D. A. 16.09.88

TEREZA CRISTINA MELO DE BRITO CARVALHO
Eng. Eletricista, Escola Politécnica da USP, 1980

SERVIÇOS DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS
EM REDES LOCAIS

Dissertação apresentada à Es-
cola Politécnica da USP para a
obtenção do Título de Mestre
em Engenharia.

Orientador: Profa. Dra. Edith Ranzini, Depto. Eng. Eletricidade

São Paulo, 1988

CONSULTA
FD-958

fd-958

Dedico esta dissertação
a minha avó Benedita
Brito, aos meus pais e
aos meus irmãos que têm
compartilhado comigo os
meus sonhos e ideais.

AGRADECIMENTOS

A Profa. Dra. Edith Ranzini, pela orientação dedicada, pelo apoio e pelo suporte fornecidos para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antonio Marcos de Aguirra Massola, pelo incentivo e pela oportunidade proporcionada de participar do desenvolvimento de trabalhos na área de redes de computadores.

Ao Engo. Sidney Monreal Martin, pelas valiosas sugestões, pelo apoio e pela amizade que foram imprescindíveis durante toda a fase de elaboração deste trabalho.

Aos Engos. Sami Shamall e Paulo Sérgio Cugnasca, pela dedicação e colaboração nas atividades de pesquisa relacionadas à REDUSP.

Aos Engos. Antonio José Chagas de Carvalho e Carlos Eduardo Cugnasca, e a toda equipe do projeto da ALCAN, que contribuíram para o desenvolvimento da infra-estrutura necessária a este trabalho.

Aos Engos. Wilson Takeshi Ozu e Vânia Maria Ferro, pela colaboração no levantamento das referências bibliográficas.

A Elenice Carpiagliani de Paula, pelo seu empenho em tornar viável o cumprimento dos prazos exíguos para elaboração do texto final desta dissertação, e pelo seu exímio trabalho de digitação.

A ALCAN - Alumínio do Brasil S.A., e em particular ao Engo. Heitor de P. Fumis, pela oportunidade de realizar atividades profissionais correlatas a este trabalho.

A Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia, pelo suporte fornecido à realização deste trabalho.

A todos os professores, pesquisadores e funcionários do Laboratório de Sistemas Digitais da Escola Politécnica da USP e da FDTE, que contribuíram com este trabalho.

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho é apresentar os aspectos de especificação e implementação dos serviços de transferência de arquivos desenvolvidos para duas redes locais, usadas em ambientes de automação industrial e de automação de escritório, respectivamente.

São apresentados, inicialmente, alguns conceitos e os requisitos de especificação que devem ser satisfeitos por estes serviços. À luz desta caracterização, algumas especificações de serviços de transferência de arquivos para redes de computadores são estudadas e analisadas. De acordo com esta análise e com as tendências de padronização de redes de computadores usadas nas aplicações acima mencionadas, é escolhida uma especificação a ser tomada como base na implementação destes serviços.

Estes serviços são especificados detalhadamente, considerando as características das redes locais utilizadas. Alguns aspectos de implementação da máquina de protocolo que presta os serviços especificados são discutidos, descrevendo-se o conjunto de processos que constituem tal máquina.

Em seguida, são especificados os programas aplicativos desenvolvidos a partir destes serviços de transferência de arquivos, considerando-se os requisitos das aplicações envolvidas.

Para avaliar o sistema implementado, alguns testes são definidos, visando verificar a operacionalidade, conformidade e desempenho deste sistema. Os resultados destes testes são apresentados e discutidos.

Finalmente, são feitas considerações sobre o sistema implementado e a especificação tomada como base. Como continuidade do presente trabalho, é sugerida a implementação de outros serviços utilizando a infra-estrutura criada pelo mesmo.

ABSTRACT

The main purpose of this work is to present aspects on the specification and the implementation of the file transfer services, developed for two local area networks used in manufacturing and office automation.

Some concepts and the specification requirements for such services are initially presented. In the light of this introduction some specifications of file transfer services for computer networks are studied and analysed. Based on this analysis and on the trends in computer networks standardization for the above mentioned applications, a specification is selected as the basis for the file transfer services.

These services are then fully specified taking into account the characteristics of the target local area networks. Some implementation aspects of protocol machine which provides the specified services are discussed describing the processes that make up such machine.

The application programs developed using these file transfer services are then described.

Some tests are conceived to verify the functionalism, conformity and performance of the implemented system. The results of these tests are presented and discussed in some detail.

Finally, some considerations on the implemented system and the specification used as basis are presented. As future work the implementation of other services using the framework created is suggested.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO	1.1
1.1. Histórico e Motivação	1.1
1.2. Objetivo	1.5
1.3. Organização do Trabalho'	1.6
2. SERVIÇOS DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS	2.1
2.1. Introdução	2.1
2.2. Caracterização dos Serviços de Transferência de Arquivos	2.1
2.2.1. Conceitos Básicos	2.2
2.2.2. Requisitos de Especificação dos Serviços de Transferência de Arquivos	2.5
2.3. Estudo de Casos	2.8
2.3.1. Serviços de Transferência de Arquivos da Rede ARPA	2.8
2.3.2. Serviços de Transferência de Arquivos da NBS	2.14
2.3.3. Serviços de Transferência de Arquivos da ISO	2.17
2.3.4. Comparação entre os Casos Estudados	2.23
2.4. Tendências de Padronização de Redes Locais usadas em Ambientes de Automação Industrial e Automação de Escritório	2.26
2.5. Considerações sobre a Solução Adotada	2.27
3. SERVIÇOS DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS E O MODELO ISO	3.1
3.1. Introdução	3.1
3.2. Modelo Básico de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos da ISO	3.1
3.2.1. Conceitos Gerais do Modelo OSI da ISO ..	3.2
3.2.2. Camadas do Modelo OSI da ISO	3.11
3.3. Estrutura da Camada de Aplicação	3.16
3.4. Elemento de Serviço de Aplicação Específico para Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos (SASE-FTAM)	3.22

	Página
3.4.1. Sistema de Arquivos Virtual	3.23
3.4.1.1. Estrutura de Arquivo	3.23
3.4.1.2. Atributos de Arquivo	3.25
3.4.1.2.1. Atributos de Identificação	3.25
3.4.1.2.2. Atributos de Atividade	3.28
3.4.1.3. Tipos de Operação	3.29
3.4.1.3.1. Operações sobre o arquivo todo	3.31
3.4.1.3.2. Operações sobre dados do arquivo	3.31
3.4.2. Serviços de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos	3.34
3.4.2.1. Regimes e Fases de Comunicação entre as Entidades de Aplicação	3.34
3.4.2.2. Subconjuntos dos Serviços de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos	3.39
3.4.3. Protocolo de Transferência de Arquivos .	3.41
3.5. Considerações Finais	3.50
4. ELEMENTO DE SERVIÇO DE APLICAÇÃO ESPECÍFICO IMPLEMENTADO PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE TRANSFERENCIA DE ARQUIVOS	4.1
4.1. Introdução	4.1
4.2. Descrição das Redes Locais Utilizadas	4.1
4.2.1. Rede Local REDUSP	4.2
4.2.1.1. Objetivos	4.2
4.2.1.2. Características Físicas	4.2
4.2.1.3. Protocolos de Comunicação	4.4
4.2.2. Rede Local do SDCD	4.7
4.2.2.1. Objetivos	4.7
4.2.2.2. Características Físicas	4.7
4.2.2.3. Protocolos de Comunicação	4.10
4.2.3. Considerações sobre as Redes Utilizadas	4.13

4.3. Especificação do Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM Implementado	4.13
4.3.1. Sistema de Arquivos Virtual Versus Sistema de Arquivos Real	4.14
4.3.1.1. Estrutura de Arquivos	4.14
4.3.1.2. Atributos de Arquivos	4.14
4.3.1.3. Operações sobre Arquivos	4.16
4.3.2. Serviços Oferecidos pelo Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM	4.22
4.3.2.1. Relação entre o Elemento de Usuário e o Elemento de Serviço de Aplicação	4.22
4.3.2.2. Serviços Oferecidos	4.25
4.3.2.2.1. Subconjunto de Serviços Básicos (SB) .	4.27
4.3.2.2.2. Subconjunto de Serviços de Transferência de Dados (STD) .	4.37
4.3.2.2.3. Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado (SGL)	4.45
4.3.2.2.4. Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Extendido (SGE)	4.55
4.3.2.2.5. Subconjunto de Serviços de Controle de Erros (SCE)	4.57
4.3.2.2.6. Subconjunto de Serviços de Acesso (SAC)	4.59
4.3.3. Protocolo de Transferência de Arquivos .	4.59
4.3.3.1. Subsistema de Conexão de Aplicação	4.61
4.3.3.2. Subsistema de Seleção de Arquivo	4.64

	Página
4.3.3.3. Subsistema de Acesso a Arquivo	4.67
4.3.3.4. Subsistema de Gerenciamento de Arquivo	4.70
4.3.3.5. Subsistema de Transferência de Dados	4.73
4.3.3.6. Considerações sobre os Subsistemas do Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM	4.78
4.4. Aspectos de Implementação do Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM	4.85
4.5. Considerações Finais	4.89
5. ELEMENTOS DE USUÁRIO IMPLEMENTADOS	5.1
5.1. Introdução	5.1
5.2. Interface com o Elemento de Usuário	5.1
5.2.1. Comando da REDUSP	5.2
5.2.1.1. Comando COPIA	5.4
5.2.1.2. Comando SUPRIME	5.5
5.2.1.3. Comando DIRET	5.5
5.2.1.4. Comando MOSTRA	5.6
5.2.1.5. Comando RENOMEIA	5.8
5.2.2. Comandos do SDCD	5.8
5.3. Especificações dos Elementos de Usuário	5.8
5.3.1. Especificação do Elemento de Usuário da REDUSP	5.9
5.3.2. Especificação do Elemento de Usuário do SDCD	5.18
5.4. Aspectos de Implementação dos Elementos de Usuário	5.23
5.5. Considerações Finais	5.26
6. TESTES DO ELEMENTO DE SERVIÇO DE APLICAÇÃO ESPECÍFICO SASE_FTAM IMPLEMENTADO	6.1
6.1. Introdução	6.1
6.2. Testes de Operacionalidade	6.1
6.2.1. Arquitetura dos Testadores	6.2
6.2.1.1. Testador Local	6.2

	Página
6.2.1.2. Testador Remoto	8.4
6.2.2. Cenários de Teste	8.8
6.3. Testes de Conformidade	8.19
6.3.1. Conformidade Estática	8.20
6.3.2. Conformidade Dinâmica	8.24
6.4. Testes de Desempenho	8.26
6.5. Considerações Finais	8.34
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	7.1
7.1. Introdução	7.1
7.2. Considerações Sobre as Especificações da ISO	7.2
7.3. Considerações Sobre o Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM Implementado	7.5
7.4. Trabalhos Futuros	7.8
APÊNDICE A-1 - PARÂMETROS DAS PRIMITIVAS DE SERVIÇO PROPOSTAS PELA ISO	A-1.1
APÊNDICE A-2 - CAMPOS DE DIAGNÓSTICO DAS MENSAGENS DE PROTOCOLO	A-2.1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	RB-1

NOMENCLATURAS

ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AE	-	Application Entity
ANSI	-	American National Standards Association
ASN.1	-	Abstract Syntax Notation.1
BSC	-	Binary Synchronous Communication
CAM	-	Controle de Acesso ao Meio
CASE	-	Common Application Service Element
CCITT	-	Consultative Committee on International Telegraphy and Telephony
CGR	-	Commitment, Concurrency and Recovery
GLE	-	Controle Lógico de Enlace
CLP	-	Controlador Lógico Programável
CSMA/CD	-	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
DIS	-	Draft International Standard
DU	-	Data Unit
ECMA	-	European Computer Manufacturers Association
FADU	-	File Access Data Unit
FAP	-	File Access Protocol
FM	-	Funções de Mapeamento
FMP	-	File Management Protocol
FSM	-	Finite State Machine
FTAM	-	File Transfer Access and Management
FTP	-	File Transfer Protocol
GM	-	General Motors
IEEE	-	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IR	-	Interface de Rede
ISO	-	International Organization for Standardization
IUT	-	Implementation Under Test
JTM	-	Job Transfer Management
MAP	-	Manufacturing Automation Protocol
MHS	-	Message Handling System
MMS	-	Manufacturing Message Service - RS - 511
MP	-	Máquina de Protocolo
NBS	-	National Bureau of Standards
OSI	-	Open Systems Interconnection

PCI	-	Protocol Control Unit
PDU	-	Protocol Data Unit
PIGS	-	Protocol Implementation Conformance Statement
SA	-	Sistema Aberto
SAG	-	Subconjunto de Serviços de Acesso
SAL	-	Sistema de Arquivos Local
SAP	-	Service Access Point
SASE	-	Specific Application Service Element
SAV	-	Sistema de Arquivos Virtual
SB	-	Subconjunto de Serviços Básicos
SCE	-	Subconjunto de Serviços de Controle de Erro
SDCD	-	Sistema Digital de Controle Distribuído
SDU	-	Service Data Unit
SGE	-	Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Extendido
SGL	-	Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado
STD	-	Subconjunto de Serviços de Transferência de Dados
SUT	-	System Under Test
TOP	-	Technical and Office Protocols
UC	-	Unidade de Comunicação
UE	-	User Element
VFS	-	Virtual File System
VT	-	Virtual Terminal

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 3.1 - Arquitetura em Camadas dos Sistemas Abertos do Modelo OSI da ISO	3.3
Figura 3.2 - Entidades dos Subistemas da Camada (N) e Protocolos (N) de Comunicação	3.5
Figura 3.3 - Entidades, Serviços e Pontos de Acesso de uma Camada (N) do Modelo OSI da ISO	3.6
Figura 3.4 - Conexões (N-1) entre Entidades (N)	3.8
Figura 3.5 - Relação Existente entre Unidade de Dados de Camadas Adjacentes	3.10
Figura 3.6 - Estrutura do Modelo OSI da ISO	3.12
Figura 3.7 - Comunicação entre Sistemas Abertos envolvendo Repetidores	3.15
Figura 3.8 - Entidade de Aplicação do Modelo OSI	3.19
Figura 3.9 - Relação entre os Elementos de uma Entidade de Aplicação	3.20
Figura 3.10 - Exemplo de Estrutura de uma Entidade de Aplicação	3.21
Figura 3.11 - Arquitetura de Sistemas Abertos com Serviços de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos	3.24
Figura 3.12 - Estrutura de um Arquivo Hierárquico	3.26
Figura 3.13 - Estrutura de um Arquivo Sequencial	3.27
Figura 3.14 - Aspectos do Sistema de Arquivos Virtual ..	3.33
Figura 3.15 - Regimes e Fases de Comunicação das Entidades que prestam os Serviços de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos	3.38
Figura 3.16 - Modelo Geral da Arquitetura de Protocolo de Transferência de Arquivos	3.48
Figura 3.17 - Modelo Simplificado da Arquitetura de Protocolo de Transferência de Arquivos ...	3.49

Figura 4.1	- Rede Local REDUSP, interligando através de Unidades de Comunicação (UCs), Estações Heterogêneas	4.3
Figura 4.2	- Estrutura de Protocolos dos Sistemas Interligados através da Rede Local REDUSP.	4.5
Figura 4.3	- Estrutura do Sistema Digital de Controle Distribuído desenvolvido para uma Planta Fabril	4.8
Figura 4.4	- Rede Local (Sub-rede de Gerenciamento) utilizada no Sistema Digital de Controle Distribuído	4.9
Figura 4.5	- Estrutura de Protocolos dos Sistemas Interligados através da Sub-rede de Gerenciamento	4.11
Figura 4.6	- Relação entre os Elementos de uma Entidade de Aplicação proposta pela ISO	4.24
Figura 4.7	- Diagrama de Estado relativo ao Subsistema de Conexão de Aplicação	4.62
Figura 4.8	- Diagrama de Estado relativo ao Subsistema de Seleção de Arquivo	4.65
Figura 4.9	- Diagrama de Estado relativo ao Subsistema de Acesso a Arquivo	4.68
Figura 4.10	- Diagrama de Estado relativo ao Subsistema de Gerenciamento de Arquivo	4.71
Figura 4.11	- Diagrama de Estado relativo ao Subsistema de Transferência de Dados	4.75
Figura 4.12	- Sequência de Primitivas de Serviço e Mensagens de Protocolo trocadas no caso de Leitura de Atributos de Um Arquivo da Estação Remota	4.79
Figura 4.13	- Sequência de Primitivas de Serviço e Mensagens de Protocolo trocadas no caso de Alteração de Atributos de um Arquivo da Estação Remota	4.80

Figura 4.14 - Sequência de Primitivas de Serviço e Mensagens de Protocolo trocadas no caso de Leitura de um Arquivo da Estação Remota ..	4.81
Figura 4.15 - Sequência de Primitivas de Serviço e Mensagens de Protocolo trocadas no caso de Gravação de um Arquivo na Estação Remota .	4.82
Figura 4.16 - Subsistemas do Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM Implementado	4.84
Figura 4.17 - Processos do Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM Implementado	4.86
Figura 4.18 - Tabelas de Conexão usadas pelos Processos que implementam o Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM	4.88
Figura 5.1 - Diagramas de Sintaxe para os Comandos especificados para a Rede REDUSP	5.7
Figura 5.2 - Diagrama de Sintaxe para os Comandos DOWNLOAD e UPLOAD da Rede do SDCD	5.8
Figura 5.3 - Inter-relação entre as Máquinas de Estado especificadas para o comando COPIA	5.13
Figura 5.4 - Diagrama de Estado correspondente ao Regime de Conexão de Aplicação para os Comandos COPIA e DIRET	5.14
Figura 5.5 - Diagrama de Estado correspondente ao Regime de Seleção de Arquivo para o Comando COPIA	5.15
Figura 5.6 - Diagrama de Estado correspondente ao Regime de Acesso a Arquivo para o Comando COPIA	5.16
Figura 5.7 - Diagrama de Estado correspondente ao Regime de Transferência de Dados para o Comando COPIA	5.17
Figura 5.8 - Inter-relação entre as Máquinas de Estado especificadas para o Comando DIRET	5.19
Figura 5.9 - Diagrama de Estado correspondente ao Regime de Seleção de Arquivo para o Comando DIRET	5.20

Figura 5.10 - Diagrama de Estado correspondente à Fase de Gerenciamento de Arquivo para o Comando DIRET	5.21
Figura 5.11 - Diagrama de Estado dos Comandos DOWNLOAD e UPLOAD	5.22
Figura 5.12 - Estrutura da Camada de Aplicação do Sistema Implementado	5.24
Figura 5.13 - Exemplo de Tabela de Configuração	5.25
Figura 6.1 - Arquitetura do Testador Local	6.3
Figura 6.2 - Arquitetura do Testador Remoto	6.5
Figura 6.3 - Arquitetura do Testador Remoto utilizando a Sub-rede de Comunicação	6.7
Figura 6.4 - Etapas de Desenvolvimento do Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM	6.9
Figura 6.5 - Turnê de Transições utilizado nos Testes de Subsistema de Conexão de Aplicação	6.12
Figura 6.6 - Turnê de Transições utilizado nos Testes do Subsistema de Seleção de Arquivo	6.13
Figura 6.7 - Turnê de Transições utilizado nos Testes do Subsistema de Acesso a Arquivo	6.14
Figura 6.8 - Turnê de Transições utilizado nos Testes do Subsistema de Gerenciamento de Arquivo	6.15
Figura 6.9 - Turnê de Transições utilizado nos Testes do Subsistema de Transferência de Dados ..	6.16

