCL
COMANDO.COMPLE T_COMAND;
IF INFORM:COMPLE:COD_SERVICIO = TRADUCAO_COMANDO
THEN
COMANDO_COMPLE := INFORM:COMPLE:TRADC:NOMCOM;
ELSIF INFORM:COMPLE:COD_SERVICIO = INFO_PAR_MNE
THEN
COMANDO_COMPLE := INFORM:COMPLE:INFO_SER:NOMCOM;
ELSE

```

```
COMANDO_COMPLE := INFORM:COMPLE:NOME_COM;
FI;
IF PROCURA_COMANDO (COMANDO_COMPLE, NULL,
INDICE_TRATAB, APONTACO)
THEN /* Encontrou o comando */
IF SEMAFORO_LIGADO (INDICE_TRATAB)
THEN
IF APONTACO ->: GAUPOS >= INFORM:GRAUSU
THEN
IF (APONTACO ->: ESPECIALIZACAO AND INFORM:ESPERI) /=
ESPEC_ENTRADA[]
THEN /* Comando pode ser traduzido */
IF INFORM:COMPLE:COD_SERVICO = TRADUCAO_COMANDO
THEN
RESULT TRADUZ_COMANDO (APONTACO);
ELSEIF INFORM:COMPLE:COD_SERVICO = INFO_PAR_MNE
THEN
RESULT INFORMA_TIPO_PAR (APONTACO);
ELSE
RESULT INFORM_CONCEITO_CONF (APONTACO);
FI;
ELSE
ERRO:MOTIVO := ESPECIALIZACAO_DE
PERIFERICO_INADEQUADA;
RESULT FALSE;
FI;
ELSE
ERRO:MOTIVO := GRAU_DE_AUTORIDADE_INSUFICIENTE;
RESULT FALSE;
FI;
ELSE
ERRO:MOTIVO := TRATADOR_FORA_DE_SERVICO;
RESULT FALSE;
FI;
ELSE /* Não encontrou o comando */
ERRO:MOTIVO := COMANDO_NAO_EXISTE;
RESULT FALSE;
FI;
END;
ESAC;
END OBTEM_INFORMACOES;
END BADA;
```

6.4 Conclusão

O objetivo principal deste capítulo foi mostrar as atividades de Projeto do BI SW. Ele encerrou a aplicação da MCPS no desenvolvimento de produtos SW iniciada nos Capítulos 4 e 5. Nesse capítulo foram destacados alguns aspectos do projeto do BI SW: TRADC, com a finalidade de ilustrar aos leitores a aplicação dos conceitos da MCPS, e ao mesmo tempo mostrar um caso prático.

REFERÊNCIAS:

[1] CIOFFI, R., BERNARDES, E., REIS, L., VASQUEZ, S., ARAUJO, C., FRANCO, J.H. *Modelo do Sistema de Informações do Sistema Trópico-RA*, 1987, CPqD - TELEBRÁS

[2] WEILL MOORTGAT, L.. *Projeto do BI SW: TRADC* 1989, CPqD - TELEBRÁS

[3] *CCITT High Level Language - CHILL*
Recommendation Z.200 - Fascículo X.6 - Livro Azul - 1988

Capítulo 7

Tecnologia

7 Tecnologia

7.1 Metodologia e Tecnologia

Uma metodologia pode ser pensada como um sistema de conceitos, que pode ou não ser posto em prática. A aplicação prática de uma metodologia por uma organização é chamada de *tecnologia* [1]. Observe que importantes questões decorrem a partir do momento em que se adota uma metodologia. Fundamentalmente apresentam-se duas questões:

1ª Questão - Como transmitir o sistema de conceitos escolhido para todo o pessoal da organização? Como repartir inteligentemente pela organização as várias atividades, os vários papéis, os vários objetos definidos sem perder a coerência global da metodologia, de forma a dar-se *vida ao sistema de conceitos*?

2ª Questão - Como suportar e automatizar os vários passos previstos na metodologia? Como assegurar que as diversas pessoas envolvidas estejam aplicando corretamente, de forma amigável e produtiva, os seus conceitos?

As questões mostradas acima estarão presentes desde o início da aplicação da metodologia. Elas são mais intensas durante a fase de implantação da metodologia, mas continuam a existir numa forma mais branda mesmo depois que a metodologia tenha sido implantada. É importante não sub-estimá-las! Pois, para resolvê-las é preciso percorrer-se uma espiral evolutiva, aonde a solução de uma questão contribuirá para a solução da outra havendo possíveis realimentações neste processo. Elas estão relacionadas entre si através do conceito de tecnologia.

7.2 Conceito

O conceito de tecnologia [1] abrange, além dessas questões, outros aspectos. Primeiro, pode-se dizer que todos os meios que facilitem a implantação da

metodologia podem ser chamados de tecnologia (tecnologia vista como o *processo de implantação da metodologia* - aspecto mostrado nas questões acima). Segundo que a própria metodologia utilizada na prática de uma organização também pode ser chamada de tecnologia (tecnologia vista como o *resultado obtido pelo processo de implantação da metodologia* - técnicas, ferramentas, procedimentos, normas, etc.). Ou, terceiro, que o resultado obtido pela aplicação da metodologia também pode ser chamado de tecnologia (tecnologia vista como o *produto, o serviço*). Ao não ser que se especifique em contrário, a palavra *tecnologia* no contexto deste trabalho abrange os três aspectos.

7.2.1 Ciência e Tecnologia

Pode-se dizer que a solução das duas questões expostas no item 7.1 corresponde, num sentido mais amplo, à criação de tecnologia. Observe nesse raciocínio como o desenvolvimento da metodologia antecedeu ao desenvolvimento da tecnologia. Pois foi dito que, primeiro existe um sistema de conceitos para depois se tomar a decisão de usá-lo. Mas, não é difícil imaginar que a metodologia, como um sistema aberto, também evoluirá a partir de sua utilização na prática. As conclusões acima permitem afirmar que a *tecnologia desenvolve-se a partir da ciência* e que a *ciência desenvolve-se a partir da tecnologia*.

Se uma organização tem o objetivo de capacitar-se para o desempenho de uma determinada atividade, é fundamental que ela tenha em mente que também será necessário iniciar e manter um elo evolutivo entre a ciência e a tecnologia que darão sustentação ao seu desenvolvimento. Por exemplo, o CPqD conseguiu em duas décadas capacitar-se em todo o ciclo de atividades na área da *comutação pública de telecomunicações* (atividades de criação, implementação, integração, produção, instalação, operação, manutenção e uso de equipamentos). Uma das razões desse sucesso foi o fato de o CPqD manter-se fiel à *linha* de criar uma família de equipamentos de última geração para o mercado de telecomunicações - a família Trópico, usando tecnologia de ponta em HW, SW, mecânica, sistemas, etc., tecnologia esta baseada em metodologias de criação e desenvolvimento cada vez mais sofisticadas e completas.

As pessoas já reconhecem o papel da tecnologia na transformação da diária - tecnologia como um sinal de modernidade: mas muitas vezes não relacionam a ciência com esse acontecimento. A MCPS, apresentada neste trabalho de tese, pode ser vista como uma contribuição ao desenvolvimento da ciência da criação de produtos e serviços ou da *ciência de projeto*. A tecnologia-MCPS tem uma finalidade de suportar a prática das atividades de criação e produção de produtos SW.

7.3 Tecnologia MCPS

7.3.1 Educação

Passemos agora ao enfoque da implantação da MCPS numa estrutura constituída por pessoas e equipamentos.

A educação dos conceitos da Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços deve ser feita através de uma formação teórica das pessoas, em combinação com um treinamento "on-the-job". Esse esquema conterà várias realimentações até que o sistema de conceitos seja compreendido pela organização. Os conceitos deverão fazer parte da cultura das pessoas. O processo de educação poderá ser monitorado de tal forma que em cada momento se saiba o que se está transmitindo, o que está sendo assimilado e por quem. Deverá ser possível controlar o fluxo dos conceitos na organização. O objetivo é que os diversos grupos tenham um entendimento comum enquanto falem e usem os conceitos da MCPS. A escolha do melhor conceito para iniciar-se o processo de educação dependerá do tipo de aplicação proposto para a metodologia e também da experiência do pessoal envolvido.

É claro que esse esquema subentende um primeiro grupo de pessoas que tenha a capacidade de disseminar os conceitos da MCPS, um segundo grupo que criará os produtos e serviços usando a MCPS e um terceiro capaz de prestar suporte, através da programação dos equipamentos e automação da MCPS, com o intuito de facilitar o seu uso.

Como pôde ser visto, a *Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços não tem utilidade sem a presença do ser humano*, isto é o fator humano é insubstituível. A sua proposta é assistí-lo durante a atividade de criação, mecanizando as partes repetitivas do trabalho e estimulando-o durante o ato de criação - a parte do trabalho que só o ser humano é capaz de executar. Ela visa oferecer esse suporte não somente à 1 (um) projetista, mas a centenas deles que cooperem durante a criação de um Sistema. Os ganhos de sua utilização no desenvolvimento de Sistemas complexos podem ser avaliados através da modularidade e da flexibilidade do sistema criado e também através da produtividade da equipe. Para medir a produtividade da equipe deve-se comparar os seus resultados com os produzidos durante a criação de sistemas de mesmo porte, onde uma equipe esteja usando a MCPS e a outra não.

7.3.2 Desenvolvimento dos Papéis: as novas atividades dos especialistas

Uma maneira interessante de ver a implantação da MCPS é através do que se chama de *desenvolvimento dos papéis*: as novas atividades dos especialistas. Isso porque a MCPS define papéis, atividades e conceitos próprios, voltados para racionalizar a criação de produtos e serviços. E, a abrangência da metodologia é tal que é necessária a participação de vários tipos de especialistas: Engenheiros de Sistemas, Projetistas de Sistemas, Projetistas de SW, Implementadores de SW, Integradores, Testadores, Engenheiros de Produção, etc..

Para que todos os especialistas sigam a metodologia numa forma correta, é necessário que eles revejam alguns de seus papéis atuais e assumam os novos definidos pela MCPS. Esse trabalho por parte dos especialistas é chamado de desenvolvimento dos papéis. A atualização dos papéis pode ser acompanhada com o intuito de garantir se os novos papéis estão sendo desempenhados corretamente. Esse acompanhamento só pode ser feito por pessoas que possuam uma visão análoga à de um *diretor de cinema*. Um diretor conhece todos os personagens, o enredo completo e as características requisitadas para cada personagem, por isso é capaz de interferir no desempenho dos atores. Observe que, o desenvolvimento dos papéis é uma atividade contínua durante a implantação da MCPS, assim como, também é contínua, por parte

dos especialistas, o acréscimo de suas responsabilidades na medida em que assimilam os novos papéis.

7.3.3 Automação

A automação é um importante aspecto da tecnologia-MCPS. Sua finalidade é criar um *ambiente* de trabalho que seja produtivo, eficiente, amigável e seguro, e que assegure a qualidade dos produtos a seus clientes, reduza custos e conduza à criação de produtos e serviços dentro de prazos previsíveis e mais reduzidos, onde seja padronizada a aplicação e o uso dos conceitos da MCPS.

Ao automatizar-se o ciclo completo de atividades proposto pela MCPS, serão produzidos dois resultados distintos e complementares: a *tecnologia de desenvolvimento de sistemas* e a *tecnologia de produção de software*.

Cada uma dessas tecnologias é construída em torno de um sistema próprio de ferramentas software, que devem ser desenhadas para prover suporte ativo aos projetistas durante a criação de produtos e serviços, seja mecanizando as atividades repetitivas e rotineiras ou seja assistindo-os nas atividades criativas. Os sistemas de ferramentas devem auxiliar aos projetistas ao longo de todas as fases do ciclo de atividades proposto pela MCPS, numa forma integrada, garantindo-se que, aquilo que for criado numa fase possa ser usado nas fases posteriores.

A automação da MCPS pode ser feita em dois passos:

1º Passo - escolha e uso de produtos HW e SW disponíveis comercialmente, como infra-estrutura básica do sistema de ferramentas e

2º Passo - desenvolvimento das ferramentas SW que suprirão o que falta para completar-se cada um dos ambientes de suporte (de desenvolvimento e de produção).

Os sistemas de ferramentas criados na automação da MCPS serão denominados respectivamente de *Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas* - (ADS) e de *Ambiente de Produção de SW* - (APS). O ADS [2] é um conjunto de ferramentas SW que suporta a criação dos vários modelos que descrevem os produtos e serviços. O APS [3] é um conjunto de ferramentas SW que suporta a produção de produtos SW através desses modelos, cobrindo desde a produção SW das primeiras unidades até a produção SW em série. Observe nesse esquema que o ADS alimenta o APS com todos os modelos desenvolvidos para o sistema.