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 2.1 - Comandos de Controle de Acesso definidos para a Rede ARPA	2.11
Tabela 2.2 - Comandos de Especificação de Parâmetros usados na Transferência de Arquivos na Rede ARPA	2.12
Tabela 2.3 - Comandos relativos aos Serviços de Transferência de Arquivos da Rede ARPA ...	2.13
Tabela 2.4 - Operações de Manipulação de Arquivos Definidas para o Sistema de Arquivos Virtual proposto pela NBS	2.15
Tabela 2.5 - Operações de Acesso a Dados Definidas para o Sistema de Arquivos Virtual proposto pela NBS	2.16
Tabela 2.6 - Operações de Sessão dos Sistemas de Arquivos Locais Definidas pela NBS	2.16
Tabela 2.7 - Serviços Especificados para o Protocolo de Transferência de Arquivos da NBS	2.18
Tabela 2.8 - Serviços Especificados para o Protocolo de Transferência de Arquivos da ISO	2.21
Tabela 2.9 - Parâmetros de Comparação entre os Protocolos de Transferência de Arquivos da ARPA, NBS e ISO	2.25
Tabela 3.1 - Classes e Subconjuntos dos Atributos Definidos para o Sistema de Arquivos Virtual da ISO	3.30
Tabela 3.2 - Relação entre as Classes de Serviços e os Subconjuntos de Serviços Oferecidos ao Elemento de Usuário	3.42
Tabela 3.3 - Relação entre os Níveis de Serviços e os Subconjuntos de Serviços Oferecidos ao Elemento de Usuário	3.43
Tabela 3.4 - Primitivas de Serviço de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos	3.44

Tabela 4.1	- Serviços Oferecidos pela Camada de Transporte da Rede Local REDUSP	4.6
Tabela 4.2	- Serviços Oferecidos pela Camada de Transporte da Rede Local do SDCD	4.12
Tabela 4.3	- Operações do Sistema de Arquivos Real	4.17
Tabela 4.4	- Mapeamento entre as Operações sobre o Arquivo todo suportadas pelo Sistema de Arquivos Virtual e pelo Sistema de Arquivos Real	4.20
Tabela 4.5	- Mapeamento entre as Operações sobre os Dados do Arquivo suportadas pelo Sistema de Arquivos Virtual e pelo Sistema de Arquivos Real	4.21
Tabela 4.6	- Relação dos Serviços e das respectivas Primitivas relativas ao Subconjunto de Serviços Básicos (SB)	4.28
Tabela 4.7	- Parâmetros da Primitiva de Serviço CONECTA	4.29
Tabela 4.8	- Parâmetros da Primitiva de Serviço DESCONECTA	4.33
Tabela 4.9	- Parâmetros das Primitivas de Serviço ABORTA e ABORTADO	4.33
Tabela 4.10	- Parâmetros da Primitiva de Serviço SELECIONA	4.35
Tabela 4.11	- Parâmetros da Primitiva de Serviço DESSELECIONA	4.38
Tabela 4.12	- Relação dos Serviços e das respectivas Primitivas do Subconjunto de Serviços de Transferência de Dados	4.40
Tabela 4.13	- Parâmetros da Primitiva de Serviço ABRE ..	4.42
Tabela 4.14	- Parâmetros da Primitiva de Serviço FECHA .	4.46
Tabela 4.15	- Parâmetros das Primitivas de Serviço LE e GRAVA	4.48
Tabela 4.16	- Parâmetros da Primitiva de Serviço CANCELA	4.48
Tabela 4.17	- Relação dos Serviços e das respectivas Primitivas do Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado (SGL)	4.48

Tabela 4.18 - Parâmetros da Primitiva de Serviço CRIA ..	4.51
Tabela 4.19 - Parâmetros da Primitiva de Serviço SUPRIME	4.51
Tabela 4.20 - Parâmetros da Primitiva de Serviço LE_ATTRIB	4.54
Tabela 4.21 - Parâmetros da Primitiva de Serviço ATTRIB_LIDOS	4.54
Tabela 4.22 - Relação do Serviço e das respectivas Primitivas do Subconjunto de Gerenciamento de Arquivos Extendido (SGE)	4.58
Tabela 4.23 - Parâmetros da Primitiva de Serviço ALTERA_ATTRIB	4.58
Tabela 4.24 - Parâmetros da Primitiva de Serviço ATTRIB_ALTERADOS	4.58
Tabela 5.1 - Relação dos Comandos Especificados para a Rede Local REDUSP	5.3
Tabela 5.2 - Relação entre os Comandos e os Serviços oferecidos pelo Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM	5.10
Tabela 6.1 - Sequência de Primitivas de Aplicação Usada para Testar a Operação de Transferência de Arquivo da Estação Local para a Remota, no caso de já existir o Arquivo Destino	6.17
Tabela 6.2 - Declaração de Conformidade do Protocolo Implementado	6.21
Tabela 6.3 - Requisitos de Conformidade Estática	6.22
Tabela 6.4 - Requisitos de Conformidade Dinâmica	6.25
Tabela 6.5 - Medidas de Desempenho Efetuadas para o Comando COPIA da REDUSP, utilizando Janela de Ponto de Verificação Igual a 5	6.30
Tabela 6.6 - Medidas de Desempenho Efetuadas para o Comando COPIA da REDUSP, utilizando Janela de Ponto de Verificação Igual a 20	6.32

"Em todo verdadeiro pesquisador da natureza mora uma espécie de reverência religiosa, pois ele se dá conta de que é impossível imaginar-se como sendo o primeiro a ter consciência da trama incomparavelmente delicada que une suas percepções."

Albert Einstein

CAPÍTULO 1
INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. Histórico e Motivação

Como resultado da evolução tecnológica das últimas décadas, tem-se atualmente, tanto no mercado nacional como internacional, uma variedade crescente de sistemas computacionais, de portes variados, fornecidos por diversos fabricantes.

A aplicação de tais sistemas tem sido cada vez mais diversificada, sendo utilizados em ambientes que vão desde universidades e escritórios até plantas fabris. Para satisfazer às necessidades de tais ambientes, observa-se o uso cada vez maior de redes locais na interligação destes sistemas, por apresentarem as seguintes vantagens:

- permitir o compartilhamento de recursos de hardware, uma vez que é economicamente inviável equipar todos os computadores de uma determinada instituição com discos rígidos, fitas magnéticas, impressoras, traçadores gráficos e outros recursos de hardware. Assim sendo, a utilização de uma rede local, através da qual são interligadas estações de trabalho equipadas com menos ou mais recursos de hardware, possibilita que um usuário de uma determinada estação possa utilizar os recursos acoplados a outras estações;
- permitir o compartilhamento de recursos de software, tais como: compiladores, montadores, formatadores de texto e outros programas, que nem sempre podem ser executados em todas as estações da rede, devido às próprias restrições de hardware destas estações. Neste caso, tais programas podem ser executados em estações remotas adequadas e o resultado transferido para a estação de trabalho que solicitou a tarefa;
- permitir a utilização de recursos de computadores

distintos, sem que o usuário, obrigatoriamente, conheça os sistemas operacionais dos mesmos e os respectivos sistemas de arquivos, uma vez que estes sistemas, normalmente, possuem linguagens de controle e formas de representação de dados diferentes. Como exemplo típico, pode-se citar o caso de instituições que possuem computadores de diversos fabricantes. Sem a existência de uma rede que interligue tais computadores, um usuário só poderia utilizá-los, indistintamente, mediante a execução de programas tradutores de formatos de arquivos, de um computador para outro. Esta forma de operação tem-se mostrado bastante ineficiente devido à necessidade do usuário conhecer mais profundamente as características dos computadores que deseja utilizar, bem como devido ao próprio tempo gasto pelo usuário na utilização destes programas tradutores;

- permitir a troca de informações entre usuários de estações distintas da rede, através de troca de mensagens, cartas, memorandos e outros documentos;
- permitir a distribuição de tarefas entre os vários computadores interligados através da rede. Como exemplo, pode-se citar os Sistemas Digitais de Controle Distribuído, cada vez mais empregados na supervisão e controle de processos em plantas fabris. Neste tipo de sistema, as redes locais são utilizadas para interligar elementos computacionais distribuídos fisicamente, que respondem por uma parcela da tarefa de supervisão e controle dos processos envolvidos na automação industrial correspondente.

Considerando as vantagens acima citadas e a disponibilidade, no Laboratório de Sistemas Digitais, de micro e minicomputadores, que ofereciam recursos, tanto de hardware como de software, que poderiam ser compartilhados,

decidiu-se interligá-los através de uma rede local. O projeto desta rede teve início em 1982. Adotou-se para a mesma a topologia em estrela, onde havia um minicomputador central PDP11/34 ao qual eram ligados microcomputadores da linha INTEL e COBRA-300. Para esta rede foram implementados protocolos de comunicação, que permitiam a transferência de arquivos de uma estação para outra, visando o armazenamento dos mesmos em um dispositivo acoplado à estação destino e/ou a sua impressão. Para o usuário desta rede eram transparentes as diferenças existentes entre os formatos dos arquivos dos sistemas envolvidos, embora fosse necessário conhecer a linguagem de controle de tais sistemas.

Entretanto, devido à própria topologia da rede, toda a transferência de arquivos efetuada era centralizada no minicomputador PDP11/34, ou seja, se fosse necessário transferir um arquivo do microcomputador COBRA para um INTEL, isto devia ser feito em dois passos: primeiro, transferir esse arquivo do COBRA para o PDP e, em seguida, transferí-lo do PDP para o INTEL. As desvantagens deste sistema eram claras: dois microcomputadores não conseguiam estabelecer conexão independentemente do PDP-11, que exercia uma função de intermediário na transferência de arquivos entre dois sistemas quaisquer; além disso, o número máximo de sistemas a serem ligados a esta rede era limitado pelo número de interfaces de comunicação disponíveis no PDP11/34.

Pelas razões anteriormente citadas, esta rede, embora temporariamente tenha contribuído para melhorar a eficiência de uso dos computadores mencionados (possibilitando o compartilhamento de recursos, tais como: impressora rápida, discos rígidos, fitas magnéticas, traçadores gráficos, processadores de texto, entre outros), de fato apenas atendia precariamente às necessidades do grupo de pesquisadores que a utilizava. À medida que este grupo foi crescendo, surgiu a necessidade de adquirir novos computadores, tornando-se desejável conectá-los através de uma rede, com a finalidade de se beneficiar das vantagens oferecidas pelo compartilhamento de

seus recursos.

Assim sendo, em meados de 1984, começou a ser desenvolvida, no Laboratório de Sistemas Digitais, a rede local REDUSP [7] [8], cujo objetivo principal era permitir o compartilhamento dos recursos computacionais existentes na época, interligando equipamentos heterogêneos, que incluíam microcomputadores, minicomputadores e sistemas de desenvolvimento diversos. Esta rede deveria possibilitar, também, a introdução de novos recursos que futuramente fossem adquiridos. Além deste objetivo imediato, a rede local REDUSP deveria servir como infra-estrutura para o desenvolvimento de pesquisas envolvendo:

- a implementação de protocolos de comunicação, considerando os diversos serviços que pudessem ser oferecidos por esta rede. Dentre estes serviços, podem-se citar: transferência de arquivos, submissão remota de tarefas, correio eletrônico, transmissão de voz, entre outros;
- a implementação de um sistema operacional distribuído numa rede heterogênea, modificando-se o menos possível os sistemas operacionais nativos de cada estação;
- a implementação de servidores de arquivos, de servidores de impressão e de concentradores de terminais;
- a implementação de servidores de "gateways", que possibilitassem a interligação com outras redes.

Uma vez desenvolvida a infra-estrutura básica para a comunicação entre as diversas estações da rede REDUSP, que incluiu a implementação de interfaces de comunicação e de protocolos até a camada de transporte, foi feito um levantamento dos serviços que, primordialmente, deveriam ser oferecidos pela mesma. O serviço considerado prioritário e essencial para garantir a funcionalidade da rede, foi o serviço

de transferência de arquivos entre estações da mesma.

Paralelamente, iniciou-se em 1985, o desenvolvimento de um Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD), com a função de supervisionar e controlar processos de uma planta fabril [10]. Este sistema é composto por diversos microcomputadores responsáveis pela supervisão e controle de processos; os micros estão distribuídos fisicamente na planta fabril e são interligados por diferentes sub-redes.

No caso deste SDCD, os microcomputadores, interligados através de uma destas sub-redes, trocam informações relativas às ordens e à situação da produção. Tais informações são armazenadas em arquivos por programas aplicativos residentes em tais microcomputadores, e devem ser transferidas de um micro para outro, através da sub-rede considerada. Assim sendo, detectou-se a necessidade de implementar os serviços de transferência de arquivos também para este sistema.

Tendo em vista a necessidade de se oferecerem os serviços de transferência de arquivos nas duas redes locais acima mencionadas, decidiu-se implementar um único protocolo de transferência de arquivos, que atendesse aos requisitos das duas aplicações.

1.2. Objetivo

De acordo com o que foi exposto no item anterior, observa-se que as duas redes, para as quais os serviços de transferência de arquivos devem ser desenvolvidos, são utilizadas em aplicações bem distintas. A REDUSP caracteriza-se, inicialmente, pela prestação de serviços dentro do contexto de automação de escritório, enquanto a rede local do SDCD está instalada numa planta fabril, ou seja, como elemento integrante de um sistema de automação industrial.

Dentro deste contexto, este trabalho tem por objetivo apresentar a especificação e aspectos de implementação dos serviços de transferência de arquivos, que atendam às

necessidades destas duas aplicações.

1.3. Organização do Trabalho

Inicialmente, no capítulo 2, são caracterizadas as funções dos serviços de transferência de arquivos através da definição de conceitos correlatos, e da apresentação de requisitos de especificação de tais serviços para redes locais utilizadas em ambientes de automação de escritório e de automação industrial. À luz desta caracterização, são apresentados e analisados alguns exemplos conhecidos de especificação deste tipo de serviço. A partir destas especificações e da análise das tendências atuais de padronização dos serviços oferecidos por redes de computadores, conclui-se o capítulo 2 com a definição do conjunto de serviços a ser implementado para estas redes.

Prossegue-se, no capítulo 3, com a apresentação do modelo de referência para o desenvolvimento de protocolos de comunicação da ISO (International Organization for Standardization), descrevendo-se a sua arquitetura e definindo-se alguns conceitos normalmente empregados para caracterizar os seus elementos. Dentre tais conceitos, é dada maior ênfase àqueles relacionados a sistemas de arquivos e aos serviços de transferência de arquivos propriamente ditos, descrevendo-se inclusive a estrutura e inter-relação dos elementos que prestam tais serviços, dentro da arquitetura do modelo ISO.

Uma vez definido o conjunto de serviços de transferência de arquivos a ser implementado e conhecidos alguns conceitos do modelo ISO, tomado por base na implementação dos protocolos de comunicação das redes locais em questão, no capítulo 4 são apresentadas as características dos ambientes para os quais foram implementados os serviços de transferência de arquivos. Considerando tais características, são especificados, com mais detalhes, os serviços implementados, fazendo-se um paralelo com a especificação original tomada por base, no que se refere às opções tomadas e às restrições encontradas na implementação de um e de outro

serviço.

A partir da especificação dos serviços de transferência de arquivos prossegue-se no capítulo 5, com a especificação dos processos que utilizam tais serviços. Nesta parte existem diferenças significativas entre as funções e características dos processos aplicativos especificados para a rede de automação de escritório e a de automação industrial. Assim sendo, para os dois casos, são apresentados, além da especificação de tais processos, que inclui os comandos através dos quais o usuário final invoca os serviços de transferência de arquivos, também aspectos de implementação.

Feita a especificação, tanto dos serviços de transferência de arquivos como dos processos que utilizam tais serviços, apresentam-se, no capítulo 6, os testes de avaliação do sistema implementado. Inicialmente, são descritos os testes de operacionalidade, que verificam se o sistema funciona adequadamente, ou seja, se são gerados e aceitos corretamente os elementos de protocolo em situações diversas. Posteriormente, verifica-se até que ponto os serviços implementados estão em conformidade com a especificação original, garantindo, desta forma, que qualquer sistema que siga a mesma especificação da ISO possa ser interconectado ao sistema implementado. Por último, apresentam-se os testes de desempenho, que visam avaliar se os tempos de resposta das operações, relacionadas à transferência de arquivos, satisfazem ou não às necessidades das aplicações envolvidas.

No capítulo 7 é feita uma análise da especificação tomada por base e do sistema implementado propriamente dito. Finalmente é apresentada ainda uma proposta de continuidade deste trabalho, objetivando o desenvolvimento de outros serviços a serem implementados nestas redes locais, utilizando, para isso, a infra-estrutura criada pelos serviços de transferência de arquivos implementados.

Complementando o que foi exposto nos diversos capítulos existem dois apêndices. O primeiro deles contém as

primitivas de serviços de transferência de arquivos propostas pela ISO e seus respectivos parâmetros.

O segundo apêndice, por sua vez, relaciona os campos de diagnóstico das mensagens de protocolo trocadas entre as estações, que prestam tais serviços.

CAPÍTULO 2
SERVIÇOS DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS

2. SERVIÇOS DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS

2.1. Introdução

O objetivo da primeira parte deste capítulo é caracterizar os serviços de transferência de arquivos oferecidos em redes de computadores.

Esta caracterização é feita segundo dois aspectos:

- definição mais precisa de tais serviços, descrevendo-se os tipos de operações que podem ser efetuadas sobre os arquivos dos sistemas associados às estações de uma rede;
- apresentação dos requisitos de especificação de tais serviços em redes de locais, aplicadas em ambientes de automação de escritório e de automação industrial.

Uma vez apresentados estes aspectos, são estudados, na segunda parte deste capítulo, alguns exemplos de especificação de tais serviços para redes de computadores. Para cada um destes exemplos, são apresentados o conjunto de serviços oferecidos e as soluções adotadas para os requisitos de especificação analisados anteriormente.

A partir do estudo e da análise de tais especificações e das tendências nesta área de trabalho, define-se o conjunto de serviços de transferência de arquivos a ser implementado nas redes locais mencionadas no capítulo anterior.

2.2. Caracterização dos Serviços de Transferência de Arquivos

Antes de abordar qualquer aspecto referente aos serviços de transferência de arquivos oferecidos em redes de computadores, faz-se necessário expor alguns conceitos básicos usados na caracterização dos mesmos.

2.2.1. Conceitos Básicos

Para definir a abrangência exata de tais serviços, devem ser apresentados, em primeiro lugar, os seguintes conceitos:

- Arquivo: conjunto de informações tratadas como um todo, cujas representações (formas como são armazenados e acessados) seguem as convenções do sistema operacional local [25];
- Acesso a Arquivo: qualquer operação de inspeção, modificação, substituição ou remoção de parte das informações de um arquivo [29];
- Gerenciamento de Arquivo: qualquer operação de criação, remoção, e inspeção ou manipulação de atributos (propriedades de um arquivo relacionadas à maneira como o mesmo é armazenado e acessado) associada a um arquivo como um todo [29];
- Transferência de Arquivo: conjunto de operações que permitem mover um arquivo todo ou parte de suas informações entre estações quaisquer de uma rede [29].

Normalmente, quando se afirma que uma rede oferece os serviços de transferência de arquivos, tais serviços não incluem somente a movimentação de arquivos entre estações da rede, mas também operações de gerenciamento e/ou acesso a arquivos em estações remotas, conforme as definições apresentadas. Desta maneira, no decorrer deste trabalho, o termo serviços de transferência de arquivos é usado para designar os serviços de transferência, acesso e gerenciamento de arquivos, exceto quando for explicitamente mencionado o contrário.

Tais serviços de transferência de arquivos são oferecidos por estações da rede, que se comunicam entre si através de um protocolo de transferência de arquivos. Assim sendo, em cada estação da rede é implementada uma máquina de

protocolo que oferece os serviços de transferência de arquivos ou, como é normalmente dito, em cada estação da rede é implementado um protocolo que oferece os serviços de transferência de arquivos. Embora existam diferenças conceituais entre os termos "serviços", "protocolos" e "máquinas de protocolo", tais termos muitas vezes são usados indistintamente para se referir a um ou outro conceito, como no caso deste trabalho.

A partir da definição do termo "arquivo", dada anteriormente, observa-se que, de um sistema operacional para outro, existem diferenças entre os modos em que os dados de um arquivo são armazenados, bem como entre as maneiras de identificá-lo e entre os tipos de operações que podem ser efetuadas sobre o mesmo.

O armazenamento dos dados de um arquivo está relacionado com três aspectos: a estrutura do arquivo, o tipo dos dados nele contidos e o formato do arquivo propriamente dito.

A estrutura do arquivo descreve a maneira como estão organizados os dados contidos num arquivo, determinando os tipos de acesso que podem ser efetuados sobre o mesmo. Como exemplos, podem-se citar: o arquivo sequencial, em que os dados apenas podem ser acessados sequencialmente, e o arquivo hierárquico, em que os dados podem ser acessados sequencialmente ou aleatoriamente, através de uma chave ou de uma posição. O tipo de dados de um arquivo, por sua vez, se refere ao modo como os dados são representados num arquivo, isto é, em código ASCII, EBCDIC ou em algum outro código particular. Por último, tem-se o formato de um arquivo, que define se as unidades de dados (menor bloco de dados que pode ser acessado como um todo) do mesmo têm tamanho fixo ou variável e, no caso de tamanho variável, qual o tamanho máximo permitido; através do formato são também definidos os padrões utilizados para indicar "fim de linha", "fim de página", "fim de arquivo", entre outros.

Os arquivos, por sua vez, são identificados através de atributos associados ao mesmo. Como exemplos, podem-se citar: o nome do arquivo, o seu tamanho, a data em que foi efetuada a última atualização sobre o mesmo, listas de controle de acesso, entre outros. De um sistema de arquivos para outro, varia o conjunto de atributos associado a um arquivo, existindo um conjunto de atributos básicos que é sempre definido, pois sem ele seria impossível identificar um arquivo no sistema correspondente. Normalmente, fazem parte deste conjunto básico, o nome e o tamanho do arquivo.

Em relação aos tipos de operações que podem ser efetuadas sobre um arquivo, podem-se exemplificar a localização, leitura, inserção, substituição e remoção de dados de um arquivo ou ainda a criação, remoção e leitura/modificação de atributos de um arquivo. O primeiro conjunto de operações citado está diretamente relacionado aos tipos de acessos determinados a partir da estrutura do arquivo em questão. Por exemplo, no caso de arquivos sequenciais, a implementação mais imediata da operação de inserção implicaria no deslocamento de parte do arquivo para a intercalação do trecho desejado, enquanto que no caso de um arquivo hierárquico a operação de inserção é executada através da atualização adequada de ponteiros [23]. O segundo conjunto de operações, por sua vez, está relacionado ao conjunto de atributos definidos para um arquivo do sistema. Se for efetuada, por exemplo, a operação de criação de um arquivo, precisam ser definidos, a priori, todos os atributos a ele associados.

Definindo-se a maneira como os dados de um arquivo são armazenados, os atributos a ele associados, bem como os tipos de operações que podem ser efetuadas sobre o mesmo, caracteriza-se, então, um sistema de arquivos. Contudo, quando vários sistemas de arquivos são interligados através de uma rede, surge uma série de problemas, decorrentes das próprias diferenças e de eventuais incompatibilidades existentes entre tais sistemas.

Estes problemas e dificuldades determinam os

requisitos de especificação dos serviços de transferência de arquivos discutidos no próximo item.

2.2.2. Requisitos de Especificação dos Serviços de Transferência de Arquivos

Conforme mencionado anteriormente, o primeiro problema que surge, quando se decide implementar os serviços de transferência de arquivos numa rede local, interligando estações de trabalho heterogêneas, está relacionado com as características de cada sistema de arquivos envolvido. Cada sistema de arquivos tem a sua própria maneira de representar os dados, bem como de acessá-los. Além disso, a forma de identificar um arquivo varia de um sistema para outro, o que obriga o usuário, quando não se dispõe de uma rede, a conhecer a linguagem de controle associada a cada sistema de arquivos que ele desejar acessar. Do ponto de vista do usuário de rede local, usada no contexto de automação de escritório ou automação industrial, os serviços de transferência de arquivos devem oferecer transparência em relação a estas diferenças de modos de armazenamento, modos de acesso e de especificação de arquivos, pois tal usuário normalmente desconhece peculiaridades dos sistemas que utiliza. Este problema é resolvido, na maioria dos casos, utilizando-se sistemas de arquivos virtuais e mecanismos especiais de protocolo [5], [25] e [53], como é discutido no item 2.3.

Uma vez que existem interconectados vários sistemas de arquivos, através de uma rede, e que vários usuários solicitam transferências de arquivos entre diferentes estações da rede, torna-se necessário prover algum nível de proteção aos sistemas, que permita detectar e impedir o acesso indevido a um arquivo ou a um conjunto de arquivos, por parte de usuários não autorizados. Isto é, faz-se necessário implementar mecanismos de controle de acesso. O mecanismo mais usual de controle de acesso consiste em autenticar um dado usuário através de seu nome e de senhas, embora existam mecanismos mais elaborados que também são empregados [57], [61] e [79].

Uma vez resolvidos os problemas de controle de acesso, outro aspecto a ser considerado diz respeito a problemas decorrentes do acesso concorrente a um mesmo arquivo. Pode-se citar, como exemplo típico de uma situação em que o acesso concorrente a arquivos pode gerar inconsistências, o caso em que um ou vários usuários estão lendo um mesmo arquivo, para posterior processamento local, enquanto outro usuário está alterando o conteúdo do mesmo. Como garantir que os dados lidos pelos diversos usuários são consistentes? Uma maneira tradicional de resolver problemas desta natureza é utilizar mecanismos de bloqueio ("lock"), em que um arquivo pode ser aberto para leitura por um ou mais usuários, mas pode ser aberto para gravação apenas por um único usuário e desde que o mesmo já não esteja sendo acessado por nenhum outro usuário da rede. Uma maneira de refinar a implementação de tais mecanismos é utilizar "locks" associados a partes de arquivos, e temporizadores que impeçam a alocação de um arquivo a um usuário da rede por tempo indeterminado [56], [57], e [76].

Durante a transferência de arquivos propriamente dita, de uma estação da rede para outra, podem ocorrer falhas no sistema que interrompam tal transferência, tornando inconsistente o conteúdo dos arquivos envolvidos nesta operação. Uma maneira de recuperar o sistema, quando ocorrem falhas, é usar mecanismos de transações atômicas. A utilização de tais mecanismos garante que, se houver alguma falha durante uma transação, todas as operações envolvidas são desfeitas ou completadas, e que os conteúdos dos arquivos correspondentes não são parcialmente alterados [56], [57], e [76].

Além disso, deve-se considerar que, tanto em ambientes de automação de escritório como em ambientes de automação industrial, geralmente existe uma grande variedade de sistemas computacionais com capacidades de armazenamento e processamento diferenciadas. Assim sendo, um protocolo desenvolvido para microcomputadores de 16 bits, por exemplo, poderá não ser executado em microcomputadores de portes menores, de 8 bits por exemplo, devido às restrições de espaço

de endereçamento e capacidade de armazenamento. Desta maneira, deseja-se ter a possibilidade de se definir subconjuntos de serviços de transferência de arquivos, dentre eles um subconjunto de serviços básicos, que possa ser implementado em sistemas de portes menores.

Normalmente em ambientes de automação de escritório, como é o caso da REDUSP, outros serviços são integrados aos serviços de transferência de arquivos. Dentre estes serviços destacam-se os de submissão remota de tarefas, de terminais virtuais, de transmissão de imagens e outros, que utilizam os serviços de transferência de arquivos para realizar suas funções. Deste modo deve ser definida uma interface para esses serviços de transferência de arquivos, tal que a integração com os demais serviços seja feita de maneira simples e uniforme.

Os requisitos de especificação, apresentados até aqui, devem, à medida do possível, ser satisfeitos pelas especificações dos serviços de transferência de arquivos destinados a redes aplicadas em ambientes de automação industrial e de escritório. Entretanto, estes requisitos são tratados de maneira diferenciada por uma ou outra especificação dos serviços de transferência de arquivos para redes de computadores. A implementação mais conhecida e estudada, devido ao seu pioneirismo, foi aquela desenvolvida para a rede ARPANET [16] e [62], embora existam outras também bastante divulgadas. Todas elas apresentam soluções particulares para os problemas mencionados e oferecem conjuntos de serviços diferenciados, com o objetivo de atender especificamente a determinados tipos de aplicações.

Para implementação dos serviços de transferência de arquivos para as redes locais REDUSP e do SDGD foram estudadas e analisadas as seguintes especificações: Protocolo de Transferência de Arquivos da Rede ARPA [62], Protocolo de Transferência de Arquivos da NBS (National Bureau of Standards) [60] e os Serviços de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos da ISO [29], [30], [31], e [32]. Em seguida, são apresentados alguns aspectos relevantes de tais especificações

relativos às soluções adotadas para os problemas anteriormente mencionados e aos conjuntos de serviços oferecidos. Esta abordagem tem como objetivo fornecer subsídios para se optar pela especificação mais adequada e para permitir a análise desta opção de maneira mais criteriosa.

2.3. Estudo de Casos

2.3.1. Serviços de Transferência de Arquivos da Rede ARPA

A especificação inicial do protocolo de transferência de arquivos (File Transfer Protocol - FTP) da rede ARPA foi feita no início da década de 70. Era possível distinguir duas funções básicas atribuídas a este protocolo: transferência e manipulação (gerenciamento e acesso) de arquivos, definidas considerando-se um ambiente interativo, em que o usuário (ser humano) do sistema monitorava a execução das operações envolvidas. Nestas operações os acessos eram sempre efetuados sobre o arquivo como um todo, não sendo possível acessar partes do mesmo.

Nesta rede, os problemas de incompatibilidade existente entre sistemas de arquivos de estações heterogêneas eram tratados de maneira pouco flexível, apresentando algumas restrições operacionais ao usuário da rede. Em relação à especificação do nome de um arquivo (identificação), ou de um dispositivo de armazenamento ou de impressão, cabia ao usuário do sistema conhecer as convenções de cada sistema de arquivos que ele desejasse acessar; não existia, portanto, uma padronização para especificar arquivos e dispositivos que permitisse identificá-los de maneira única, para todas as estações da rede. No aspecto referente às diferenças existentes entre a representação (tipo) de dados em sistemas distintos, o protocolo de transferência de arquivos da ARPA é responsável pela conversão do tipo de dados de arquivos. São suportados quatro tipos básicos de dados: ASCII, EBCDIC, Imagem (sequência contínua de bits, cujo tamanho máximo é especificado, usada na transferência de dados binários) e "Local Byte" (os dados são

transferidos em "bytes" cujo tamanho é especificado previamente). Está fora do escopo deste protocolo a utilização de tipos canônicos de dados de arquivos [16]. Além de diferentes tipos de dados, este protocolo trata diferentes tipos de estrutura de arquivos, que podem ser organizados em sequências de bytes ("stream-structured file") ou através de registros de tamanhos variáveis ("record-structured"). Neste caso, alguns problemas são encontrados quando um arquivo organizado em sequência de bytes deve ser transferido para uma estação, em que se utiliza a estrutura de registros.

Quanto aos mecanismos de proteção, foram definidos alguns comandos de especificação de identificadores usados no controle de acesso a sistemas de arquivos associados a estações da rede. Estes identificadores englobam o nome do usuário, o número de sua senha e de sua conta, usados para verificar se tal usuário está autorizado ou não a acessar o sistema de arquivos especificado. Em relação aos mecanismos de controle de concorrência, não é especificado nenhum mecanismo que permita o acesso simultâneo de um mesmo arquivo por vários usuários.

No caso de ocorrência de falhas durante a transferência de arquivos, foram previstos mecanismos de recuperação de erros, que possibilitam a retomada de tal transferência a partir de pontos de verificação, que são inseridos pela estação emissora na sequência de dados transferida. Contudo, se não for possível retomar a transferência que foi interrompida, não existem mecanismos que garantam a integridade dos dados dos arquivos envolvidos nesta transferência, ficando sob a responsabilidade do usuário verificar a consistência destes arquivos.

Os serviços de transferência de arquivos nesta rede englobam os seguintes tipos de comandos:

- Comandos de Controle de Acesso: usados para identificar o usuário na fase de iniciação do sistema e para reiniciar ou finalizar uma sessão

de transferência de arquivos (Tabela 2.1). Os dados do usuário (nome, senha e conta), fornecidos nesta fase de iniciação, são usados no controle de acesso a sistemas de arquivos remotos e na tarifação dos serviços prestados.

- Comandos de Especificação de Parâmetros de Transferência: usados para especificar os parâmetros relacionados à transferência de arquivos (Tabela 2.2). Como exemplo de parâmetros desta natureza, pode-se citar o tipo dos dados (ASCII, EBCDIC,...) a serem transferidos. Estes parâmetros precisam ser especificados, pois cabe ao próprio protocolo de transferência de arquivos resolver as diferenças de sintaxe e de tipos de dados existentes entre sistemas distintos envolvidos numa transferência.
- Comandos de Serviços de Transferência de Arquivos: usados para solicitar que sejam executados os serviços de transferência de arquivos (Tabela 2.3).

Como já foi anteriormente mencionado, as funções do protocolo de transferência de arquivos da ARPA englobavam tanto a transferência como a manipulação de arquivos. Contudo, observou-se que muitas aplicações requeriam somente os serviços de gerenciamento. Assim sendo, foi posteriormente proposto que as funções, originalmente atribuídas a este protocolo, fossem divididas entre dois protocolos distintos: Protocolo de Acesso a Arquivos (File Access Protocol - FAP) e Protocolo de Gerenciamento de Arquivos (File Management Protocol - FMP), o que teve como vantagem aumentar o nível de eficiência, modularidade e segurança dos serviços prestados pelos mesmos [16]. Além disso, foi proposto que fossem previstos os serviços de acesso a partes de arquivos. Este tipo de serviço é fundamental em aplicações que envolvem base de dados.

Nome do Comando	Função
USER	. Identificar o usuário.
PASS	. Especificar a senha do usuário.
ACCT	. Especificar a conta do usuário.
REIN	. Reiniciar a sessão de transferência de arquivos.
BYE	. Finalizar a sessão de transferência de arquivos.

Estes três comandos são usados na identificação do usuário na fase de iniciação do sistema, especificando dados usados no controle de acesso a sistemas de arquivos e na tarificação dos serviços prestados

Tabela 2.1 - Comandos de Controle de Acesso definidos para a Rede ARPA.

Nome do Comando	Função
BYTE	. Especificar o tamanho do "byte" usado na transferência de dados (valor por omissão = 8 bits).
SOCK	. Especificar os canais usados na recepção e transmissão de dados.
PASV	. Especificar o sentido de transferência de dados.
TYPE	. Especificar o tipo dos dados a serem transferidos (ASCII, EBCDIC,...).
STRU	. Especificar a estrutura do arquivo a ser transferido.
MODE	. Especificar o modo de transferência de dados (sequência, blocos ou formato compactado).

Tabela 2.2 - Comandos de Especificação de Parâmetros usados na Transferência de Arquivos na Rede ARPA.

Nome do Comando	Função
RETR (Retrieve)	. Transferir de uma estação remota os dados do arquivo especificado.
STOR (Store)	. Armazenar os dados transferidos no arquivo especificado de uma estação remota, destruindo sua cópia anterior caso a mesma já exista.
APPE (Append)	. Armazenar os dados transferidos no final do arquivo especificado de uma estação remota.
ALLO (Allocate)	. Alocar espaço no dispositivo de armazenamento especificado numa estação remota.
REST (Restart)	. Especificar um ponto de verificação a partir do qual a transferência de arquivos em andamento deve ser retomada.
RNFR (Rename From)	. Renomear um arquivo de uma estação remota.
RNTD (Rename To)	
ABOR (Abort)	. Interromper abruptamente a transferência em andamento.
DELE (Delete)	. Remover o arquivo especificado de uma estação remota.
LIST	. Listar o conteúdo de um arquivo ou de um diretório numa estação remota.
NLST	. Listar o conteúdo de um diretório numa estação remota.
SITE	. Especificar comandos particulares de um dado sistema de arquivo.
STAT (Status)	. Solicitar o "status" de uma transferência em andamento.
HELP	. Solicitar informações complementares sobre um determinado comando.
NOOP	. Operação nula.

Tabela 2.3 - Comandos relativos aos Serviços de Transferência de Arquivos da Rede ARPA

2.3.2. Serviços de Transferência de Arquivos da NBS

A especificação do protocolo de transferência de arquivos elaborada pela NBS é mais recente (1980) que a da rede ARPA (1970). Como consequência, já apresenta alguns aspectos comuns com as padronizações que começaram a surgir a partir de 1977, quando a ISO iniciou os seus trabalhos de definição do modelo de referência, que tinha como objetivo padronizar os protocolos a serem desenvolvidos para redes de computadores.

Este modelo define a arquitetura dos sistemas a serem interconectados como sendo composta de várias camadas que têm funções distintas e independentes. Cada camada é responsável por uma parte das funções de comunicação entre tais sistemas. Dentro deste contexto, os serviços de transferência de arquivos especificados pela NBS são prestados por uma camada (N), que ao contrário da rede ARPA, não é responsável pela conversão dos tipos de dados dos arquivos transferidos através da rede. Esta função é atribuída à camada (N-1) que presta serviços à camada (N) e utiliza tipos canônicos de dados de arquivos.

Os problemas existentes devido às diferenças de modos de acesso a arquivos de diferentes sistemas são resolvidos utilizando-se o conceito de sistema de arquivos virtual. Para este sistema de arquivos virtual é definido um conjunto de operações de gerenciamento e acesso a arquivos (Tabelas 2.4 e 2.5), que deve ser oferecido pelo mesmo, embora não seja definida nenhuma forma padronizada de especificar os nomes dos arquivos e seus atributos. Além desse conjunto de operações, é definido um conjunto de operações de sessão a ser oferecido nas estações (Tabela 2.6), que permite identificar um usuário e terminar uma sessão de transferência de arquivos.

Quanto aos mecanismos de proteção, para cada serviço oferecido pelo protocolo de transferência de arquivos deve ser fornecida, pelo usuário do sistema, uma série de senhas, que são usadas, posteriormente, para verificar se o mesmo tem ou

Nome do Comando	Função
OPEN	. Abrir o arquivo especificado. Caso este arquivo não exista, criar e abrir um novo arquivo.
CLOSE	. Fechar o arquivo anteriormente aberto.
DELETE	. Remover o arquivo especificado.
RENAME	. Alterar o nome de um arquivo.
LIST	. Obter a lista dos arquivos contidos num diretório.

Tabela 2.4 - Operações de Manipulação de Arquivos definidas para o Sistema de Arquivos Virtual proposto pela NBS.