Observe na Figura 7-1 a seguir, que, quando os clientes solicitam novos requisitos ou novas funcionalidades para um produto SW os Projetistas, os Engenheiros de Sistema, os Projetistas de SW, etc., fazem uso do ADS para a criação dos modelos e dos manuais para o sistema. Os modelos do sistema, que guardam o que foi solicitado pelos clientes, são congelados e liberados para a produção de SW. Os Engenheiros de Aplicação produzem produtos SW em série e sob medida das necessidades dos clientes. Cada produto é produzido com uma documentação associada que serve para a sua instalação e para sua correta operação, através de um APS.

Essas duas tecnologias podem ser vistas respectivamente como uma **Fábrica de Sistemas** [2] e como uma **Fábrica de SW** [3], em função de suas finalidades.

A experiência mostra que se uma organização escolhe uma metodologia apropriada a seus negócios e depois busca a sua automação dificilmente encontrará no mercado um ambiente pronto sem necessidades de adaptações. É útil falar-se disso, pois existe uma tendência no mercado de informática de oferecerem-se ambientes genéricos com o propósito de automatizar metodologias em geral. Muitas organizações ainda hoje compram essa idéia, mas aos poucos estão conscientizando-se de que quanto mais genérico o ambiente, menos suporte ele dará à sua área de negócios. *Uma metodologia deve ser adaptada aos negócios da organização e os ambientes de suporte devem ser específicos para a metodologia.*

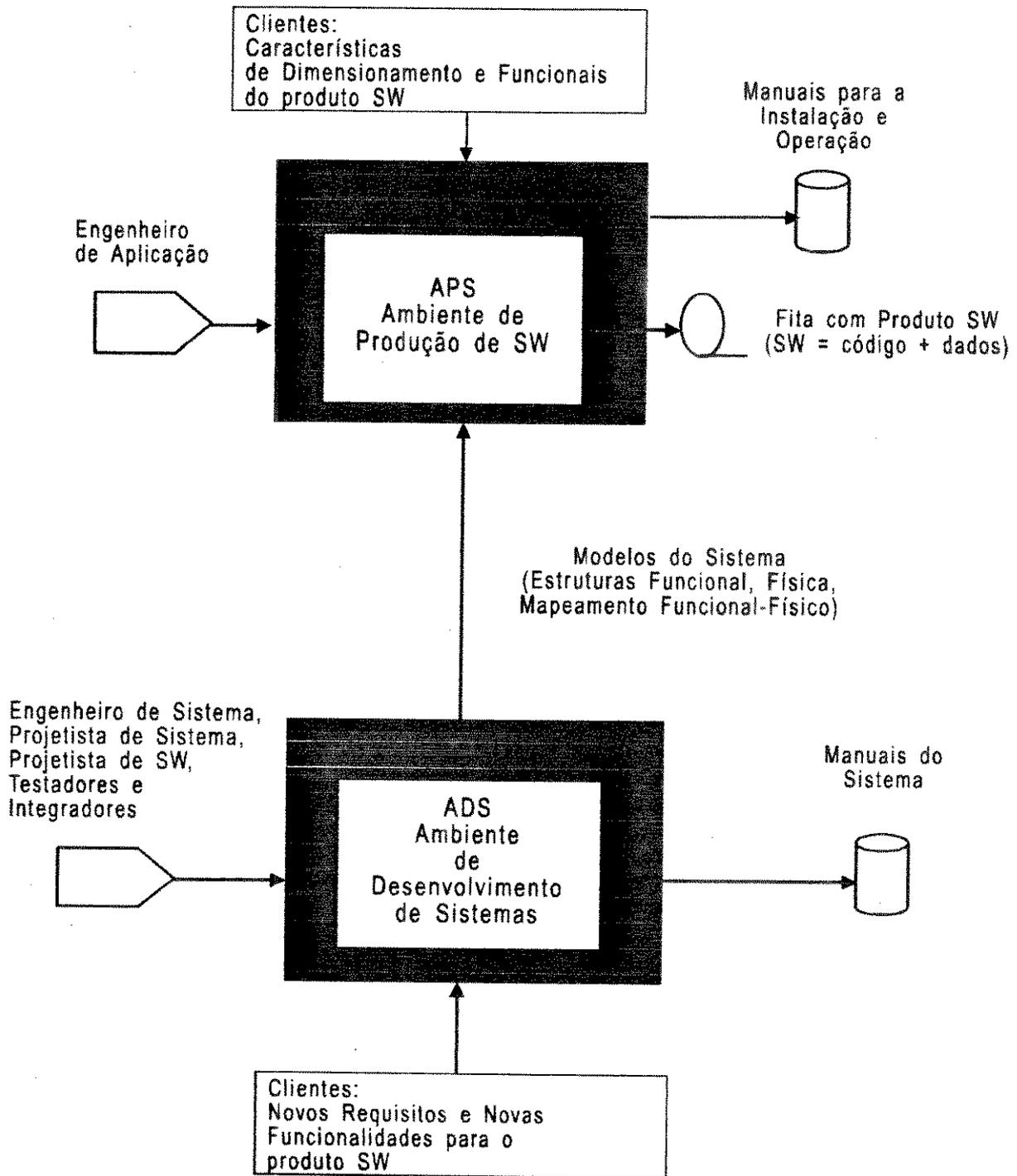


Figura 7-1
Utilidades de um ADS e um APS

Concluindo, pode-se dizer que a atividade de criação de produtos e serviços (no

caso de SW) se dará em três etapas consecutivas.

1ª - Na primeira etapa, serão desenvolvidos um Sistema e um ADS (Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas que assistirá à criação dos modelos do sistema por parte dos projetistas

2ª - Na segunda etapa, será desenvolvido um APS (Ambiente de Produção de Software), que suportará a produção dos produtos SW por parte dos engenheiros de aplicação

3ª - Por fim, na terceira etapa, serão congelados os Modelos do Sistema que servirão à produção SW. Será realizada a produção das primeiras unidades e também a produção em série de produtos SW, através do APS e dos modelos congelados.

É importante que os resultados gerados em cada uma dessas etapas sejam flexíveis para facilitar a evolução e a manutenção, dos produtos e serviços e de seus respectivos ambientes (ADS e APS).