Nome do Comando	Função
READ	. Ler dados do arquivo especificado.
WRITE	. Gravar dados no arquivo especificado.

Tabela 2.5 - Operações de Acesso a Dados de Arquivos definidas para o Sistema de Arquivos Virtual proposto pela NBS.

Nome do Comando	Função
LOGIN	. Identificar o usuário no sistema local.
LOGOUT	. Indicar a finalização de uma transferência de arquivos.
INTERRUPT	. Solicitar que a transferência de arquivos em andamento seja interrompida.

Tabela 2.6 - Operações de Sessão dos Sistemas de Arquivos Locais definidas pela NBS.

não autorização para acessar os arquivos envolvidos na operação em questão. Assim sendo, no caso de cópia de um arquivo de uma estação para outra, o usuário deve especificar senhas que permitem verificar se ele tem autorização para acessar tanto o arquivo origem como o arquivo destino, especificados para esta operação. Em relação aos mecanismos de controle de concorrência, não é especificado nenhum mecanismo que permita o acesso simultâneo de um mesmo arquivo por vários usuários.

Na ocorrência de falhas durante a transferência de arquivos existem mecanismos que possibilitam a retomada de tal transferência, a partir de pontos de verificação inseridos na sequência de dados transferida. Além disso, uma transferência de arquivos em andamento pode ser interrompida a pedido de usuários das estações envolvidas, embora não existam mecanismos que garantam a integridade dos arquivos que estavam sendo manipulados.

Os serviços oferecidos por este protocolo estão relacionados na tabela 2.7. Pode-se verificar, através desta tabela, que as primitivas de serviço especificadas são bastante poderosas (englobam um conjunto de operações básicas) e, analogamente ao protocolo de transferência de arquivos da ARPA, são voltadas mais para um ambiente interativo, em que o usuário (ser humano) monitora a execução das operações especificadas.

2.3.3. Serviços de Transferência de Arquivos da ISO

Seguindo as tendências mundiais de padronização, a ISO, no final de 1979, apresentou o seu modelo de referência para interconexão de sistemas abertos [2], [40], que propunha uma arquitetura básica estruturada em camadas, para o desenvolvimento de um conjunto de protocolos de comunicação, visando a interconexão de tais sistemas. A partir daí, foi iniciada, pela ISO, uma série de projetos com objetivo de elaborar recomendações de padronização destes protocolos, dentre eles o protocolo de transferência de arquivos.

Nome do Comando	Função
COPY	. Copiar o arquivo do sistema de arquivos de uma estação da rede no sistema de outra estação, destruindo sua cópia anterior na estação destino.
APPEND	. Concatenar o arquivo, já existente no sistema de arquivos de uma estação da rede, com os dados lidos e transferidos de uma outra estação.
APPEND-EXISTING	. Concatenar o arquivo, já existente no sistema de arquivos de uma estação da rede, com dados lidos e transferidos de uma outra estação. Caso não exista o arquivo na estação destino, é devolvida ao usuário uma indicação de erro.
DELETE	. Remover arquivos do sistema de arquivos de uma estação da rede.
LIST	. Apresentar o conteúdo de um diretório associado ao sistema de arquivos de uma estação da rede.
RENAME	. Alterar o nome de um arquivo existente no sistema de arquivos de uma estação da rede.
SERVER	. Especificar uma estação da rede da qual serão solicitados os serviços de transferência de arquivos.
NOTE	. Notificar o usuário sobre a alteração das condições referentes a uma transferência em andamento.

Tabela 2.7 - Serviços Especificados para o Protocolo de Transferência de Arquivos da NBS.

A primeira norma preliminar deste protocolo de transferência de arquivos da ISO surgiu em meados de 1982, e pode-se considerá-la como sendo resultado da evolução dos trabalhos realizados nesta área desde do advento da rede ARPA.

Os problemas decorrentes da heterogeneidade dos sistemas de arquivos das estações de uma rede também são resolvidos através da definição de um sistema de arquivos virtual. Para este sistema são especificados não apenas um conjunto de operações sobre arquivos, mas também a estrutura e os atributos associados aos arquivos do mesmo. A estrutura de arquivos baseia-se num modelo hierárquico, que tem como vantagens a simplicidade e a possibilidade de descrever vários tipos de arquivos, entre eles os arquivos sequenciais e indexados. Os atributos definidos são divididos em subconjuntos: básico, de armazenamento e de segurança, sendo apenas obrigatório existir o subconjunto básico. Os outros dois, opcionais, são definidos de acordo com a necessidade das aplicações envolvidas. Um aspecto importante deste sistema é a forma padronizada de especificar o nome de um arquivo, eliminando, assim, a necessidade do usuário conhecer a linguagem de controle de cada sistema que deseja acessar.

Este protocolo está associado à camada (N), mais especificamente, à camada de aplicação do modelo de referência proposto pela ISO (capítulo 3), que utiliza os serviços da camada (N-1), ou seja, da camada de apresentação, que deve resolver os problemas de diferenças sintáticas, como por exemplo, a diferença de formato de arquivos, existente entre sistemas associados a estações distintas da rede.

Os mecanismos de proteção são especificados através de senhas e listas de controle de acesso. O grau de proteção associado ao sistema depende das senhas opcionalmente definidas para cada tipo de serviço oferecido ao usuário, e dos subconjuntos de atributos definidos para o sistema de arquivos virtual, mais especificamente, dos atributos definidos para o subconjunto de segurança. Da mesma maneira, os mecanismos de controle de concorrência são definidos a partir de parâmetros

Tipo do Comando	Função
INITIALIZE	. Estabelecer uma conexão (associação de aplicação) entre a estação local e uma estação remota da rede.
TERMINATE	. Liberar a conexão anteriormente estabelecida com uma estação remota da rede.
ABORT	. Abortar a transferência de arquivos em curso liberando também a conexão estabelecida com a estação correspondente da rede.
SELECT	. Verificar se existe o arquivo especificado no sistema de arquivos remoto.
CREATE	. Criar o arquivo especificado no sistema de arquivos remoto.
DELETE	. Remover o arquivo especificado do sistema de arquivos remoto.
DESELECT	. Desfazer a associação estabelecida entre o arquivo especificado e a conexão existente entre duas estações da rede.
READ_ATTRIBUTE	. Ler os atributos do arquivo especificado.
CHANGE_ATTRIBUTE	. Alterar os atributos do arquivo especificado (por exemplo, renomear um arquivo).
OPEN	. Abrir o arquivo especificado no sistema de arquivos remoto.
CLOSE	. Fechar o arquivo especificado no sistema de arquivos remoto.

(Continua...)

Tabela 2.8 - Serviços Especificados para o Protocolo de Transferência de Arquivos da ISO.

Tipo do Comando	Função
LOCATE	. Localizar um registro no arquivo especificado no sistema de arquivos remoto.
ERASE	. Remover um registro do arquivo especificado no sistema de arquivos remoto.
READ	. Iniciar a leitura do arquivo aberto no sistema de arquivos remoto.
WRITE	. Iniciar a gravação do arquivo aberto no sistema de arquivos remoto.
DATA	. Enviar os dados lidos do arquivo da estação local para a estação remota.
DATA_END	. Indicar o fim dos dados que estão sendo transferidos da estação local para a remota.
RESTART	. Solicitar a retransmissão dos dados lidos do arquivo da estação remota.
CHECK	. Confirmar os dados recebidos da estação remota.
CANCEL	. Solicitar o cancelamento de uma transferência de arquivos em andamento.
TRANSFER_END	. Indicar o fim da fase de transferência de dados.

Tabela 2.8 - (Continuação)

estações envolvidas.

Os serviços oferecidos pelo protocolo de transferência de arquivos da ISO assemelham-se bastante aos serviços normalmente oferecidos por sistemas de arquivos convencionais. Estes serviços oferecem maior flexibilidade na implementação de outros serviços, por exemplo, o serviço de submissão remota de tarefas, que utilizam os serviços de transferência de arquivos para realizar suas funções. Convém observar, contudo, que o protocolo da ISO não prevê a manipulação de conjuntos de arquivos, o que dificulta, por exemplo, a implementação de comandos de leitura de diretórios.

Quanto aos aspectos referentes às soluções adotadas para os requisitos de especificação dos serviços de transferência de arquivos tratados no item 2.2.2, utilizaram-se os parâmetros de comparação relacionados na tabela 2.9. Conforme ilustra esta tabela, tais parâmetros foram agrupados em três subconjuntos distintos. O primeiro subconjunto diz respeito às características dos sistemas de arquivos envolvidos, em que o protocolo da ISO apresenta vantagens em relação aos demais, justamente, por especificar um sistema de arquivos virtual mais completo. Para este sistema são definidos: uma maneira padronizada de especificar arquivos (atributos), a estrutura dos mesmos e os tipos das operações que podem ser efetuadas. A estrutura de arquivos definida neste caso é hierárquica, através da qual é possível descrever tanto os arquivos sequenciais como, também, os arquivos indexados utilizados nos casos da ARPA e NBS. Os tipos de operações, por sua vez, são padronizados tanto para o protocolo da ISO como para o da NBS. Estes protocolos têm, também, em comum o fato de utilizarem os serviços da camada de apresentação para resolver problemas de diferenças de formato e de tipo de dados, de arquivos de sistemas distintos.

O segundo subconjunto refere-se aos mecanismos de proteção, que têm por objetivo proteger os sistemas de arquivos contra: o acesso de usuários não autorizados e inconsistências introduzidas devido ao acesso concorrente de um arquivo por

	SISTEMA DE ARQUIVOS					MECANISMOS DE PROTEÇÃO		QUALIDADE DE SERVIÇO	
PROTÓCOLOS DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS	ESPECIFICAÇÃO DE ARQUIVOS	ESTRUTURA DOS ARQUIVOS	TIPOS DE DADOS	FORMATO DE ARQUIVO	TIPOS DE OPERAÇÕES	CONTROLE DE ACESSO	CONTROLE DE CONCORRÊNCIA	MECANISMOS DE RECUPERAÇÃO DE ERROS	MECANISMOS DE TRANSAÇÕES ATÔMICAS
ARPA	Sintaxe Local	Sequencial	Binário, texto	Caracteres de Controle Pré-Definidos	Não definidos	Senhas	Não definido	Retomada da Transferência Recuperação da Conexão de Aplicação	Não definidos
NBS	Sintaxe Local	Sequencial ou Indexada	Binário, texto e numérico	Qualquer (camada de apresentação)	Padronizados	Senhas	Não definido	Retomada da Transferência Recuperação da Conexão de Aplicação Suspensão da Transfêrência	Não definidos
ISO	Sintaxe padronizada	Hierárquica	Binário, texto, numérico, qualquer tipo definido pelo usuário	Qualquer (camada de apresentação)	Padronizados	Senhas, listas de controle de acesso	Atributos (mecanismos de "lock")	Retomada da Transferência Recuperação da Conexão de Aplicação Suspensão da Transfêrência	Uso de Serviços Elementares de Aplicação

Tabela 2.9 - Parâmetros de Comparação entre os Protocolos de Transferência de Arquivos da ARPA, NBS e ISO

vários usuários. Neste sentido, conforme ilustra a tabela 2.9, o protocolo da ISO, também, apresenta menor vulnerabilidade em relação aos demais.

Por último, o terceiro subconjunto está relacionado aos aspectos de qualidade de serviço, que têm maior ou menor importância dependendo da aplicação a que se destinam os serviços de transferência de arquivos implementados. Neste aspecto pode-se dizer que os três protocolos são equivalentes, uma vez que no protocolo da ISO, os mecanismos de transações atômicas apenas existem, opcionalmente, se forem implementados outros serviços de aplicação.

No próximo item, são apresentadas as tendências de padronização de protocolos de comunicação para redes locais utilizadas no contexto de automação industrial e de escritório, que são consideradas relevantes na escolha da opção a ser adotada.

2.4. Tendências de Padronização de Redes Locais usadas em Ambientes de Automação Industrial e Automação de Escritório

As padronizações dos serviços e protocolos de comunicação para redes de computadores têm sido amplamente estudadas e propostas por organizações internacionais tais como: a ISO (International Organization for Standardization), CCITT (Consultative Committee on International Telegraphy and Telephony), ECMA (European Computer Manufacturers Association), ANSI (American National Standards Association), NBS (National Bureau of Standards), entre outras. No Brasil, a organização responsável pelo estudo e análise destas padronizações é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Estas padronizações têm sido adotadas de modo crescente em aplicações diversas que envolvem redes de computadores de uma maneira geral. Como exemplos típicos, podem-se citar: as arquiteturas MAP (Manufacturing Automation Protocol) [24], [47] e TOP (Technical and Office Protocols)

[4], [18] baseadas no modelo da ISO, propostas para redes locais usadas em ambientes de automação industrial e de escritório, respectivamente.

No caso de redes de automação industrial, a proposta de elaborar uma arquitetura para o desenvolvimento de protocolos de comunicação foi feita pela GM (General Motors), em 1982, motivada pelos problemas que vinha encontrando para integrar novos sistemas às redes já instaladas nas suas plantas fabris. Muitas vezes, programas desenvolvidos para estes sistemas, embora tivessem funções semelhantes, apresentavam interfaces de comunicação incompatíveis. De maneira análoga, a elaboração da arquitetura TOP foi proposta pela Boeing Co., em 1983, com objetivo de resolver problemas de comunicação entre sistemas computacionais envolvendo aplicações de automação de escritório.

Embora estas arquiteturas tomem por base o modelo da ISO, alguns problemas ainda são encontrados pois, para algumas camadas deste modelo, mais de uma padronização de protocolo é proposta, com objetivo de assegurar flexibilidade. Como consequência, tem-se a implementação de diferentes protocolos para uma mesma camada, por diferentes fabricantes. Além disso, para um dado protocolo, são definidas classes e parâmetros opcionais selecionados diferentemente pelos fabricantes. Desta forma, as arquiteturas MAP e TOP diferentemente especificam o conjunto de protocolos das camadas do modelo ISO, e selecionam as respectivas classes e parâmetros a serem usados no caso das aplicações envolvidas, além de desenvolverem e recomendarem outras padronizações específicas, ainda não incorporadas pela ISO e outras organizações internacionais.

Em relação ao protocolo de transferência de arquivos, as arquiteturas MAP e TOP adotaram o protocolo da ISO, o FTAM (File Transfer Access and Management).

2.5. Considerações sobre a Solução Adotada

A partir da análise das especificações dos

protocolos de transferência de arquivos apresentadas e das tendências atuais de padronização de protocolos de comunicação para redes locais, usadas em ambientes de automação industrial e de automação de escritório, optou-se pela implementação de um dos protocolos estudados.

Analisando as características destes protocolos, pôde-se constatar que o protocolo da ISO é mais flexível e modular, justamente por oferecer serviços mais elementares, e por definir um sistema de arquivos virtual mais completo (no caso do sistema de arquivos definido pela NBS são padronizados apenas os tipos de operações efetuadas sobre os arquivos). Em contrapartida, é um protocolo mais complexo e de difícil implementação, devido à grande variedade de aplicações que procura atender. Além disso, ao contrário dos outros protocolos, não oferece serviços que envolvam a manipulação de conjuntos de arquivos.

Considerando que o objetivo é desenvolver um protocolo de transferência de arquivos para as redes usadas em ambientes de automação de escritório e de automação industrial, optou-se, então, pelo protocolo da ISO. Esta escolha é justificada, em primeiro lugar, pelo fato de pretender-se, no caso da rede de automação de escritório, migrar gradativamente para a arquitetura TOP, da mesma maneira que no caso da rede de automação industrial pretende-se migrar para a arquitetura MAP, estando o protocolo da ISO mais de acordo com o escopo destas arquiteturas. Além disso, o fato dos serviços definidos para este protocolo serem mais elementares facilita a implementação de processos aplicativos e de outros serviços que utilizam os serviços de transferência de arquivos (por exemplo, os serviços de submissão remota de tarefas que estão sendo implementados para a rede REDUSP). Como desvantagem tem-se um protocolo mais complexo e que não oferece serviços de manipulação de conjuntos de arquivos. Esta dificuldade foi contornada introduzindo, aos serviços especificados, algumas extensões que permitem manipular um conjunto de arquivos. No capítulo seguinte, são abordados, mais detalhadamente, aspectos do

modelo ISO tomado por base na especificação dos serviços de transferência de arquivos implementados.

CAPÍTULO 3

SERVIÇOS DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS E O MODELO DA ISO

3. SERVIÇOS DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS E O MODELO DA ISO

3.1. Introdução

No capítulo anterior foram caracterizadas as funções dos serviços de transferência de arquivos em redes locais, aplicadas em ambientes de automação de escritório e de automação industrial. À luz desta caracterização, foram estudados alguns exemplos conhecidos de especificação de tais serviços, dentre eles a especificação dos serviços de transferência, acesso e gerenciamento de arquivos proposta pela ISO. Optou-se pela implementação dos serviços especificados pela ISO pelo fato dos mesmos atenderem melhor às necessidades das aplicações envolvidas, e por seguirem as tendências atuais de padronização dos protocolos de comunicação para redes de computadores.

Nos capítulos seguintes são apresentados, com mais detalhes, a especificação e alguns aspectos de implementação dos serviços de transferência de arquivos desenvolvidos para as redes locais REDUSP e do SDGD. Para isto são utilizados nomenclaturas e conceitos próprios, adotados pelo modelo básico de referência para interconexão de sistemas abertos elaborado pela ISO. Este capítulo tem por objetivo apresentar tais conceitos, conforme descritos na norma correspondente deste modelo [2], [40] e nas normas dos serviços e protocolo de transferência de arquivos [29], [30], [31] e [32], também da ISO.

3.2. Modelo Básico de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos da ISO

Em 1977, a ISO criou um subcomitê especial para elaborar normas de padronização para a interconexão de sistemas abertos. Naquela época já existiam algumas redes experimentais nas quais os equipamentos envolvidos eram interconectados seguindo convenções particulares dos próprios fabricantes. Entretanto, para que fosse possível interconectar sistemas implementados por diferentes fabricantes, tornou-se necessário

desenvolver normas de padronização ao invés de se utilizar convenções particulares.

Dai decorre o uso do termo "sistema aberto", no sentido de que um sistema, implementado em conformidade com as normas de padronização para interconexão, estaria "aberto" (apto) para ser conectado a qualquer outro sistema que também fosse implementado a partir destas mesmas normas.

Tais normas, portanto, estabelecem um conjunto de regras a serem seguidas na troca de informações entre sistemas interconectados. Estas regras dizem respeito ao comportamento externo de sistemas abertos, não sendo englobados, pelo escopo do modelo da ISO, aspectos referentes a sua implementação e organização interna.

3.2.1. Conceitos Gerais do Modelo OSI da ISO

O modelo básico de referência para interconexão de sistemas abertos da ISO ou, como é normalmente chamado, o modelo OSI (Open Systems Interconnection) da ISO constitui um modelo abstrato, estruturado em camadas que, uma vez integradas, devem possibilitar a troca de informações entre processos de aplicação de sistemas abertos. Por camada entende-se o conjunto dos subsistemas, cada um residente num sistema aberto, responsáveis por um conjunto de funções específicas (Figura 3.1).

As camadas definidas para tal modelo foram determinadas considerando os seguintes princípios [2], [40]:

- a) O número de camadas deve ser tal que permita o desenvolvimento dos subsistemas correspondentes de maneira modular. Além disso, tais camadas devem ser facilmente integradas dentro do sistema implementado;
- b) O número de interações entre duas camadas deve ser minimizado, definindo-se um conjunto simples

Figura 3.1 - Arquitetura em Camadas dos Sistemas Abertos do Modelo OSI da ISO

de serviços a serem prestados por uma camada à outra;

c) Os serviços oferecidos por uma camada devem ser bem determinados e definidos de maneira independente, de modo a garantir que as alterações realizadas nas funções e no próprio protocolo de uma dada camada em nada afetem as demais;

d) A cada camada devem estar associadas funções bem distintas, reunindo-se funções similares numa mesma camada.

A partir destes princípios definiram-se as camadas do modelo OSI e o conjunto de regras, que determina a maneira em que se procederá a troca de informações entre seus sistemas componentes (protocolo).

Cada subsistema, por sua vez, é composto por entidades, que são elementos ativos dentro de uma camada, responsáveis pela execução das funções pertinentes da respectiva camada (Figura 3.2).

As entidades da camada (N) (entidades (N)) prestam serviços às entidades (N + 1) utilizando, na execução das funções da camada (N) (funções (N)), os serviços oferecidos pelas entidades (N - 1) dentro de um sistema aberto qualquer. Essa sistemática não se aplica às camadas mais baixa e mais alta.

Os serviços da camada (N) (serviços (N)) são oferecidos às entidades (N + 1) através dos pontos de acesso da camada (N) (SAP (N)s - Service Access Points (N)), que representam a interface lógica existente entre as entidades (N) e as entidades (N + 1). Um SAP (N) deve estar associado somente a um par de entidades, (N) e (N + 1); contudo, uma entidade (N) pode oferecer os seus serviços a várias entidades (N + 1) através de vários SAP(N)s e pode utilizar os serviços de várias entidades (N - 1) através de vários SAP(N - 1)s (Figura 3.3).

Figura 3.2 - Entidades dos Subsistemas da Camada (N) e Protocolos (N) de Comunicação

Figura 3.3 - Entidades, Serviços e Pontos de Acesso de uma Camada (N) do Modelo OSI da ISO

Assim sendo, num determinado sistema aberto implementado de acordo com a arquitetura do modelo OSI, existe interação apenas entre camadas adjacentes, não sendo possível, por exemplo, uma entidade $(N + 1)$ usar os serviços de uma entidade $(N - 1)$.

Quando é estabelecida uma associação entre dois SAP $(N - 1)$ s utilizados por entidades pares (N) (entidades pertencentes à mesma camada (N) de sistemas abertos distintos), diz-se que existe uma conexão $(N - 1)$ entre elas, e tais entidades passam a ser denominadas de entidades correspondentes. O tipo de conexão mais comum é a conexão ponto-a-ponto, podendo existir múltiplas conexões entre o mesmo par de SAPs (Figura 3.4). Uma vez estabelecida uma conexão $(N - 1)$ entre duas entidades (N) pode-se, então, iniciar a troca de informações entre as mesmas. Convém observar que não é sempre obrigatória a existência de conexão entre duas entidades para que seja possível efetuar a troca de informações entre as mesmas (por exemplo, serviço de "datagrama" da camada de rede).

Existem, portanto, duas formas de troca de informações: entre duas entidades pares, pertencentes a sistemas abertos diferentes, e entre duas entidades de camadas adjacentes, pertencentes ao mesmo sistema aberto. Os tipos de informações trocadas nestes casos são os seguintes:

- a) Informação de controle de protocolo (N) (PCI (N) -Protocol Control Information (N)): é a informação trocada entre duas entidades pares (N) usando uma conexão $(N - 1)$, com o objetivo de coordenar a sua operação conjunta;
- b) Dados de usuário (N) : são os dados de entidades pares $(N + 1)$ trocados entre entidades pares (N) , que prestam serviços a tais entidades $(N + 1)$;
- c) Unidade de dados de protocolo (N) (PDU (N) -Protocol Data Unit (N)): corresponde à unidade de dados especificada em um protocolo (N) , composta

Figura 3.4 - Conexões (N - 1) entre Entidades (N)

pela informação de controle de protocolo (N) e, possivelmente, de dados de usuário (N);

- d) Informação de controle de interface (N) - é a informação trocada entre uma entidade (N + 1) e uma entidade (N) de um mesmo sistema aberto, visando coordenar a operação conjunta entre tais entidades;
- e) Dados de interface (N) - correspondem aos dados transferidos de uma entidade (N + 1) para uma entidade (N), que devem ser entregues à entidade (N + 1) correspondente, utilizando-se, para isso, uma conexão (N); ou ainda, correspondem aos dados transferidos de uma entidade (N) para uma entidade (N + 1) que foram recebidos da entidade (N + 1) correspondente, através de uma conexão (N);
- f) Unidade de dados de serviço (N) (SDU (N)-Service Data Unit (N)): é um conjunto de dados de interface, cuja identidade é mantida de um extremo ao outro da respectiva conexão (N);
- g) Unidade de dados de interface (N): é a unidade de dados trocada através de um ponto de acesso (N) entre uma entidade (N + 1) e uma entidade (N) em uma única interação. Cada unidade de dados de interface (N) é composta pela informação de controle de interface (N) e a totalidade ou parte de uma unidade de dados de serviço (N).

Na figura 3.5, é ilustrado o mapeamento um-a-um existente entre unidades de dados de protocolo (N) e unidades de dados de serviço (N - 1), embora existam outros tipos de mapeamento, no caso de haver segmentação ou blocagem de unidades de dados de serviço, ou concatenação de unidades de dados de protocolo [2], [40].

PDU - Protocol Data Unit

PCI - Protocol Control Information

SDU - Service Data Unit

Figura 3.5 - Relação Existente entre Unidade de Dados de Camadas Adjacentes

3.2.2. Camadas do Modelo OSI da ISO

A partir dos conceitos apresentados anteriormente, utilizados na definição do modelo OSI, e da determinação das características funcionais que devem ter as diferentes camadas que compõem um sistema aberto, definiram-se as seguintes camadas para este modelo de referência:

- a) Camada de Aplicação (Camada 7);
- b) Camada de Apresentação (Camada 6)
- c) Camada de Sessão (Camada 5);
- d) Camada de Transporte (Camada 4);
- e) Camada de Rede (Camada 3);
- f) Camada de Enlace (Camada 2);
- g) Camada Física (Camada 1);

A estrutura do modelo OSI, segundo estas sete camadas, é apresentada na figura 3.6.

A seguir são descritas as funções de cada uma das camadas que compõem a estrutura de um sistema aberto, definido segundo o modelo de referência da ISO:

a) Camada de Aplicação

Esta é a camada mais alta da arquitetura ISO. Ao contrário das outras camadas, ela não presta serviços a uma camada superior e sim a processos de aplicação, devendo prover meios para que os mesmos tenham acesso aos recursos do ambiente OSI.

Cada processo de aplicação é representado, nesta camada, por uma entidade de aplicação que se comunica com a entidade correspondente, através de protocolos específicos definidos para diferentes tipos de aplicação.

b) Camada de Apresentação

O objetivo desta camada é resolver problemas relativos a diferenças sintáticas existentes

Figura 3.6 - Estrutura do Modelo OSI da ISO

entre sistemas abertos, que desejam se comunicar. Estas diferenças dizem respeito à representação de dados, à representação de estruturas de dados e à representação do conjunto de ações efetuadas sobre tais estruturas.

A camada de apresentação compatibiliza a sintaxe dos dados transferidos numa conexão de sessão, cuja semântica é conhecida pelas entidades de aplicação para as quais presta serviços.

c) Camada de Sessão

Esta camada do modelo ISO tem por função oferecer meios para que entidades de apresentação correspondentes possam controlar (sincronizar) o seu diálogo, garantindo uma troca ordenada de mensagens, através da conexão de sessão. Dentre os serviços típicos prestados por esta camada, podem-se citar: o serviço de quarentena (permite o bloqueio de um número inteiro de unidades de dados de serviço de sessão, que se tornam disponíveis à entidade de apresentação receptora apenas quando a entidade de apresentação emissora desbloqueá-las) e o de sincronização da conexão de sessão (possibilita às entidades de apresentação definir e identificar pontos de sincronização usados na reiniciação da conexão de sessão correspondente).

d) Camada de Transporte

A camada de transporte deve possibilitar a transferência transparente de dados fim-a-fim entre duas entidades de sessão correspondentes. Esta camada deve garantir a qualidade de serviço negociada na fase de estabelecimento de conexão de transporte, e a otimização do uso dos serviços de rede disponíveis, de modo a se obter o desempenho desejado (compromisso entre a taxa de

dados transmitidos e o custo). Podem-se citar os seguintes serviços oferecidos por esta camada: multiplexação de conexões de transporte em conexões de rede, controle de rede, controle de sequência e de fluxo de dados sobre uma conexão de transporte, detecção de erro e monitoração da qualidade de serviço, e segmentação e agrupamento das unidades de dados em blocos.

e) Camada de Rede

Esta camada do modelo de referência da ISO tem como função principal possibilitar a troca de informações entre duas entidades de transporte correspondentes, mascarando as diferenças existentes entre os meios de comunicação e as sub-redes interconectadas. Dentre os diversos serviços oferecidos por esta camada, destacam-se os de roteamento e de comutação, que permitem seleccionar a rota mais adequada entre dois endereços de rede, para posterior transferência de dados. Esta rota pode incluir nós intermediários (repetidores) existentes entre as entidades de transporte terminais (Figura 3.7), utilizados principalmente na interconexão de redes distintas.

f) Camada de Enlace

Esta camada deve prover meios para estabelecer, manter e finalizar uma conexão de enlace entre entidades de rede. Deve também possuir mecanismos de controle de sequência das unidades de dados de serviço de enlace, mecanismos de controle de fluxo e mecanismos de detecção e recuperação de erros de transmissão, erros de formato e erros operacionais ocorridos na conexão física, ou ainda, erros resultantes de uma falha

Figura 3.7 - Comunicação entre Sistemas Abertos envolvendo Repetidores

da entidade de enlace correspondente.

g) Camada Física

Esta camada é responsável pela ativação, manutenção e liberação (desativação) de uma conexão física entre duas entidades de enlace, possibilitando a transmissão transparente de bits entre as mesmas.

A camada física é a camada inferior da arquitetura do modelo OSI, sendo as entidades desta camada interconectadas através de um meio físico.

Foram apresentados, até aqui, os conceitos gerais sobre o modelo de referência da ISO, utilizados ao longo deste trabalho. No item a seguir, detalha-se a estrutura interna da camada de aplicação de acordo com este modelo. É no contexto desta camada que se inserem os serviços de transferência de arquivos, objeto deste trabalho.

3.3. Estrutura da Camada de Aplicação

A camada de aplicação tem por objetivo oferecer meios para os processos de aplicação terem acesso aos recursos do ambiente OSI. As funções associadas a esta camada do modelo de referência OSI englobam todas as funções referentes à comunicação entre sistemas abertos não realizadas pelas camadas inferiores. As funções da camada de aplicação são ativadas tanto automaticamente, por programas, como também interativamente, por seres humanos.

Num sistema aberto podem residir vários processos de aplicação, que são elementos lógicos responsáveis pelo processamento de informações relativas a uma determinada aplicação [5]. Cada processo de aplicação é representado através de uma entidade de aplicação do seu sistema aberto. Desta maneira, quando um processo de aplicação deseja se comunicar com outro, residente em um sistema aberto remoto, o

primeiro deve solicitar os serviços da entidade de aplicação do seu próprio sistema aberto; esta, por sua vez, deve estabelecer uma associação com uma entidade de aplicação do sistema aberto remoto especificado, usando, para isto, os serviços de entidades da camada inferior [40]. Uma vez estabelecida uma associação entre tais entidades de aplicação, são efetuadas, então, trocas de informações entre as mesmas, com o objetivo de se executar os serviços solicitados pelos processos de aplicação correspondentes.

Cada entidade de aplicação é constituída por elementos funcionalmente distintos. Podem-se identificar dois tipos de elementos: o elemento de usuário e o elemento de serviço de aplicação. Uma entidade de aplicação é composta de um único elemento de usuário associado a um conjunto de elementos de serviço de aplicação.

O elemento de usuário (User Element (UE)) corresponde à parte do processo de aplicação que usa os serviços prestados pelos elementos de serviço de aplicação, com a finalidade de realizar funções que envolvem comunicação com outros sistemas [2], [40].

Os elementos de serviço de aplicação são classificados da seguinte maneira:

- a) Elementos de Serviço de Aplicação Comuns (Common Application Service Elements (CASE's)): oferecem serviços básicos que podem ser utilizados pelos diversos Elementos de Serviço de Aplicação Específicos, descritos abaixo. Como exemplo, podem-se citar os serviços de estabelecimento e liberação de uma associação entre entidades de aplicação;
- b) Elementos de Serviço de Aplicação Específicos (Specific Application Service Elements (SASE's)): oferecem serviços específicos relacionados a uma aplicação. Como exemplo, podem-se citar: Transferência, Acesso e Gerenciamento de

Arquivos (File Transfer, Access and Management (FTAM)), Submissão Remota de Tarefas (Job Transfer and Manipulation (JTM)) e Terminal Virtual (Virtual Terminal (VT)) (Figura 3.8).

Os SASE's podem invocar uns aos outros, e/ou CASE's, e/ou entidades de apresentação para realizar as funções a eles atribuídas. Os CASE's, por sua vez, invocam somente entidades de apresentação para realizar suas funções (Figura 3.9), provendo meios para que SASE's distintos possam usar a mesma conexão de apresentação. O modelo ISO prevê ainda a inclusão, nos CASE's, de mecanismos de recuperação de erros e de acesso concorrente a informações (Commitment, Concurrency and Recovery (CCR)) garantindo, no caso de falhas, que todas ou nenhuma mudança referente a uma transação seja efetuada, mantendo-se, desta maneira, a integridade do sistema. Tais mecanismos correspondem a recursos opcionais oferecidos, no caso de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos (FTAM), e obrigatórios, no caso de Submissão Remota de Tarefas (JTM).

Através da figura 3.9 pode-se ter uma noção geral sobre a estrutura de uma entidade de aplicação. Como ilustração, seja o caso de uma aplicação específica que utiliza os serviços de transferência de arquivos. Um usuário do sistema aberto A solicita que os dados de um arquivo deste sistema sejam transferidos e gravados no arquivo ARQTEST do sistema de arquivos do sistema remoto aberto B (Figura 3.10). Esta solicitação é feita através de um comando, que é analisado pelo processo de aplicação residente no sistema A, o qual constata que, para a execução deste comando, precisa solicitar os serviços de uma entidade de aplicação. O elemento de usuário desta entidade é que recebe o pedido de transferência de arquivos e verifica que deve invocar o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM. Este elemento, por sua vez, para realizar suas funções, invoca o CASE para estabelecer uma associação de aplicação com uma dada entidade de aplicação do sistema B e, posteriormente, invoca entidades de apresentação para

Figura 3.8 - Entidade de Aplicação do Modelo OSI

Sistema Aberto B

Usuários

Protocolos de Aplicação

Protocolos de Apresentação

Sistema Aberto A

Usuários

Protocolos de Aplicação

Protocolos de Apresentação

Figura 3.9 - Relação entre os Elementos de uma Entidade de Aplicação

UE - User Element
 CASE - Common Application Service Element
 SASE - Specific Application Service Element
 FTAM - File Transfer Access and Management

Figura 3.10 - Exemplo de Estrutura de uma Entidade de Aplicação

efetuar a transferência de informações e dados entre as entidades de aplicação correspondentes. Depois que tenham sido transferidos e gravados todos os dados no arquivo ARQTEST da estação remota, o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM informa ao elemento de usuário sobre o fim da transferência de arquivo por ele iniciada. Este, por sua vez, dispara a liberação da associação de aplicação e avisa o processo de aplicação do sistema A, que informa ao usuário sobre o sucesso da transferência de arquivos efetuada.

No item a seguir detalha-se a especificação da ISO do elemento de serviço de aplicação, que é o responsável pela prestação dos serviços de transferência, acesso e gerenciamento de arquivos (FTAM). Esta especificação é tomada como base na implementação de tais serviços para as redes locais de automação de escritório e de automação industrial, anteriormente mencionadas.

3.4. Elemento de Serviço de Aplicação Específico para Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos (SASE_FTAM)

As normas da ISO que tratam da padronização dos serviços de transferência, acesso e gerenciamento de arquivos são as DIS 8571 [29], [30], [31] e [32]. Neste item são apresentados alguns aspectos abordados nestas normas, relacionados com a especificação do elemento de serviço de aplicação específico correspondente, que são considerados fundamentais para a compreensão dos capítulos que descrevem a especificação e a implementação de tais serviços.

Como diferentes sistemas apresentam diversas maneiras de armazenar e acessar dados de arquivos, a ISO decidiu especificar um modelo para armazenamento de arquivos em sistemas abertos, objetivando minimizar a quantidade de informações necessárias para acessá-los e transferí-los. Este modelo é conhecido pelo nome de Sistema de Arquivos Virtual (Virtual Filestore) [51], [53] e é apresentado a seguir.

3.4.1. Sistema de Arquivos Virtual

A utilização de um Sistema de Arquivos Virtual (SAV), como um modelo padrão para descrever arquivos, permite a interconexão de sistemas de diferentes níveis de complexidade e que possuem diferentes maneiras de armazenar e acessar os dados de um arquivo qualquer. Isto apenas é possível através da implementação de funções de mapeamento locais, que absorvem as diferenças de representação e especificação de arquivos, existentes entre o Sistema de Arquivos Virtual e o Local (Real) (Figura 3.11). Desta maneira, uma entidade de aplicação, quando recebe uma mensagem da entidade par, trata os dados nela contidos através de tais funções de mapeamento, de modo a adequá-los às formas de armazenamento e de acesso do sistema local.

O modelo de Sistema de Arquivos Virtual define os seguintes aspectos de um arquivo: estrutura, atributos e tipos de operações que podem ser efetuadas sobre o mesmo.

3.4.1.1. Estrutura de Arquivo

A estrutura de um arquivo é determinada pela relação existente entre seus registros, que correspondem à menor unidade de informação que pode ser acessada num arquivo. Neste modelo, os dados de um registro são identificados pelo nome DU (Data Unit).

Existem, basicamente, quatro tipos de estruturas de arquivos: aleatória, sequencial, de rede e hierárquica. Conforme mencionado no capítulo 2, a ISO optou por descrever seu modelo a partir de uma estrutura hierárquica pela sua robustez (as estruturas aleatória e sequencial são casos particulares da estrutura hierárquica), pela facilidade em decompor os arquivos que vão ser transferidos, e pela variedade de operações que podem ser efetuadas sobre um arquivo deste tipo (por exemplo, num arquivo sequencial, a localização de registros é feita através de duas operações básicas: aponta para o registro anterior ou aponta para o registro seguinte;

Figura 3.11 - Arquitetura de Sistemas Abertos com Serviços de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos

numa estrutura hierárquica, isto pode ser feito especificando um caminho nesta estrutura através dos nomes dos nós, o que engloba a realização de operações simples como as realizadas para um arquivo sequencial). Neste modelo o termo FADU (File Access Data Unit) é utilizado para designar sub-árvores de uma estrutura hierárquica, podendo eventualmente designar um arquivo todo.

Na figura 3.12, onde é apresentada a estrutura de um arquivo hierárquico, constata-se a facilidade de se decompor este tipo de arquivos em FADU's para sua posterior transferência. A figura 3.13, ilustra a estrutura de um arquivo sequencial como caso particular de um arquivo hierárquico.