7.4 ADS - Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas

Um caso prático de ADS [2,4] é o criado para assistir ao desenvolvimento do Sistema Trópico-RA. Ele provê suporte ao processo natural da criação de sistemas, realizado por centenas de projetistas. Ele permite o aumento da produtividade das equipes envolvidas no desenvolvimento de produtos SW complexos, através da reusabilidade do SW. Ele garante a consistência do projeto durante o seu ciclo de vida, permitindo o controle de configurações e versões e também a geração de documentos atualizados para o sistema. Ele assiste ao trabalho dos projetistas durante a criação das Estruturas Funcional e Física do Sistema e do Mapeamento entre elas.

7.4.1 Assistência Fornecida pelo ADS

O problema da criação de produtos e serviços, em primeira instância, é um problema do desenvolvimento de modelos para o sistema (Capítulo 2). Uma das grandes

dificuldades nesse trabalho é a garantia da compatibilidade entre as informações na *linguagem do cliente*, aonde ele expressa as suas necessidades sobre o sistema em desenvolvimento, com as informações na *linguagem do produto* armazenadas numa forma mecânico-eleto-magnética. A finalidade do ADS [2] é dar assistência aos projetistas no preenchimento dessa lacuna. O ADS é um sistema de ferramentas SW que cobre o ciclo de atividades desde a especificação do sistema até a implementação de seus componentes SW, auxiliando à criação dos modelos e garantindo que as informações sobre o sistema sejam transformadas através de seus vários modelos.

Veja na Figura 7-1 o ADS em seu ambiente. Observe que ele provê serviços aos Engenheiros de Sistema, aos Projetistas de Sistemas, aos Projetistas de Software, aos Integradores e Testadores. Ele possibilita que se gere toda a documentação do sistema, ou seja, Manuais de Operação e Manutenção, Descrições Funcionais, Especificação do Sistema, etc..

Uma propriedade importante do ADS-Trópico [4] é a garantia de que as informações do projeto funcional migrem para o universo físico de forma automatizada. No ADS do Trópico a consistência dos modelos é assegurada pelo uso de uma Base de Dados e do Compilador CHILL. Todo novo objeto físico ou funcional a ser definido é consolidado com relação aos já aceitos, evitando-se múltiplas definições.

7.5 APS - Ambiente de Produção de Produtos SW

Um caso prático de APS é o criado pela Alcatel para assistir à Produção SW das Centrais CPA's-T do Sistema 12¹. O APS da Alcatel é chamado de Fábrica de SW [3]. Sua missão fundamental é produzir o SW das centrais do Sistema 12 em série.

Um APS, de maneira geral, é um sistema que é alimentado por um ADS (Figura 7.1), com os modelos que descrevem os produtos e os serviços. A finalidade de um APS é assistir à atividade de produção de produtos de SW de acordo com as

¹ O Sistema 12 é uma central temporal produzida pela Alcatel e de porte similar ao Trópico-RA.

características solicitadas pelos clientes, guiado pelos modelos que descrevem os produtos e serviços, seja na produção das primeiras unidades, ou seja na produção de SW em série. Os engenheiros de aplicação usam o APS durante a realização dessas atividades. Um Produto SW é caracterizado por uma parte de código e por outra parte de dados. Normalmente ele é armazenado em meio magnético (fitas, discos, disquetes) e é acompanhado pelos Manuais para Instalação e para o Cliente. Um APS auxilia os engenheiros de aplicação no dimensionamento do Produto SW em função das características e capacidades solicitadas pelo cliente, na definição dos valores dos parâmetros do sistema, no preenchimento das tabelas internas ao sistema e na escolha da funcionalidade do Produto SW, gerando um produto e sua documentação na medida das necessidades do cliente.

7.6 Conclusões

Este capítulo mostrou quais os aspectos que devem ser considerados quando da implantação da MCPS numa empresa. Ele destacou a importância da *tecnologia* no sucesso do empreendimento. A tecnologia foi considerada como sendo os *meios* que facilitam a implantação da metodologia: são ferramentas, procedimentos, normas, Ambientes de Desenvolvimento de Sistemas (ADS), de Produção de Software (APS) dentre outros. O capítulo revela ainda as finalidades desses Ambientes: ADS e APS e também as características de dois ambientes práticos associados ao Trópico-RA e ao Sistema 12.

REFERÊNCIAS:

- [1] MANNBY, PER-ARNE, *A Tecnologia Sysware, Fundamentos Teóricos - III* Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1986
- [2] CIOFFI, R., BERNARDES, E., REIS, L., VASQUEZ, S., ARAÚJO, C., FRANCO, J. H.. *Modelo do Sistema de Informações do Trópico-RA*, 1987, CPqD - TELEBRÁS
- [3] CIOFFI, R.. *Fábrica de SW do Sistema 12* - Boletim Informativo Técnico (BIT), Número 13, Outubro de 1993 - Alcatel Telecomunicações
- [4] DIAS, S. V., ARRUDA, M. N. P.. *Trópico-RA System Development Environment (SDE)* - IEEE TENCOP, November 1989, Bombaim, Índia

Capítulo 8

Conclusão

8 Conclusão

8.1 Porque uma nova Metodologia?

Diversos setores da sociedade hoje em dia, tem o conhecimento de que para desenvolverem-se novas e necessárias gerações de produtos e serviços de telecomunicações (voz, dados, imagens) requer-se um grande número de profissionais altamente especializados, profissionais que estejam constantemente atualizando-se. Esse senso comum intui a respeito de um dos principais problemas enfrentados pelas modernas empresas de telecomunicações em todo o mundo. Ou seja, as organizações buscam os melhores procedimentos para conseguir dar formação a uma grande quantidade de especialistas, manter a atualização de seus conhecimentos e prover um suporte ativo para eles enquanto desempenham suas atividades.

A demanda pela solução desse problema é impulsionada pelo próprio mercado. O mercado de telecomunicações torna-se dia a dia mais exigente, ao mesmo tempo em que a competição para atendê-lo é cada vez mais global. Requisitam-se produtos e serviços com um alto conteúdo tecnológico e a custos baixos. Esses valores são universais e, além disso, novos valores estão surgindo continuamente. De outro modo, as organizações fornecedoras dos produtos e serviços de telecomunicações, devem ter a capacidade de caracterizar e atender essas necessidades a tempo. E tudo indica que as organizações vencedoras serão as que melhor atenderem seus clientes. É claro que as organizações e o mercado são constituídos por pessoas e, no fundo, o ser humano é que é o foco das atenções.