3.4.1.2. Atributos de Arquivo

Neste modelo de Sistema de Arquivos Virtual, os atributos são definidos como sendo propriedades de um arquivo associadas à maneira como os mesmos são armazenados e acessados. Definem-se duas classes de atributos: atributos de identificação e atributos de atividade.

3.4.1.2.1. Atributos de Identificação

Esta classe de atributos corresponde aos atributos referentes às características propriamente ditas de um arquivo que, num dado instante, assumem os mesmos valores para todo o usuário que deseja acessar este arquivo. Como exemplos desta classe de atributos, tem-se: o nome do arquivo, o seu tamanho e a data de sua criação.

Esta classe de atributos é dividida nos seguintes subconjuntos:

a) Subconjunto de atributos básicos

Este subconjunto corresponde ao conjunto mínimo de atributos definido pelo modelo OSI, necessário para caracterizar um arquivo, devendo ser obrigatoriamente suportado pelo sistema de

DU - Data Unit

FADU - File Access Data Unit

Figura 3.12 - Estrutura de um Arquivo Hierárquico

DU - Data Unit

FADU - File Access Data Unit

Figura 3.13 - Estrutura de um Arquivo Sequencial

arquivos. Este subconjunto mínimo é constituído pelo nome do arquivo e pelo tipo de dados contidos no mesmo.

b) Subconjunto de atributos de armazenamento

Este subconjunto define aspectos associados ao armazenamento físico do arquivo, que estão relacionados às características do meio de armazenamento e à identificação dos seus usuários. Tais atributos assumem valores diferentes no decorrer do tempo. Como exemplos, podem-se citar: tamanho do arquivo, data da última alteração efetuada sobre o mesmo, identificação do usuário que efetuou esta última alteração e tipos de operações que podem ser efetuadas sobre o mesmo.

c) Subconjunto de atributos de segurança

Este subconjunto corresponde às propriedades dos arquivos usadas para controlar o acesso aos mesmos. Como exemplo, podem-se citar: controle de acesso (define um conjunto de condições que devem ser satisfeitas para que o correspondente arquivo possa ser acessado) e algoritmo de criptografia (contém o nome do algoritmo usado para criptografar os dados do arquivo).

3.4.1.2.2. Atributos de Atividade

Esta classe de atributos descreve a relação existente entre o usuário e o arquivo em questão, definindo os estados das atividades que envolvem o acesso ao mesmo (por um dado usuário).

Esta classe de atributos também é dividida em subconjuntos, definidos da mesma maneira que os subconjuntos dos atributos de identificação. Assim sendo, tem-se:

a) Subconjunto de atributos básicos

Este subconjunto deve obrigatoriamente ser suportado pelo sistema de arquivos. Como exemplos, podem-se citar: modo de processamento corrente (operações que foram negociadas e que desta maneira podem ser efetuadas sobre os dados de um arquivo) e entidades de aplicação correntes (que estão se comunicando através do protocolo de transferência de arquivos para executar os serviços solicitados sobre um arquivo).

b) Subconjunto de atributos de armazenamento

Como exemplos de atributos deste subconjunto, podem-se citar: conta corrente (identifica a conta da qual vão ser debitados os custos referente ao serviço de transferência de arquivos utilizado) e contexto de acesso corrente (informa a estrutura do arquivo que está sendo transferido).

c) Subconjunto de atributos de segurança

Como exemplos de atributos deste subconjunto, podem-se citar: identificação do iniciador (identifica o usuário que iniciou as atividades de transferência) e senhas de acesso correntes.

A tabela 3.1 apresenta, resumidamente, as classes e subconjuntos de atributos definidos para o Sistema de Arquivos Virtual da ISO.

3.4.1.3. Tipos de operação

O modelo de Sistema de Arquivos Virtual define também o conjunto de operações que pode ser efetuado sobre os arquivos e os seus dados.

Definem-se duas classes de operações sobre arquivos: operações sobre o arquivo todo e operações sobre dados do

SUBCON JUNTOS CLASSES	ATRIBUTOS BÁSICOS	ATRIBUTOS DE ARMAZENAMENTO	ATRIBUTOS DE SEGURANÇA
	<ul style="list-style-type: none"> Nome do Arquivo Tipo de Dados 	<ul style="list-style-type: none"> Tamanho do Arquivo Data da sua Criação Data da última modificação Data da última leitura Identificação do criador Identificação do modificador Tipos de Operações 	<ul style="list-style-type: none"> Controle de Acesso Algoritmo de Criptografia
Atributos de Identificação			
Atributos de Atividade	<ul style="list-style-type: none"> Modo de Processamento Entidades de Aplicação Correntes 	<ul style="list-style-type: none"> Conta Corrente Contexto de Acesso Controle de Concorrência 	<ul style="list-style-type: none"> Identificação do Iniciador Senhas de Acesso

Tabela 3.1 - Classes e Subconjuntos dos Atributos definidos para o Sistema de Arquivos Virtual da ISO

arquivo.

3.4.1.3.1. Operações sobre o arquivo todo

Esta classe inclui operações relacionadas com os atributos de um arquivo, usadas no gerenciamento dos mesmos. Estas operações são as seguintes:

- a) Criação de arquivo: cria e define os atributos associados ao novo arquivo;
- b) Seleção de arquivo: verifica se o arquivo especificado existe, e estabelece uma associação entre o usuário iniciador e o arquivo selecionado;
- c) Mudança de atributos: modifica os valores dos atributos definidos para um dado arquivo;
- d) Leitura de atributos: obtém os valores dos atributos definidos para um dado arquivo;
- e) Abertura de arquivo: abre o arquivo, para que os dados do mesmo possam ser acessados;
- f) Fechamento de arquivo: fecha o arquivo, e, a partir daí, seus dados não podem mais ser acessados;
- g) Remoção de arquivo: remove o arquivo especificado;
- h) "Desseleção" de arquivo: desfaz a associação existente entre o usuário iniciador e o arquivo selecionado.

3.4.1.3.2. Operações sobre os Dados do Arquivo

Esta classe inclui operações usadas para acessar os dados dos arquivos. Estas operações são as seguintes:

- a) Busca: localiza uma FADU no arquivo, que passa a ser a FADU corrente;

- b) Leitura: lê a FADU corrente;
- c) Inserção: cria uma nova FADU, que é inserida na posição do arquivo determinada pela FADU corrente;
- d) Substituição: altera os dados da FADU corrente; depois que esta operação é efetuada, a FADU seguinte passa a ser a FADU corrente;
- e) Extensão: acrescenta dados no fim da DU associada ao nó raiz da FADU corrente;
- f) Remoção: remove a FADU corrente, passando a FADU seguinte a ser a FADU corrente.

No caso de um arquivo sequencial, cada FADU corresponde a um registro ou a um conjunto de registros, sendo definidas, segundo a ISO, as seguintes operações:

- a) Busca: localiza o registro seguinte ou anterior ao registro corrente, e o primeiro ou último registro do arquivo;
- b) Leitura: lê um registro ou um conjunto de registros a partir do registro corrente. O registro corrente passa a ser o registro seguinte ao último registro lido;
- c) Inserção: insere um registro ou um conjunto de registros no fim do arquivo.

Pela figura 3.14, pode-se verificar a relação existente entre o Sistema de Arquivos Virtual e os serviços de transferência de arquivos. Como ilustração, seja o caso de um usuário do Sistema A que especifica um comando, cuja execução implica no acesso a um sistema de arquivos remoto B. Para que isto seja possível, a entidade de aplicação do sistema A solicita o estabelecimento de uma associação de aplicação com o sistema B. Uma vez estabelecida tal associação, os serviços de transferência, de arquivos podem ser executados. A entidade de aplicação do sistema B solicita, então, que algumas operações

Figura 3.14 - Aspectos do Sistema de Arquivos Virtual

(aquelas correspondentes aos serviços solicitados pelo usuário do sistema A) definidas para o Sistema de Arquivos Virtual sejam efetuadas. Estas operações são efetuadas sobre o arquivo, identificado através de seus atributos (atributos de identificação), como um todo ou sobre os seus dados. Tais dados são acessados de acordo com a estrutura segundo a qual os mesmos estão organizados. Além disso, são associados a tal arquivo os atributos de atividade, que definem a relação existente entre o mesmo e o usuário do sistema A. Estes atributos dizem respeito à identificação do usuário, custos acumulados, e outros aspectos relativos aos serviços que estão sendo executados.

No próximo item, são apresentados os serviços oferecidos pelo elemento de serviço de aplicação responsável pela transferência de arquivos, utilizando as operações definidas para o Sistema de Arquivos Virtual descrito.

3.4.2. Serviços de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos

Para que os serviços de transferência de arquivos sejam oferecidos, é necessário que duas entidades de aplicação comuniquem-se entre si. Uma das entidades, a entidade iniciadora, é que inicia e controla a comunicação com a entidade de aplicação parceira, a entidade respondedora, à qual está associado o sistema de arquivos remoto. Esta comunicação é efetuada em etapas, que são definidas a partir de regimes e fases, que caracterizam a interação entre as respectivas entidades de aplicação.

3.4.2.1. Regimes e Fases de Comunicação entre Entidades de Aplicação

Os termos regime e fase são definidos da seguinte maneira:

- Regime: período no qual um conjunto de informações necessárias à comunicação entre as

entidades de aplicação envolvidas permanece válido;

- Fase: período durante o qual um conjunto de mensagens de protocolo é válido. Estas mensagens têm por função estabelecer, usar ou liberar um regime.

A comunicação entre duas entidades de aplicação, que oferecem os serviços de transferência de arquivos, é descrita segundo os seguintes regimes:

a) Regime de Conexão

Período durante o qual existe uma associação (conexão) de aplicação, usada na comunicação entre os elementos de usuário dos serviços de transferência de arquivos;

b) Regime de Seleção de Arquivo

Período em que existe um arquivo (selecionado) associado à conexão de aplicação anteriormente estabelecida;

c) Regime de Acesso a Arquivo

Período no qual é válido um conjunto de parâmetros, que define o controle de acesso e de concorrência ao arquivo selecionado, podendo ser efetuadas sobre o mesmo operações de inspeção e modificação de seus dados;

d) Regime de Transferência de Dados

Período em que é efetuada a transferência de arquivos propriamente dita, entre as entidades de aplicação correspondentes.

Para cada um destes regimes, foram definidas fases usadas no seu estabelecimento, uso e liberação. Estas fases são apresentadas a seguir na sequência típica para o caso de

transferência de arquivos entre dois sistemas:

a) Fase de Estabelecimento da Associação de Aplicação

A conexão (associação) de aplicação é estabelecida nesta fase, em que as entidades de aplicação, iniciadora e respondedora, identificam-se uma perante a outra e negociam parâmetros referentes ao nível e classe dos serviços prestados;

b) Fase de Seleção de Arquivo

O regime de seleção de arquivo é estabelecido nesta fase, verificando-se se o arquivo especificado existe e se o usuário da entidade iniciadora é autorizado ou não a acessá-lo. Em caso positivo, este arquivo passa ao estado "arquivo selecionado", podendo ser efetuadas sobre o mesmo as operações definidas nas fases subsequentes;

c) Fase de Gerenciamento de Arquivo

Nesta fase, podem ser efetuadas operações sobre os atributos do arquivo selecionado. Como exemplos deste tipo de operação, podem-se citar a inspeção (leitura) e alteração dos atributos do mesmo;

d) Fase de Acesso a Arquivo

O regime de acesso a arquivo é estabelecido nesta fase, definindo-se o modo de processamento (leitura ou escrita) a ser efetuado sobre o arquivo selecionado, que é aberto, para que seja possível proceder com a transferência de dados entre as entidades de aplicação iniciadora e respondedora;

e) Fase de Transferência de Dados

Nesta fase, efetiva-se o acesso e transferência dos dados do arquivo selecionado. Inicialmente, é definido, pela entidade iniciadora, o sentido da transferência, prosseguindo-se com a sua efetivação e posterior finalização em decorrência do fim dos dados a serem transferidos ou do cancelamento da operação em curso;

f) Fase de Finalização de Acesso a Arquivo

Uma vez finalizada a transferência dos dados do arquivo anteriormente selecionado, pressupõe-se que não serão efetuados mais acessos aos dados do mesmo. Tal arquivo é fechado e encerra-se, desta maneira, o regime de acesso a arquivo;

g) Fase de "Deseleção" de Arquivo

O arquivo anteriormente selecionado é "deselecionado", desfazendo-se a associação existente entre este arquivo e a conexão de aplicação correspondente, encerrando-se, desta maneira, o regime de seleção de arquivo;

h) Fase de Liberação da Associação de Aplicação

A conexão (associação) de aplicação estabelecida entre as entidades de aplicação iniciadora e respondedora é desfeita, finalizando-se, deste modo, o regime de conexão.

Conforme o descrito, a existência de um regime de nível mais alto pressupõe a existência dos regimes de níveis inferiores. Desta maneira, o regime de transferência de dados apenas pode ser estabelecido depois do estabelecimento do regime de acesso a arquivo. Este, por sua vez, depende do estabelecimento do regime de seleção de arquivo, que também pode ser estabelecido somente depois de estabelecida uma conexão de aplicação. A figura 3.15 ilustra a relação existente

Figura 3.15 - Regimes e Fases de Comunicação das Entidades que prestam os Serviços de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos

entre os regimes e fases que caracterizam os serviços de transferência, acesso e gerenciamento de arquivos.

Considerando as diferentes fases que caracterizam a comunicação entre as entidades de aplicação, são definidos os subconjuntos dos serviços de transferência de arquivos, prestados pelos elementos de serviço de aplicação SASE_FTAM destas entidades. Tais subconjuntos são apresentados no item seguinte.

3.4.2.2. Subconjuntos dos Serviços de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos

No capítulo 2 foi apresentada uma relação dos serviços oferecidos pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM especificado pela ISO. Estes serviços são agrupados nos seguintes subconjuntos:

a) Subconjunto de Serviços Básicos (SB)

Este subconjunto é constituído dos serviços de estabelecimento e liberação da associação de aplicação, além dos serviços de seleção e "deseleção" de arquivos; ou seja, os serviços deste subconjunto estão relacionados com o estabelecimento e liberação dos regimes de conexão e de seleção de arquivo.

b) Subconjunto de Serviços de Transferência de Dados (SID)

Os serviços deste subconjunto têm por função prover meios para que seja possível transferir dados de um arquivo entre dois sistemas abertos. Assim sendo, este subconjunto inclui os serviços de abertura, fechamento, leitura e gravação de dados no sistema de arquivos de uma estação remota. Tais serviços estão relacionados com o estabelecimento e liberação dos regimes de acesso a arquivo e de transferência de dados.

c) Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado (SGL)

Este subconjunto inclui os serviços de criação e remoção de arquivo, e leitura dos seus atributos. Quando um arquivo é criado, o mesmo passa a ser associado à conexão de aplicação anteriormente estabelecida, sendo estabelecido o regime de seleção de arquivo. De maneira inversa, a remoção do arquivo "selecionado" implica em liberar o regime de seleção de arquivo. Quanto à leitura dos atributos do arquivo selecionado, este serviço está relacionado com a fase de gerenciamento de arquivo, durante a qual são efetuadas operações relativas ao uso do regime de seleção de arquivo.

d) Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Extendido (SGE)

Este subconjunto inclui o serviço de alteração de atributos do arquivo selecionado, que está também relacionado com a fase de gerenciamento. Este serviço apenas pode ser oferecido se forem oferecidos também os serviços do Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado.

e) Subconjunto de Serviços de Controle de Erro (SCE)

Os serviços deste subconjunto têm por função prover meios ao elemento de usuário de controlar a recuperação de erros, que pode requerer, por exemplo, a retransmissão de dados de um arquivo que estava sendo transferido.

f) Subconjunto de Serviços de Acesso (SAC)

Os serviços deste subconjunto são os de localização, remoção e movimentação de FADUs individuais, e estão relacionados com o uso do

regime de acesso a arquivo.

Naturalmente, nem todos estes subconjuntos de serviços precisam ser implementados, exceto o Subconjunto de Serviços Básicos, cuja implementação é obrigatória. A escolha de tais subconjuntos depende do nível e classe dos serviços (Tabelas 3.2 e 3.3) que se deseja oferecer ao elemento de usuário.

Tais serviços são solicitados pelo elemento de usuário ao elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM através de primitivas de serviço. A tabela 3.4 apresenta a relação destas primitivas, classificando-as de acordo com o subconjunto, fase e regime a que as mesmas pertencem.

A sequência de solicitação destes serviços, bem como a consistência das primitivas de serviço correspondentes, são monitoradas e verificadas pela máquina de protocolo de transferência de arquivos, cujos aspectos principais são apresentados no próximo item.

3.4.3. Protocolo de Transferência de Arquivos

O modelo mais geral para a arquitetura de um protocolo de transferência de arquivos é constituído de três entidades de aplicação com funções distintas, que são as seguintes [25]:

- a) entidade produtora, à qual está associado o sistema de arquivos origem;
- b) entidade consumidora, à qual está associado o sistema de arquivos destino;
- c) entidade controladora, que supervisiona e controla o diálogo mantido entre as outras duas entidades, atendendo às solicitações feitas pelo usuário do sistema.

Desta maneira, pode-se dizer que existem dois tipos de fluxo de informações: o fluxo de dados entre as entidades

Subconjunto de Serviços Classes de Serviço	Básicos	Transferência de Dados	Gerenciamento Limitado	Gerenciamento Extendido	Controle de Erro	Acesso a Arquivo
Classe de Transferência de Arquivo	X	X	OP	OP (*)	OP	-
Classe de Acesso a Arquivo	X	X	OP	OP (*)	OP	X
Classe de Gerenciamento de Arquivo	X	-	X	X	-	-
Classe de Transferência e Gerenciamento de Arquivo	X	X	X	X	OP	-
Classe Definida Pelo Usuário	X	OP	OP	OP (*)	OP	OP

(*) O Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Extendido pressupõe sempre a existência do Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado.

Tabela 3.2 - Relação entre as Classes de Serviços e os Subconjuntos de Serviços Oferecidos ao Elemento de Usuário

Subconjunto de Serviços Nível de Serviço	Básicos	Transferência de Dados	Gerenciamento Limitado	Gerenciamento Extendido	Controle de Erro	Acesso a Arquivo
Nível de Serviço Corrigível pelo usuário	X	X(*)	X(*)	OP	OP	OP
Nível de Serviço Confiável	X	X(*)	X(*)	OP	-	OP

(*) No caso deste nível de serviço, ao menos um destes dois subconjuntos de serviços precisa ser oferecido.

Tabela 3.3 - Relação entre os Níveis de Serviços e os Subconjuntos de Serviços Oferecidos ao Elemento de Usuário

NOME DA PRIMITIVA	FUNÇÃO/SUB CONJUNTO	FASE	REGIME
F_INITIALIZE	Estabelecimento de Associação de Aplicação/SB	Estabelecimento da Associação de Aplicação	Conexão de Aplicação
F_TERMINATE	Liberação normal da Associação de Aplicação/SB	Liberação da Associação de Aplicação	
F_ABORT	Liberação abrupta da Associação de Aplicação/SB	Liberação da Associação de Aplicação	
F_SELECT	Seleção de um arquivo no sistema de arquivos remoto/SB	Seleção de Arquivo	Seleção de Arquivo
F_DESELECT	"Desseleção" do arquivo anteriormente selecionado/SB	"Desseleção" de Arquivo	
F_CREATE	Criação (seleção) de um arquivo no sistema de arquivos remoto/SGL	Seleção de Arquivo	
F_DELETE	Remoção ("Desseleção") do arquivo anteriormente selecionado/SGL	"Desseleção" de Arquivo	
F_READ_ATTRIBUTE	Leitura dos atributos do arquivo selecionado/SGL	Gerenciamento de Arquivo	
F_CHANGE_ATTRIBUTE	Modificação dos atributos do arquivo selecionado/SGL	Gerenciamento de Arquivo	

(Continua...)

Tabela 3.4 - Primitivas de Serviço de Transferência, Acesso e Gerenciamento de Arquivos

NOME DA PRIMITIVA	FUNÇÃO/SUB CONJUNTO	FASE	REGIME
F_OPEN	Abertura do arquivo selecionado/SB	Acesso a Arquivo	Acesso a Arquivo
F_CLOSE	Fechamento do arquivo selecionado/SB	Finalização de Acesso a Arquivo	
F_RECOVER	Recuperação do Regime de Acesso a Arquivo/SCE	Acesso a Arquivo	
F_LOCATE	Localização de uma FADU no arquivo aberto (selecionado)/SAC	Acesso a Arquivo	
F_ERASE	Remoção de uma FADU do arquivo aberto (selecionado)/SAC	Acesso a Arquivo	
F_READ	Pedido de leitura do arquivo selecionado/STD	Transferência de Dados	Transferência de Dados
F_WRITE	Pedido de gravação de dados no arquivo selecionado/STD	Transferência de Dados	
F_DATA	Dados do arquivo transferido/STD	Transferência de Dados	
F_DATA_END	Indicação de fim de dados do arquivo transferido/STD	Transferência de Dados	

Tabela 3.4 - (Continuação...)

NOME DA PRIMITIVA	FUNÇÃO/SUBCONJUNTO	FASE	REGIME
F_RESTART	Pedido de retransmissão de dados do arquivo sendo transferido/SCE	Transferência de Dados	Transferência de Dados
F_CHECK	Confirmação dos dados recebidos/SCE	Transferência de Dados	
F_CANCEL	Cancelamento da transferência de dados em andamento/STD	Transferência de Dados	
F_TRANSFER_END	Término (normal) da transferência de dados/STD	Transferência de Dados	

SB - Serviços Básicos

STD - Serviços de Transferência de Dados

SGL - Serviços de Gerenciamento Limitado

SGE - Serviços de Gerenciamento Extendido

SCE - Serviços de Controle de Erro

SAC - Serviços de Acesso

Tabela 3.4 - (Continuação...)

produtora e consumidora e o fluxo de comandos entre a entidade controladora e as outras duas entidades (Figura 3.18).

Contudo, este modelo requer a existência de mecanismos complexos de sincronização entre as entidades de aplicação residentes em três sistemas diferentes (controlador, produtor e consumidor) e, como consequência, tem-se uma maior complexidade do protocolo de transferência de arquivos a ser desenvolvido.

Devido a isso, um modelo mais simplificado, derivado do modelo anterior, foi adotado pela ISO. Este modelo é constituído apenas de duas entidades de aplicação envolvidas na transferência de arquivos, que são as seguintes:

- a) entidade iniciadora, que acumula as funções da entidade controladora e da entidade produtora ou consumidora do modelo anterior;
- b) entidade respondedora, que exerce as funções de entidade consumidora ou produtora daquele modelo.

O fluxo de informações trocadas entre estas duas entidades contém, portanto, tanto comandos como dados (Figura 3.17), que constituem as unidades de dados do protocolo de transferência de arquivos.

Este protocolo de transferência de arquivos ou, mais especificamente, a máquina de protocolo que implementa o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, deve garantir o encadeamento dos regimes definidos anteriormente, verificando a consistência e tratando as primitivas de serviço emitidas pelo elemento de usuário e as unidades de dados de protocolo recebidas da entidade parceira. Como resultado deste tratamento, esta máquina de protocolo pode, quando necessário, invocar os serviços da camada de apresentação, enviar primitivas de serviço ao elemento de usuário e efetuar processamento de dados local.

Além disso, dependendo do nível de serviço oferecido (nível de serviço confiável), este protocolo deve possuir

Figura 3.16 - Modelo Geral da Arquitetura de Protocolo de Transferência de Arquivos

Figura 3.17 - Modelo Simplificado da Arquitetura de Protocolo de Transferência de Arquivos

mecanismos de recuperação de erros, no caso de perda de dados do arquivo transferido e de interrupção do regime de acesso a arquivo.

Em relação às unidades de dados de protocolo, pode-se dizer que os seus tipos e seus parâmetros praticamente coincidem com os tipos e parâmetros das primitivas de serviços anteriormente mencionadas (Tabela 3.4). A maneira como estas unidades de dados são trocadas segue também a mesma sequência apresentada para os serviços, que obedecem o encadeamento de regimes e fases mencionado no item anterior.

3.5. Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados alguns conceitos do modelo básico de referência da ISO, usados no decorrer deste trabalho. Foram discutidos alguns conceitos gerais de tal modelo chegando-se até uma descrição mais detalhada do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM responsável pela prestação dos serviços de transferência de arquivos.

A descrição do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM foi feita através da definição dos elementos que caracterizam o Sistema de Arquivos Virtual especificado pela ISO, e através da apresentação dos serviços prestados e de alguns aspectos do protocolo de transferência de arquivos. Os conceitos introduzidos nesta parte do capítulo 3 são utilizados no capítulo 4, onde é feito um paralelo entre a especificação original deste elemento de serviço SASE_FTAM, conforme apresentado neste capítulo, e a especificação do sistema implementado.

CAPÍTULO 4
ELEMENTO DE SERVIÇO DE APLICAÇÃO ESPECÍFICO IMPLEMENTADO
PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS

4. ELEMENTO DE SERVIÇO DE APLICAÇÃO ESPECÍFICO IMPLEMENTADO PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS

4.1. Introdução

Na primeira parte deste capítulo são caracterizados, de maneira mais detalhada, os ambientes para os quais foram implementados os serviços de transferência de arquivos. Esta caracterização é feita através da descrição das redes locais utilizadas, num e noutro caso, em relação à topologia, às características físicas e aos serviços oferecidos pelas mesmas.

Prossegue-se, na segunda parte deste capítulo, com a especificação do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado. Esta especificação é apresentada descrevendo-se: o Sistema de Arquivos Real e as funções de mapeamento entre este sistema e o Sistema de Arquivos Virtual; os serviços oferecidos ao elemento de usuário correspondente; e por último, alguns aspectos do protocolo de transferência de arquivos. Nesta parte são feitas referências à especificação original apresentada no capítulo 3, quanto às opções tomadas e às restrições encontradas, em relação aos aspectos de especificação anteriormente citados.

Finalmente, são ainda tratados neste capítulo, aspectos de implementação do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, ou seja, da máquina de protocolo que oferece os serviços de transferência de arquivos.

4.2. Descrição das Redes Locais Utilizadas

Conforme visto anteriormente, o objetivo deste trabalho consiste na especificação e implementação dos serviços de transferência de arquivos para duas redes locais destinadas a aplicações bem distintas: a REDUSP que se caracteriza pela prestação de tais serviços dentro do contexto de automação de escritório, e a rede local do SDGD, que está instalada numa planta fabril como elemento integrante de um sistema de automação industrial.

Como os serviços de transferência de arquivos foram especificados considerando a infra-estrutura própria oferecida por estas redes, apresentam-se, nos próximos itens, as características básicas das mesmas, que influíram de alguma maneira em tal especificação.

4.2.1. Rede Local REDUSP

4.2.1.1. Objetivos

A rede local REDUSP foi desenvolvida tendo como objetivo principal possibilitar o compartilhamento de recursos computacionais, existentes no Laboratório de Sistemas Digitais, que incluíam mini e microcomputadores, além de sistemas de desenvolvimento diversos, devendo possibilitar a integração de novos recursos que futuramente fossem adquiridos. A rede local REDUSP deveria servir também como infra-estrutura para o desenvolvimento de pesquisas na área de redes de computadores, possibilitando a integração dos serviços que viessem a ser desenvolvidos.

No próximo item são apresentadas as características físicas desta rede.

4.2.1.2. Características Físicas

A topologia desta rede é do tipo via comum, implementada fisicamente por um cabo coaxial ou par trançado, ao qual são ligadas as estações de trabalho através de Unidades de Comunicação (UC) (Figura 4.1). A taxa de transmissão desta rede é de até 5 Mbps, sendo neste caso a distância máxima permitida entre duas estações igual a 550m, para até 255 estações conectadas [7], [8].

A função da UC é possibilitar a interconexão entre estações de trabalho heterogêneas. A interligação entre uma UC e uma estação de trabalho é feita através de um canal serial, padrão RS-232C, com transmissão de dados síncrona ou assíncrona, dependendo da estação.

UC - Unidade de Comunicacao

Figura 4.1 - Rede Local REDUSP, interligando através de Unidades de Comunicação (UCs), estações heterogêneas

A comunicação entre tais estações de trabalho heterogêneas é efetuada através dos protocolos de comunicação descritos no próximo item.

4.2.1.3. Protocolos de Comunicação

Na implementação dos protocolos de comunicação tomou-se por base a estrutura de protocolos proposta pelo modelo básico de referência da ISO. As camadas física e de enlace (Controle de Acesso ao Meio - CSMA/CD e Controle Lógico de Enlace - CLE) foram implementadas a partir das recomendações IEEE 802.3 e IEEE 802.2 [28], [39]. Como inicialmente não foi prevista a possibilidade de interconexão da REDUSP com outras redes, optou-se pela não implementação da camada de rede, cuja função principal é possibilitar o roteamento de mensagens entre redes distintas. Por último, foi implementada a camada de transporte, que oferece os serviços de estabelecimento e liberação da conexão de transporte e de transferência de dados.

Os protocolos da camada física e de enlace ficam residentes na própria UC, enquanto os protocolos das camadas superiores ficam residentes nas estações propriamente ditas.

Além destes protocolos usados na comunicação entre estações da rede, foi implementado um protocolo de enlace, com a finalidade de controlar logicamente a troca de informações entre uma UC e uma estação, de forma a garantir a integridade de tais informações. Este protocolo é uma versão simplificada do protocolo BSC-1 da IBM, podendo eventualmente ser substituído por qualquer outro protocolo de enlace nativo da estação, como por exemplo, BSC-3, HDLC e SDLC (Figura 4.2).

Ao usuário desta rede são oferecidos os serviços da camada de transporte, que são utilizados pela camada de aplicação (inicialmente, não foram implementadas as camadas de sessão e apresentação) na prestação dos serviços de transferência de arquivos. Os serviços da camada de transporte estão relacionados na tabela 4.1, onde se pode constatar que, tanto o serviço de estabelecimento de conexão de transporte

BSC - 1 - Binary Synchronous Communication
 CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
 CLE - Controle de Enlace Logico
 FTAM - File Transfer Access and Management
 UC - Unidade de Comunicacao

Figura 4.2 - Estrutura de Protocolos dos Sistemas Interligados através da Rede Local REDUSP

SERVIÇOS	PRIMITIVAS DE SERVIÇOS	PARÂMETROS
Estabelecimento de Conexão	T_CONNECT_request	. Endereço Destino
	T_CONNECT_indication	. Endereço Chamador . Número da Conexão
	T_CONNECT_response	. Número da Conexão
	T_CONNECT_confirmation	. Número da Conexão
Transferência de Dados	T_DATA_request	. Número da Conexão . Dados
	T_DATA_indication	. Número da Conexão . Dados
	T_DATA_response	. Número da Conexão
	T_DATA_confirmation	. Número da Conexão
Liberação de Conexão	T_DISCONNECT_request	. Número da Conexão
	T_DISCONNECT_indication	. Número da Conexão

Tabela 4.1 - Serviços Oferecidos pela Camada de Transporte da Rede Local REDUSP

como o de transferência de dados, são confirmados.

4.2.2. Rede Local do SDGD

4.2.2.1. Objetivos

Esta rede local é utilizada dentro do contexto de automação industrial, como elemento integrante de um Sistema Digital de Controle Distribuído (SDGD), usado na supervisão e controle de processos de uma planta fabril. Este sistema é constituído de diversos elementos computacionais interligados por diferentes sub-redes, conforme mostrado na figura 4.3 [10].

Dentre estas sub-redes destaca-se a sub-rede de gerenciamento, que interliga microcomputadores de coordenação, responsáveis pela coordenação e alocação de recursos para os controladores do nível de processo, e os microcomputadores de gerenciamento, responsáveis pela determinação da política de operação produtiva da unidade fabril correspondente. Estes microcomputadores trocam informações entre si, relativas às ordens e à situação da produção, através da transferência de arquivos nesta sub-rede implementada pela rede local, cujas características físicas são apresentadas no próximo item.

4.2.2.2. Características Físicas

Esta rede local foi adquirida no mercado nacional e possibilita a interconexão de microcomputadores de portes diferentes (8 e 16 bits) [67]. A sua topologia também é do tipo via comum, implementada fisicamente através de um cabo coaxial, ao qual são ligadas as estações de trabalho através de interfaces de Rede (IR) (Figura 4.4). A taxa de transmissão desta rede é de 2,5 Mbps e a distância máxima permitida entre duas estações é igual a 1,5 Km.

Ao contrário da rede local REDUSP, a interligação entre uma IR e uma estação de trabalho é efetuada através da via local do próprio microcomputador.

CLP - Controlador Logico Programavel

CODIN - Equipamento Anotador de Ponto

Figura 4.3 - Estrutura do Sistema Digital de Controle Distribuído desenvolvido para uma Planta Fabril

IR - Interface de Rede

Figura 4.4 - Rede Local (Sub-rede de Gerenciamento) utilizada no Sistema Digital de Controle Distribuído

A comunicação entre tais estações de trabalho é realizada através dos protocolos de comunicação descritos no item seguinte.

4.2.2.3. Protocolos de Comunicação

Em relação aos protocolos de comunicação, também neste caso seguiu-se a estrutura de protocolos para sistemas abertos proposta pela ISO (Figura 4.5). Nesta estrutura, a camada de enlace é responsável pela monitoração, programação e ativação das interfaces de Rede, quando da transmissão e/ou recepção de quadros da linha. As camadas física e de enlace foram implementadas a partir das recomendações IEEE 802.3 e IEEE 802.2, embora não tenham sido desenvolvidos os mecanismos de detecção de colisão previstos para o protocolo de acesso ao meio de transmissão CSMA/CD. A camada de rede inexiste pois não foi prevista a troca de mensagens entre redes distintas. Por último, tem-se a camada de transporte, que oferece ao usuário da rede os serviços de transmissão de dados fim-a-fim entre duas estações da rede. Esta camada foi implementada segundo especificações particulares do próprio fabricante da rede local [67].

Nesta rede, são também oferecidos ao usuário os serviços da camada de transporte, que devem ser utilizados pela camada de aplicação para implementar as funções a ela associadas de transferência, acesso e gerenciamento de arquivos. Os serviços da camada de transporte estão relacionados na tabela 4.2.

Além dos serviços de estabelecimento de conexão e transferência de dados, que têm funções semelhantes aos especificados pela ISO para camada de transporte [41], [42], são também oferecidos os serviços de "apresentação do processo usuário" e de "retirada do processo usuário".

O serviço de "apresentação do processo usuário" é usado para informar à camada de transporte que o processo usuário correspondente está disposto a ser reconhecido pelos

CLE - Controle Logico de Enlace
CSMA - Carrier Sense Multiple Access

Figura 4.5 - Estrutura de Protocolos dos Sistemas Interligados através da Sub-rede de Gerenciamento

SERVIÇOS	PRIMITIVAS DE SERVIÇOS	PARAMETROS
Estabelecimento de Conexão	Pedido de Conexão	. Endereço Estação Destino . Nome do Processo Usuário Chamado
	Confirmação de Conexão	. Resultado (Sucesso ou Não) . Número do Processo Usuário Chamado . Senha do Processo Usuário Chamado
Transferência de Dados	Dados	. Número do Processo Usuário Chamado . Senha do Processo Usuário Chamado . Dados
	Reconhecimento de Dados	-----
	Rejeição de Dados	. Motivo da Rejeição
Apresentação do Processo Usuário	Abre	-----
Retirada do Processo Usuário	Fecha	-----

Tabela 4.2 - Serviços Oferecidos pela Camada de Transporte da Rede Local do SDGD

demais processos integrados à rede, enquanto o serviço de "retirada do processo usuário" é usado em situação inversa, quando este processo deseja encerrar suas atividades de comunicação, retirando-se da rede.

4.2.3. Consideração sobre as redes utilizadas

As características das duas redes locais apresentadas determinaram algumas decisões tomadas durante a especificação do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado. Como exemplo típico, pode-se citar o fato de ainda não ter sido implementada a camada de sessão para nenhuma das duas redes. Se for desejável oferecer ao elemento de usuário o nível de serviço "confiável", torna-se imprescindível utilizar os serviços de sincronização da camada de sessão [63]. Como esta camada, por enquanto, não vai ser implementada, foram introduzidas, então, algumas extensões provisórias à especificação original do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, que tornaram possível oferecer o nível de serviço "confiável" ao elemento de usuário. Na próxima parte deste capítulo, são discutidas opções que, como esta, foram tomadas durante a especificação do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado, em virtude das características das duas redes locais utilizadas.

4.3. Especificação do Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM implementado

Neste item, é apresentada a especificação do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM abordando os seguintes aspectos:

- a) Sistema de Arquivos Real e as funções de mapeamento entre este sistema e o Sistema de Arquivos Virtual;
- b) serviços de transferência de arquivos oferecidos ao elemento de usuário;
- c) protocolo de transferência de arquivos.

Esta sequência de apresentação segue a mesma ordem adotada pelas normas da ISO [29], [30], [31] e [32], que também foi seguida no capítulo 3.

4.3.1. Sistema de Arquivos Virtual Versus Sistema de Arquivos Real

O modelo de Sistema de Arquivos Virtual (SAV) da ISO, conforme apresentado no capítulo 3, é definido de acordo com seguintes aspectos:

- a) estrutura do arquivo;
- b) atributos (de identificação e de atividade) do arquivo;
- c) tipos de operações efetuadas sobre o arquivo (como um todo ou sobre parte de seus dados).

A partir deste Sistema de Arquivos Virtual e do Sistema Real são definidas as funções de mapeamento, que absorvem as diferenças de representação e especificação de arquivos existentes entre os dois sistemas. O Sistema de Arquivos Real associado às estações de trabalho é o mesmo para as duas redes locais descritas anteriormente.

4.3.1.1. Estrutura de Arquivos

Em relação à estrutura de arquivos, a ISO descreve o seu modelo de Sistema de Arquivos Virtual a partir de uma estrutura hierárquica, que tem, como caso particular, os arquivos sequenciais. No caso dos sistemas utilizados, inicialmente, serão manipulados apenas arquivos sequenciais.

4.3.1.2. Atributos de Arquivos

O modelo de Sistema de Arquivos Virtual (SAV) define duas classes de atributos:

a) atributos de identificação

Esta classe de atributos é dividida em três subconjuntos: subconjunto de atributos básicos

(por exemplo, nome e tipo de dados do arquivo), subconjunto de atributos de armazenamento (por exemplo, tamanho do arquivo e data da sua última alteração) e subconjunto de atributos de segurança (por exemplo, controle de acesso).