As empresas têm hoje a consciência de que todos os profissionais envolvidos devem trabalhar com ferramentas apropriadas. O conceito de cliente está deixando de ser uma entidade abstrata e externa e passando a ser vivenciado no dia-a-dia na empresa. Existem clientes internos e externos. Os profissionais necessitam de ferramentas que os auxiliem ativamente durante a solução de seus problemas. A metodologia apresentada neste trabalho de tese foi concebida com esse intuito. A MCPS - Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços - é uma ferramenta que provê um

sistema de conceitos com a finalidade de assistir aos especialistas durante suas atividades.

A MCPS possui uma singularidade comparando-a com as demais metodologias de projeto disponíveis. As demais metodologias de projeto não estabelecem uma clara separação entre as *estruturas funcional e física do sistema*. Essa separação, pelo contrário, é a linha fundamental da MCPS. O intuito é dar liberdade aos projetistas de sistemas durante o seu trabalho permitindo-lhes considerar numa forma isolada e independente os aspectos funcional e físico do sistema. A MCPS propõe a existência da estrutura funcional - a qual é a rede de interconecção entre os serviços (BS's) do sistema e propõe também a existência da estrutura física - a qual é a rede de interconecção entre os componentes físicos (BI's) do sistema. Essa nova conceituação oferece aos projetistas a liberdade de poder pensar no aspecto de seu interesse de cada vez, possibilitando-os também focar separadamente no mapeamento da estrutura funcional sobre a estrutura física do sistema e vice-versa. As metodologias de projetos disponíveis atualmente não oferecem esse suporte conceitual, o que implica que os projetistas normalmente não separam esses dois aspectos durante a criação de produtos. Misturando os dois aspectos, o projetista fica limitado a trabalhar sobre uma estrutura intuitiva do sistema chamada de *fisiológica* (física + funcional = fisiológica). Raciocinando apenas com a estrutura intuitiva do sistema (fisiológica) os projetistas dificilmente serão bem sucedidos na tarefa de criar produtos com as qualidades que lhes são requisitadas - flexibilidade funcional, flexibilidade física, economia total, qualidade total, manutenibilidade, conformidade de suas características com as necessidades dos seus clientes - pois, todos esses atributos terão que ser criados considerando-se exclusivamente o aspecto fisiológico. A mistura inconsciente dos aspectos funcionais e físicos feita pelos projetistas de novos produtos e serviços, levada pela limitação das metodologias de projeto atuais, é a principal razão de que são poucas as organizações atualmente que conseguem desenvolverem sistemas complexos.

8.2 MCPS - A Metodologia Proposta e suas Aplicações

A Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços propõe que a atividade de criação de produtos e serviços seja realizada em duas etapas:

- 1 - que sejam criados os modelos que os descrevam,
- 2 - e depois que sejam produzidos os produtos e os serviços através desses modelos.

Dentro dessa linha, a MCPS oferece um sistema de conceitos para suportar o trabalho dos projetistas de produtos e serviços, abrangendo-se as duas etapas propostas acima. Conceitos como metodologia, produtos, serviços, sistema, bloco de serviços (BS's), componentes físicos, estrutura funcional, estrutura física, mapeamento funcional-físico, linguagem para a especificação de processos funcionais (LEPF), entre outros, foram definidos em seu domínio. Este trabalho de tese mostrou que cada um desses conceitos tem um significado geral, e ainda possui um significado específico que depende da aplicação.

Pode-se falar basicamente que as aplicações da MCPS se dão em três contextos distintos. Os dois primeiros foram demonstrados neste trabalho de tese:

1 - **MCPS (desenvolvimento de sistemas)** - Considera-se que os conceitos da MCPS tenham sido demonstrados para o *desenvolvimento de sistemas*, constituídos por centenas de componentes HW e SW. Onde, o Sistema Trópico-RA é um caso prático de aplicação.

2 - **MCPS (desenvolvimento de produtos SW)** - Considera-se que a MCPS tenha sido demonstrada para o *desenvolvimento de produtos SW*, onde o desenvolvimento de dezenas de componentes SW (BI's SW) para o Trópico-RA são casos práticos de aplicação.

O terceiro contexto, representa um nicho com uma grande potencialidade para a aplicação da MCPS. É o *desenvolvimento da Rede de Telecomunicações*, onde o Sistema Trópico-RA é apenas um componente. A proposta deste trabalho de tese é que a MCPS possa servir também para essa finalidade. Nesse caso, a aplicação poderá ser chamada de **MCPS (desenvolvimento da rede de telecomunicações)**.

8.2.1 MCPS aplicada ao Trópico-RA

Como já foi mencionado anteriormente todos os conceitos apresentados pela MCPS foram usados pelos projetistas na criação dos vários aspectos funcionais do sistema (BS's) e na identificação e implementação dos componentes físicos (BI's HW, SW) que compõem o Trópico-RA.

A estrutura física criada para o Sistema Trópico-RA é uma complexa rede de 130 BI's HW e SW. Os BS's do Sistema Trópico-RA correspondem às diversas funcionalidades providas por ele. O Trópico-RA possui cerca de 80 BS's distintos. Neste trabalho de tese (Capítulos 4, 5 e 6) foram apresentados os oito BS's do Subsistema de CHM do Trópico-RA. No trabalho de tese "Rede Local de Processadores de uma CPA-T" [2], foi apresentada a descrição de um outro BS do sistema - o BS: SINP (Sinalização Inter-Processadores).

O Mapeamento Funcional-Físico do Sistema Trópico-RA retrata a associação de cada um de seus 80 BS's para cerca de 130 componentes distintos (BI's HW, SW). Essa associação é uma malha de conexões tão complexa (cerca de 1000 Prestadores de Serviços - PS's - para cerca de 1000 componentes físicos) que tornou-se necessário desenvolver-se um sistema automatizado para gerenciá-la, chamado de ADS [3] (Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas).

Cada um dos BI's HW e SW possui um ciclo de desenvolvimento próprio. Mas este trabalho de tese restringiu-se à demonstração da MCPS ao desenvolvimento de BI's SW (Capítulo 6).

8.2.2 MCPS aplicada à Rede de Telecomunicações

Este trabalho de tese sugere que o desenvolvimento da Rede de Telecomunicações através do uso da MCPS implica em grandes ganhos. A proposta seria usar a MCPS no desenvolvimento da Rede de Telecomunicações, aplicando-se cada um de seus conceitos. O conceito de *sistema*, aplicado à Rede de telecomunicações, por exemplo, seria definido como sendo a estrutura de conexão entre as diversas centrais telefônicas espalhadas pelo mundo. Observe que, atualmente, as administradoras da Rede de Telecomunicações estão buscando métodos que racionalizem a criação de novos serviços, através do conceito de Rede Inteligente. Se a MCPS for aplicada, a prática do desenvolvimento do Sistema Trópico-RA poderá fornecer bons exemplos que auxiliarão nessa busca. O raciocínio abaixo pode abrir um caminho de *sinergia* entre os dois desenvolvimentos.

Analogamente ao Sistema Trópico-RA, poder-se-ia pensar que a Rede de Telecomunicações tem a sua estrutura funcional e que também possui a sua estrutura física. O conceito de BS poderia ser aplicado para cada um dos serviços a ser oferecido pela Rede Inteligente (BS do serviço 800 avançado, BS do serviço de televoto, BS do serviço de rede privada virtual, BS do número universal, etc.), onde cada BS é um dos aspectos do sistema. E conjuntamente com os demais conceitos da MCPS (produtos, serviços, estrutura funcional, estrutura física, mapeamento funcional-físico, etc.) racionalizar-se-ia o processo de criação e a disponibilidade dos novos serviços na Rede de Telecomunicações. A diferença em relação à aplicação do conceito de BS para o Trópico é que, neste caso, os PS's seriam mapeados sobre as várias centrais da Rede de Telecomunicações (componentes físicos da rede, PAS - Ponto de Acesso à Serviços, PCS - Ponto de Controle de Serviços, SGS - Sistema de Gerência de Serviços), e não sobre os BI's HW e SW. Na realidade os BI's HW e SW do Trópico-RA são análogos às várias centrais na Rede de Telecomunicações. Eles são os componentes da estrutura física do Trópico, enquanto que as centrais são os componentes da estrutura física da Rede de Telecomunicações.

Continuando nessa linha de raciocínio, pode-se dizer que o ADS [3] (Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas) também seria um ganho nessa busca. Ele atualmente é uma plataforma desenvolvida especialmente para suportar a criação e implantação de serviços (BS's) para o Sistema Trópico-RA. Mas o ADS poderia também ser usado como uma plataforma para a criação de serviços (BS's) para a Rede de Telecomunicações. Bastaria que ele fosse adaptado para esse fim, suportando a criação dos novos serviços e suas implantações na Rede Inteligente.

8.3 Estudos Futuros

O caminho natural para se continuar com o estudo apresentado neste trabalho de tese seria no sentido de *generalizar e formalizar* a MCPS. O objetivo a ser perseguido seria o de se ter uma metodologia para a criação de produtos e serviços em geral. Esse resultado deveria ser formulado através de uma teoria, onde a MCPS apresentada neste trabalho, seria uma de suas aplicações. A seguir serão descritas algumas propriedades dessa teoria, e suas aplicações.

8.3.1 Formalização da MCPS através da Teoria Sysware

A direção para os trabalhos futuros com a MCPS foi apontada por Per-Arne Mannby, no artigo intitulado "The Sysware Theory" [1]. O autor caracterizou a teoria que generalizaria as idéias apresentadas intuitivamente pela MCPS. A proposta seria chamar essa teoria de Sysware. A palavra Sysware é formada pela contração de duas outras palavras do inglês "System" e "Ware". O objetivo de Sysware (o sistema como uma mercadoria) é a busca sistemática do caminho para tratar:

- o desenvolvimento de um sistema,
- a produção de produtos,
- e a sua evolução e manutenção.

A partir dessa Teoria, um projetista de desenvolvimento criaria uma família de metodologias. Ele veria Sysware como uma teoria para prover conceitos gerais,

filosofias, e modelos de estruturação, os quais ele especializaria através do desenvolvimento de um sistema específico e da produção de um determinado produto.

8.3.2 Teoria e Tecnologias Sysware

Sysware, como uma teoria, seria uma fonte para criação de metodologias. Proveria uma base científica para o tratamento de sistemas e produtos em geral.

Sysware, como uma tecnologia, proveria a automação e a aplicação prática de uma metodologia específica; proveria os meios para a geração e a produção de um produto. Ou seria, ainda, o próprio produto que foi desenvolvido e produzido através da aplicação de Sysware.

8.3.2.1 MCPS, ADS, APS e Trópico-RA como Tecnologias Sysware

A aplicação prática de Sysware é chamada de tecnologia. Por exemplo, a MCPS: Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços, o ADS: Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas, o APS: Ambiente de Produção de SW e o Trópico-RA, seriam aplicações da teoria Sysware e, mais formalmente, tecnologias Sysware.

O ADS: Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas, por exemplo, é uma das tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do Sistema Trópico-RA, em conjunto com as tecnologias HW, SW, eletromecânicas, etc. Ele automatiza a MCPS, que é a metodologia de desenvolvimento utilizada para fazer o Trópico-RA. O ADS como um sistema, serve para desenvolver, evoluir e manter o Trópico-RA. E, além disso, ele possui a generalidade para tratar analogamente outros sistemas e produtos com as mesmas características do Trópico-RA.

O Trópico-RA foi desenvolvido usando-se o ADS. Ele é um produto, através do qual pode-se produzir uma ampla gama de centrais telefônicas, que variam tanto em funcionalidade como em capacidade. É uma plataforma multiaplicações.

Essas tecnologias Sysware: MCPS, ADS, APS e Trópico-RA diferenciam-se entre si pelo seu *nível de generalidade*. Aqui elas aparecem respectivamente, da mais geral para a mais particular.

8.4 Questões em Aberto

É claro que essa linha de estudo abrangeria todas as questões tratadas neste trabalho de tese através da MCPS. Mas a Teoria Sysware [4] abrangeria outras mais. A seguir estão formuladas as principais questões a serem consideradas num trabalho futuro de formalização e generalização, com o intuito de manter e evoluir a MCPS:

1 - Uma ampla rede de contatos (formada por pessoas e máquinas) é imprescindível para o desenvolvimento, produção, e evolução de sistemas. Mas como projetar modelos organizacionais que descrevam essa estrutura?

2 - RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados) proverá a capacidade para suportar um grande número de serviços distribuídos. Mas como projetar modelos que suportem a criação e a descrição de tais serviços?

3 - Como desenvolver organizações de empresas competitivas e que sejam consideradas como referência de qualidade nas suas áreas de atuação (produtos e serviços)?

4 - A razão custo benefício justifica grandes redes multiprocessadores. Mas como escrever programas eficientes para elas?

5 - Como tratar a crise do software, caracterizada pelo desperdício, pelo alto custo em relação ao hardware, e pela falta de padronização?

6 - Como suprir as demandas de uma ampla rede de especialistas que cooperem durante a criação de novos produtos?

7 - Como tratar a produção em série e sob medida do SW, controlando ao mesmo tempo sua evolução, a variedade de produtos produzidos, as várias versões, e as várias instalações em operação (Engenharia de Produto)?

8 - Como tratar a automação dos processos de desenvolvimento, produção e evolução de sistemas e produtos, incluindo aí o suporte ao processo de criação?

9 - Como dividir a complexidade da criação da *lógica do sistema* entre os elementos e a sua rede de conexão?

10 - Como tratar o problema de reusabilidade de objetos SW de forma sistemática, buscando produtividade e qualidade no desenvolvimento de SW?

11 - Como realizar o desenvolvimento em paralelo de vários módulos SW (centenas), de forma ordenada e de modo que a integração seja possível?

12 - Como tratar o "gap" existente entre a linguagem natural, através da qual se expressam as necessidades dos usuários (clientes), e as linguagens ligadas ao componentes do produto seja HW, seja SW, etc.?

13 - Qual seria o melhor caminho a se seguir no desenvolvimento de um produto, otimizando-se as características:

- menor tempo de convergência,
- maior qualidade (Verificação, Validação, Análise de Desempenho)
- maior segurança,
- maior produtividade,
- maior economia, e
- maior uso do potencial criativo?

14 - Como resolver os problemas de adição de novas funções, da ampliação dos recursos, e da manutenção do produto?

15 - Como desenvolver metodologias que suportem projetos baseados em divisões sucessivas, que organizem o desenvolvimento do SW e do HW? Que sirvam para especificar protocolos e também descrever unidades? Que possibilitem o tratamento "top-down"? Que realizem um tratamento global do sistema: físico (HW, SW) + funcional? Que levem naturalmente a uma distribuição inteligente das funções do sistema? Que gerem sistemas flexíveis (adição, expansão)? Que gerem documentação adequada, com os manuais de operação e manutenção com informação atual e não duplicada, onde o projeto seja feito uma única vez, a 400 mãos e não a 200 faces? Que levem ao uso extensivo de reusabilidade (SW, HW, Sistema)? Que possibilitem o uso da criatividade de toda a equipe, e também de experiências de outras áreas? E que se apliquem a projetos de sistemas distribuídos?

16 - Como tratar o problema da especificação do funcionamento de uma rede de elementos (*agentes*), na qual cada elemento possua a liberdade para se comunicar com qualquer outro elemento da rede?

Em suma, a proposta geral de Sysware é a de suportar o projeto de qualquer rede de agentes se comunicando, o que implica que Sysware suporta também a criação de um modelo para descrever essa rede. O projeto de um modelo para uma rede de agentes já existente é análogo ao projeto de uma rede nova, a menos do fato de que esta última não existe e deve ser criada. A finalidade de tais modelos seria tanto a produção como a descrição (quando a rede está sendo criada), ou só a descrição (quando a rede já existe). *O objetivo fundamental da Teoria Sysware é o de trazer e unificar a arte de Criação à Engenharia e à Ciência.*

Observe que, cada uma das idéias aqui apresentadas desenvolveram-se nos laboratórios do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento - CPqD - da Telebrás (desde 1979). Como pôde ser visto ao longo deste trabalho, todas essas idéias estão encadeadas dentro de um coerente sistema de conceitos, chamado de MCPS. Esse sistema foi desenhado originalmente por Per-Arne Mannby [1], mas a sua aplicação por centenas de projetistas trouxe-lhe uma consistência e um ajuste que seria impossível de atingir-se de uma outra forma. A motivação maior na formulação deste trabalho de tese foi a de tornar essas idéias acessíveis a uma comunidade científica

maior, com a esperança de continuar a suportar a concepção dos novos produtos e serviços para a Rede Telecomunicações, ou melhor ainda, contribuir na evolução de outras áreas da atividade humana.

REFERÊNCIAS

- [1] MANNBY, PER-ARNE, *The Sysware Theory*.
International Conference on Communications - ICC, Philadelphia, 1988, págs. 1750-1754
- [2] FERNANDES, G.. *Rede Local de Processadores de uma CPA-T*.
Tese de Mestrado - Faculdade de Engenharia Elétrica (FEE) - UNICAMP, 1992
- [3] DIAS, S.V., ARRUDA, M.N.P.. *Trópico-RA System Development Environment (SDE)*.
IEEE TENCOM, November 1989, Bombaim, India
- [4] CIOFFI, R., MANNBY, P.A., MIGUEL, F.C., REIS, L.A., SCIALOM, R.
Projeto de Sistemas.
Palestra Interna ao CPqD - TELEBRÁS - 1988

Abreviaturas

Abreviaturas

| | |
|-----------|---|
| ADS: | Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas |
| APS: | Ambiente de Produção de SW |
| CPqD: | Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da TELEBRÁS |
| TELEBRÁS: | Telecomunicações Brasileiras S.A. |
| BI: | Bloco de Implementação |
| BI: ANSIN | Analisador Sintático |
| BI: CEX25 | Controlador de Entrada X25 |
| BI: CIMPR | Controlador de Impressoras |
| BI: CPEES | Controlador de Periféricos de Entrada |
| BI: GARCI | Gerenciador de Arquivos de Comandos |
| BI: GEPER | Gerenciador de Periféricos |
| BI: GUCHM | Gerenciador de Usuários de CHM |
| BI: TRADC | Tradutor de Comandos |
| BS: | Bloco de Serviços |
| BS: ADES | Adaptação de Periféricos de Entrada e Saída |
| BS: ANSI | Análise Sintática de Comandos |
| BS: GARC | Gerência de Arquivos de Comandos |
| BS: GPER | Gerência de Periféricos |
| BS: GUCH | Gerência de Usuários de CHM |
| BS: IMPR | Controle de Impressão |
| BS: TX25 | Terminação para o Protocolo X25 |
| BS: TRAD | Tradução de Comandos e Mensagens |
| ACEBDA: | Interface de Acesso à Base de Dados |
| ESTDAD: | Interface de Estado de Dados |
| ININTE: | Interface de Iniciação Interna |
| EX: | Executor |
| PS: | Prestador de Serviços |
| UG: | Usuário Genérico |
| PS: ABDA | Administração da Base de Dados |

| | |
|------------|---|
| PS: BADA | Base de Dados |
| PS: INIC | Iniciação |
| PS: TACE | Tratamento de Acessos |
| UG: UABD | Usuário de Acesso à Base de Dados |
| ACEB_TRAD: | Módulo de Dados de Acesso ao BS: TRAD |
| CP: | Chamada de Procedimento em SW |
| SP: | Sinal Padrão de SW |
| EPIS: | Elemento Padrão de Implementação de SW |
| EPPS: | Elemento Padrão de Projeto de Sistemas |
| LEPF: | Linguagem para a Especificação de Processos Funcionais |
| MCPS: | Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços |
| CCITT: | Comitê Consultivo Internacional de Telegrafia e Telefonia |
| ISO: | Organização Intenacional de Padronização |
| RI: | Rede Inteligente |
| PCS: | Ponto de Controle de Serviços |
| PAS: | Ponto de Acesso a Serviços |
| SGS: | Sistema de Gerência de Serviços |
| HDTV: | TV de Alta Definição |
| RDSI: | Rede Digital de Serviços Integrados |
| LEDS: | Linguagem para a Especificação e Descrição de Sistemas |
| CAD: | Projeto Assistido pelo Computador |
| CHILL: | Linguagem de Alto Nível do CCITT |
| DFD: | Linguagem de Descrição do Fluxo de Dados |
| CPA-T: | Controle por Programa Armazenado e Comutação Temporal |
| SW: | Software |
| HW: | Hardware |
| OMS: | Operação Manutenção e Supervisão |
| CHM: | Comunicação Homem Máquina |

Índice

A

Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas (ADS)

Assistência Fornecida pelo ADS (7-8), (8-6)

Definição (7-7)

Fábrica de Sistemas (7-7)

Tecnologia Sysware (8-7)

Ambiente de Produção de SW (APS)

Definição (7-7)

Fábrica de SW (7-7)

Um Caso Prático (7-9)

Atividades de Criação de Produtos e Serviços

Ciclo de, (2-10)

Um Caso Prático de Especificação do Sistema (4-2)

Um Caso Prático de Projeto do Bloco de Serviços (BS) (5-2)

Um Caso Prático de Projeto do Sistema Integral (4-4)

Automação da Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços

Ambiente de Desenvolvimento de Sistemas (7-7)

Ambiente de Produção de SW (7-7)

Porque Automatizar? (7-6)

B

Bloco de Implementação (BI)

Componente Físico (1-9)

Conceito (2-8), (3-11)

Concepção do BI SW (2-13)

Especificação do BI SW (2-13)

Implementação do BI SW (2-14)

Projeto do BI SW (2-13)

Bloco de Serviços (BS)

Componente Funcional (1-10)

Conceito (2-5)

Concepção (3-10)

Especificação de Características do BS (2-12)

Estrutura Funcional do Sistema (2-7)

Como Incorporar novos Serviços no Sistema? (2-6)

Linguagem para a Especificação de Processos Funcionais (2-7)
Mapeamento Funcional-Físico (2-13)
Prestadores de Serviços (2-7)
Projeto da Arquitetura do BS (2-12)
Projeto de Dados do BS (2-12)
Projeto do Bloco de Serviços (2-12)
Projeto Funcional do BS (2-13)
Propriedades (3-11)

BS: Tradução de Comandos e Mensagens (TRAD)

Aplicação e Finalidade (5-2)
Arquitetura (5-5)
Projeto de Dados (5-7)
Projeto Funcional (5-6)
Serviços Oferecidos (5-4)

C

Comunicação Homem Máquina (CHM) do Trópico-RA

BI's SW (4-11)
Casos de Funcionamento (4-8)
Conceito (4-3)
Especificação do Subsistema (4-2)
Estrutura Física (4-11)
Estrutura Funcional (4-5)
Lista de BS's (4-5)
Projeto do Sistema Integral (4-4)

E

Estruturação do Trópico-RA

Descrição (1-9)

Executor

Conceito (3-2), (3-10)

F

Fluxo

- Analogias (3-7)
- Conceito (3-2), (3-6)
- Fluxo de comunicação (3-8)
- Fluxo de controle (3-7)
- Fluxo funcional (3-7)

Função

- Conceito (3-2), (3-11)

L

LEPF

- Apresentação intuitiva (3-3)
- Semântica (3-9)
- Sintaxe (3-8)
- Utilidade (3-2)

M

Metodologia para a Criação de Produtos e Serviços

- Aplicabilidade (1-2)
- Atividades (2-4)
- Definição (2-2)
- Economia e Qualidade (1-4)
- Estruturação do Sistema Trópico-RA (1-8), (8-4)
- Evolução da Rede de Telecomunicações (1-5), (8-5)
- Requisitos (1-12)
- Teoria Sysware (8-6)

Modelos

- Ambiente do Sistema (2-4)
- Bloco de Implementação (2-8)
- Bloco de Serviços (2-5)
- Estrutura Física (2-7)
- Estrutura Funcional (2-7)
- Mapeamento Funcional-Físico (2-8)
- Representação do sistema (2-4)

P

Processo

- Conceito (3-2)
- Estruturação processo-LEPF (3-6)
- Processo-CHILL (3-5)
- Processo-LEDS (3-5)
- Processo-LEPF (3-5)
- Tipos processo-LEPF (3-6)

Produto

- Definição de Produtos e Serviços (2-3)
- Definição de Produtos e Sistema (2-3)
- Produção de, (2-10)

R

Rede de Telecomunicações

- Atualidade (1-3)
- Futuro (1-5)
- História (1-7)

S

Sistema

- Conceito (2-3)
- Definição como uma Rede,(1-2)
- Domínio do Sistema (2-4)
- Especificação do Sistema (2-11)
- Estrutura Física do Sistema (2-7)
- Estrutura Funcional do Sistema (2-7)
- Mapeamento Funcional-Físico (2-8)
- Modelos do Sistema (2-4)
- Organização dos serviços (3-12)
- Projeto do Sistema Integral (2-12)
- Reusabilidade pelo Sistema (2-9)
- Sistema Trópico-RA (1-8)

T

Tecnologia

- Automação (7-6)
- Ciência e Tecnologia (7-3)
- Conceito (7-2)
- Desenvolvimento de Papéis (7-5)
- Educação (7-4)
- Metodologia e Tecnologia (7-2)

Teoria Sysware

- Finalidades (8-6)
- Questões em Aberto (8-8)
- Tecnologias Sysware (8-7)

U

Usuário Genérico

- Finalidade (3-11)