Destes subconjuntos, o Sistema de Arquivos Real suporta os dois primeiros, sendo obrigatório pela ISO, conforme mencionado no capítulo 3, existir somente o subconjunto de atributos básicos. Em relação ao subconjunto de segurança, futuramente, devem ser implementados para a REDUSP mecanismos de controle de acesso imprescindíveis para esta rede, já que a mesma será utilizada por diferentes tipos de usuários. Na rede local do SDGD, tais mecanismos não são tão necessários, pois os sistemas de arquivos são acessados por processos aplicativos, a priori bem comportados.

b) atributos de atividade

Esta classe de atributos é dividida nos mesmos três subconjuntos: subconjunto de atributos básicos (por exemplo, modo de processamento corrente e entidade de aplicação iniciadora), subconjunto de atributos de armazenamento (por exemplo, conta e controle de concorrência correntes) e subconjunto de atributos de segurança (por exemplo, senhas de acesso correntes).

Da mesma maneira que no caso anterior, somente os dois primeiros subconjuntos de atributos de atividade são suportados pelo Sistema de Arquivos Real. Contudo, uma ressalva deve ser feita em relação ao atributo "controle de concorrência", visto que, no sistema implementado, um arquivo apenas pode ser acessado num dado instante por um único usuário.

Futuramente, devem ser implementados mecanismos que permitam, no caso de leitura, que sejam feitos acessos simultâneos a um único arquivo por vários usuários.

4.3.1.3. Operações sobre Arquivos

Por último, o modelo de Sistema de Arquivos Virtual define o conjunto de operações que podem ser efetuadas sobre os arquivos e seus dados. Neste caso, também são definidas duas classes de operações:

a) Operações sobre o arquivo todo

Esta classe inclui as seguintes operações relacionadas com os atributos de um arquivo: seleção, criação, leitura/mudança de atributos, abertura, fechamento, remoção e desseleção de arquivo.

A operação de seleção, como foi explicado no capítulo 3, é usada para verificar se um determinado arquivo existe ou não no sistema de arquivos em questão. Caso o mesmo não exista, ele pode eventualmente ser criado, e posteriormente aberto para que sejam gravados dados no mesmo.

No caso dos sistemas de arquivos reais utilizados, como se observa na tabela 4.3, que relaciona suas operações e respectivas funções, não existem explicitamente as operações de seleção e criação, que estão embutidas na operação de abertura. Assim sendo, se é feita uma tentativa de abrir um arquivo inexistente, o mesmo é criado e aberto, e é emitida uma indicação de erro, que permite verificar se o arquivo foi criado ou não.

Desta maneira, precisam ser utilizadas funções de mapeamento que absorvam as diferenças existentes

OPERAÇÕES DO SISTEMA DE ARQUIVOS REAL	PARÂMETROS	FUNÇÃO
INI\$DISK	-	Inicia o sistema de arquivos local.
OPEN	<ul style="list-style-type: none"> . Ponteiro para o número do arquivo . Ponteiro para o nome do arquivo . Modo de processamento . Tamanho dos registros . Ponteiro para indicação de erro 	<ul style="list-style-type: none"> . Abre e/ou cria o arquivo especificado . Se modo de processamento = LEITURA <ul style="list-style-type: none"> .. Se arquivo especificado existe <ul style="list-style-type: none"> ... Abre este arquivo. .. Se arquivo especificado não existe <ul style="list-style-type: none"> ... Emite indicação de erro. . Se modo de processamento = GRAVAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> .. Se arquivo especificado existe <ul style="list-style-type: none"> ... Abre este arquivo. .. Se arquivo especificado não existe <ul style="list-style-type: none"> ... Cria e abre arquivo com o nome especificado. ... Emite indicação de criação de um novo arquivo.
CLOSE	<ul style="list-style-type: none"> . Número do arquivo . Ponteiro para indicação de erro 	. Fecha o arquivo especificado.
READ	<ul style="list-style-type: none"> . Número do Arquivo . Ponteiro para o "buffer" de leitura . Número de bytes a serem lidos . Ponteiro para o número de bytes realmente lidos . Ponteiro para indicação de erro 	<ul style="list-style-type: none"> . Leitura sequencial do arquivo especificado. . A primeira leitura é sempre efetuada a partir do primeiro byte do arquivo; as leituras subsequentes são sempre efetuadas a partir do byte seguinte ao último byte lido.

(Continua...)

Tabela 4.3 - Operações do Sistema de Arquivos Real

OPERAÇÕES DO SISTEMA DE ARQUIVOS REAL	PARÂMETROS	FUNÇÃO
WRITE	<ul style="list-style-type: none"> . Número do arquivo . Ponteiro para o "buffer" de gravação . Número de bytes a serem gravados . Ponteiro para indicação de erro 	<ul style="list-style-type: none"> . Gravação sequencial do arquivo especificado . As gravações são sempre efetuadas a partir do último byte do arquivo.
RENAME	<ul style="list-style-type: none"> . Ponteiro para o nome atual . Ponteiro para o nome novo . Ponteiro para indicação de erro 	<ul style="list-style-type: none"> . Alteração do nome de um arquivo.
ERASE	<ul style="list-style-type: none"> . Ponteiro para o nome do arquivo . Ponteiro para indicação de erro 	<ul style="list-style-type: none"> . Remoção do arquivo especificado.
DIRET	<ul style="list-style-type: none"> . Unidade de disco . Nome do diretório . Nome do conjunto de arquivos (máscara) . Modo de Acesso . Ponteiro para o "buffer" de leitura . Número de entradas a serem lidas . Ponteiro para indicação de erro 	<ul style="list-style-type: none"> . Leitura dos atributos (nome, tamanho e data da última atualização) dos arquivos de um diretório; as leituras são efetuadas a partir da entrada do diretório definida pelo parâmetro "Modo de Acesso".

Tabela 4.3 - (Continuação...)

entre as operações de SELEÇÃO, CRIAÇÃO e ABERTURA dos Sistemas de Arquivos Virtual e Real. A tabela 4.4 apresenta, para cada tipo de operação do Sistema de Arquivos Virtual, o conjunto correspondente de operações do Sistema de Arquivos Real, ou seja, apresenta as funções de mapeamento entre um sistema e o outro.

b) Operações sobre os dados do arquivo

Esta classe inclui as seguintes operações usadas para acessar dados de arquivos: busca, leitura, inserção, substituição, extensão e remoção.

Como foi anteriormente mencionado no capítulo 3, o modelo de Sistema de Arquivos Virtual da ISO prevê, no caso de arquivos sequenciais, somente três tipos de operações: busca, leitura e inserção.

A operação BUSCA, especificada para o Sistema de Arquivos Virtual, permite localizar o primeiro e o último registro do arquivo, e o registro anterior ou seguinte ao registro corrente. No caso do Sistema de Arquivos Real, não é possível fazer a busca do registro anterior ao registro corrente, operação que não se mostrou necessária, na implementação da classe de serviços oferecida ao elemento de usuário pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM.

A tabela 4.5 apresenta para cada tipo de operação do Sistema de Arquivos Virtual, o conjunto correspondente de operações do Sistema de Arquivos Real.

O elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, interagindo com os Sistemas de Arquivos Virtuais associados a diversas estações de trabalho da rede, presta ao elemento de usuário os serviços de transferência de arquivos, conforme

OPERAÇÕES DO SISTEMA DE ARQUIVOS VIRTUAL	OPERAÇÕES CORRESPONDENTES DO SISTEMA DE ARQUIVOS REAL
Seleção	<ul style="list-style-type: none"> . Abre (OPEN) - Modo Processamento = LEITURA . Se não existe o arquivo especificado .. Emite indicação de erro. . Se existe o arquivo especificado .. Fecha (CLOSE) o arquivo.
Criação	<ul style="list-style-type: none"> . Abre (OPEN) - Modo de Processamento = GRAVAÇÃO . Se não existe o arquivo especificado .. Fecha o arquivo. . Se existe o arquivo especificado .. Fecha o arquivo. .. Emite indicação de erro.
Mudança de Atributos	. Altera o nome do arquivo (RENAME).
Leitura de Atributos	. Lê o nome do arquivo, o seu tamanho e a data da última alteração (DIRECT).
Abertura de Arquivo	<ul style="list-style-type: none"> . Abre (OPEN) - Modo de Processamento = LEITURA/GRAVAÇÃO . Se não existe o arquivo especificado .. Se modo de processamento = GRAVAÇÃO ... Fecha o arquivo. ... Remove o arquivo criado. .. Emite indicação de erro.
Fechamento de Arquivo	. Fecha (CLOSE).
Remoção do Arquivo	. Remove (ERASE).
Desseleção do Arquivo	. Desfaz a associação existente entre o usuário iniciador e o arquivo selecionado.

Tabela 4.4 - Mapeamento entre as Operações sobre o Arquivo todo suportadas pelo Sistema de Arquivos Virtual e pelo Sistema de Arquivos Real.

OPERAÇÕES DO SISTEMA DE ARQUIVOS VIRTUAL	OPERAÇÕES CORRESPONDENTES DO SISTEMA DE ARQUIVOS REAL
Busca	. Busca no primeiro registro (READ). . Busca no último registro (WRITE). . Busca no registro seguinte (READ/WRITE).
Leitura	. Leitura sequencial de registro (READ).
Inserção	. Gravação sequencial (WRITE).
Remoção	. Remove o arquivo todo (ERASE).

Tabela 4.5 - Mapeamento entre as Operações sobre os Dados do Arquivo suportadas pelo Sistema de Arquivos Virtual e pelo Sistema de Arquivos Real

especificados no próximo item.

4.3.2. Serviços Oferecidos pelo Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM

4.3.2.1. Relação entre o Elemento de Usuário e o Elemento de Serviço de Aplicação

Antes de serem apresentados os serviços propriamente ditos, oferecidos pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM ao elemento de usuário do sistema implementado, é importante apresentar alguns aspectos que definem como estes serviços são oferecidos.

De uma maneira geral, podem-se definir dois modos básicos de prestação de serviços a um usuário [5]:

- a) Serviço orientado à conexão (Connection-oriented service): Neste caso, os usuários das entidades pares são responsáveis pelo acompanhamento e controle do andamento de cada operação efetuada. Existem primitivas de serviço de recuperação de erros e de aborto de transações, acessíveis ao usuário.
- b) Serviço orientado à transação (Transaction-oriented service): Aos usuários das entidades pares são acessíveis, neste caso, primitivas bastante poderosas, que combinam múltiplas funções e tratam a transferência de arquivos, por exemplo, como uma operação indivisível.

O modelo ISO optou pela primeira alternativa, por considerá-la mais flexível, no sentido em que o usuário pode determinar o progresso das operações a serem efetuadas, de acordo com suas necessidades. Os usuários de duas entidades correspondentes assumem funções diferentes e até complementares. Existe o usuário iniciador, que tem a iniciativa de disparar, por exemplo, a transferência de arquivos, e o usuário respondedor, que executa o trabalho

proposto e se reporta ao usuário iniciador. Tal usuário respondedor não tem nenhuma relação direta com o usuário final (Figura 4.6).

No caso do sistema implementado, adotou-se uma solução intermediária entre as duas alternativas apresentadas. O elemento do usuário iniciador acompanha e é responsável pelo progresso de cada fase da transferência de arquivos propriamente dita (estabelecimento de associação de aplicação, seleção de arquivo, abertura, transferência de dados,...). Contudo, na fase de transferência de dados, este elemento de usuário inicia, através de uma primitiva de serviço, a gravação ou leitura do arquivo, anteriormente especificado, do Sistema de Arquivos Virtual da respectiva estação remota, e é informado, através de uma outra primitiva de serviço, sobre o sucesso ou não da operação solicitada apenas ao final da transferência de dados do arquivo especificado. Assim sendo, o elemento de usuário não toma conhecimento do envio ou da chegada das mensagens de dados do arquivo, que está sendo transferido.

A solução adotada teve como objetivo simplificar a interface entre o elemento de serviço de aplicação e o elemento de usuário, sem contudo comprometer de maneira significativa a flexibilidade dos serviços, que permitem ao elemento de usuário acompanhar o andamento de cada uma das fases da transferência de arquivos. Isto pode ser constatado mais adiante, quando forem apresentados com mais detalhes, os serviços oferecidos pelo elemento de serviço de aplicação implementado.

Além disso, foram introduzidas outras alterações relacionadas às funções do elemento de usuário iniciador e do elemento de usuário respondedor. Segundo o modelo da ISO, os elementos de usuário, tanto da entidade de aplicação iniciadora como da entidade respondedora, acompanham o progresso da transferência de arquivos em curso entre as duas entidades de aplicação. No caso da implementação em questão, optou-se por não permitir que o elemento de usuário da entidade respondedora tomasse conhecimento do andamento da transferência

Figura 4.8 - Relação entre os Elementos de uma Entidade de Aplicação proposta pela ISO

de arquivos, iniciada pelo elemento de usuário de uma estação remota.

Como resultado desta alteração, tem-se um sistema bastante assimétrico, onde as funções de controlar e acompanhar o progresso de cada uma das fases da transferência de arquivos ficam a cargo do elemento de usuário da entidade de aplicação iniciadora (exceto o progresso da transferência de dados propriamente dita). Aos elementos de serviço de aplicação das entidades de aplicação pares cabem as funções de gerenciamento dos elementos de protocolo e das primitivas de serviço aceitas e produzidas, além das funções de acesso ao sistema de arquivos local.

Como vantagem da solução adotada, tem-se uma simplicidade maior do elemento de usuário implementado, embora isto, obviamente, implique numa maior complexidade do elemento de serviço de aplicação. Além disso, o sistema torna-se mais eficiente, na medida em que diminui o número de transações existentes entre o elemento de usuário e o elemento de serviço de aplicação da entidade respondedora.

Cabe ressaltar, que as alterações efetuadas não comprometem a conformidade do sistema implementado, segundo a definição de sistema aberto proposta pela ISO, pois não interferem nos aspectos relativos à produção e aceitação dos elementos de protocolo. Aspectos de conformidade do sistema implementado são tratados com maior ênfase no capítulo 6.

Uma vez apresentados os aspectos gerais, referentes às funções atribuídas ao elemento de usuário e ao elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, no que diz respeito às interações existentes entre tais elementos, prossegue-se com a apresentação dos serviços propriamente ditos.

4.3.2.2. Serviços Oferecidos

No capítulo 3 foram descritos os diversos regimes e fases que caracterizam a comunicação entre as entidades de aplicação que prestam os serviços de transferência de arquivos.

A partir daí, foram, então, definidos os seguintes subconjuntos de serviços:

- a) Subconjunto de Serviços Básicos (SB);
- b) Subconjunto de Serviços de Transferência de Dados (STD);
- c) Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado (SGL);
- d) Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Estendido (SGE);
- e) Subconjunto de Serviços de Controle de Erros (SCE);
- f) Subconjunto de Serviços de Acesso (SAC).

A especificação dos serviços definidos para cada um destes subconjuntos é apresentada nos próximos itens, descrevendo-se suas funções e as primitivas de serviço usadas para solicitar e confirmar a execução do serviço correspondente.

Tais primitivas de serviço correspondem a primitivas especificadas pelas normas de padronização da ISO [31], que possuem funções similares, embora, na maioria dos casos, ao contrário da norma, tenha se optado por utilizar primitivas de serviço diferentes para informar ao elemento de usuário sobre a aceitação ou rejeição do seu pedido de serviço. Nas normas de padronização, é especificada a mesma primitiva de confirmação, com valores diferentes de seus parâmetros (parâmetros: RESULTADO DO ESTADO e RESULTADO DA AÇÃO), para aceitar ou rejeitar um pedido de serviço. A solução adotada simplifica, por parte do elemento de usuário, o tratamento das primitivas de serviço recebidas. No Apêndice A-1 estão relacionados os parâmetros definidos para cada uma das primitivas especificadas pela ISO.

A maioria das primitivas de confirmação, usadas pelo elemento de serviço de aplicação para informar ao elemento de usuário sobre o sucesso ou não da execução do serviço por ele solicitado, tem os mesmos parâmetros. Estes parâmetros são:

TÍTULO DA APLICAÇÃO RESPONDEDORA E DIAGNÓSTICO. O parâmetro TÍTULO DA APLICAÇÃO RESPONDEDORA é sempre obrigatório e é usado para identificar a associação de aplicação à qual se refere tal primitiva de confirmação. O parâmetro DIAGNÓSTICO é obrigatório quando tal primitiva de serviço é usada para informar ao elemento de usuário sobre a rejeição do pedido de serviço por ele efetuado, pois contém informações sobre a causa de tal rejeição ou sobre a ocorrência de eventuais erros. As únicas primitivas de serviço de confirmação, que não têm estes parâmetros, são as primitivas de serviço ATRIB_LIDOS e ATRIB_ALTERADOS. Assim sendo, para a maioria dos serviços apresentados a seguir, são especificados somente os parâmetros das primitivas de serviço de pedido, ficando subentendido que as primitivas de serviço de confirmação têm os parâmetros mencionados acima. As primitivas de resposta e indicação não existem na maioria dos casos, pois, conforme mencionado anteriormente, o elemento de usuário da entidade de aplicação respondedora não participa nem acompanha o andamento das operações iniciadas pelo usuário da estação remota.

4.3.2.2.1. Subconjunto de Serviços Básicos (SB)

Conforme descrito no capítulo 3, este subconjunto inclui os serviços de estabelecimento e liberação de uma associação de aplicação e seleção e "desseleção" de arquivo.

Estes serviços são básicos e, portanto, devem ser implementados, independentemente da classe de serviços oferecida.

A tabela 4.6 contém a relação das primitivas de serviço correspondentes aos serviços acima citados, que são apresentados a seguir:

a) Estabelecimento de Associação de Aplicação

O elemento de usuário solicita que seja estabelecida uma associação de aplicação através da primitiva de serviço CONECTA, cujos parâmetros são apresentados na tabela 4.7. Caso tal pedido

TIPO DE SERVIÇO	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE PEDIDO	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE CONFIRMAÇÃO POSITIVA	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE CONFIRMAÇÃO NEGATIVA	REGIME
Estabelecimento de Associação de Aplicação	CONECTA	CONECTADO	DESCONECTADO	Conexão de Aplicação
Liberação Normal da Associação de Aplicação	DESCONECTA	DESCONECTADO	-	
Liberação Abrupta da Associação de Aplicação	ABORTA	ABORTADO (*)	-	
Seleção de um Arquivo no Sistema de Arquivos Remoto	SELECIONA	SELECIONADO	DESSELECIONADO	Seleção de Arquivo
"Desseleção" do Arquivo anteriormente selecionado	DESSELECIONA	DESSELECIONADO	-	

(*) - Primitiva de Indicação

Tabela 4.6 - Relação dos Serviços e das respectivas Primitivas relativas ao Subconjunto de Serviços Básicos (SB)

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a entidade de aplicação chamada	Obrigatório
Nível de Serviço	Especifica o nível de serviço desejado	Obrigatório
Classe de Serviço	Especifica a classe de servi- ço desejada	Obrigatório
Identificador do Usuário	Identifica o usuário chamador	Opcional
Senha do Usuário	Autentica o usuário chamador	Opcional

Tabela 4.7 - Parâmetros da Primitiva de Serviço CONECTA

seja aceito, o elemento de usuário recebe, como resposta, uma primitiva de serviço CONECTADO, cujo campo de diagnóstico opcional pode conter informações adicionais sobre o estabelecimento do regime de conexão de aplicação. Caso contrário, o elemento de usuário recebe como resposta a primitiva de serviço DESCONECTADO, cujo campo de diagnóstico contém informações sobre a causa da rejeição do pedido de estabelecimento da associação de aplicação, que pode ser, por exemplo, "nível de serviço" não oferecido pelo prestador dos serviços de transferência de arquivos.

A primitiva de serviço CONECTA corresponde à primitiva de serviço F_INITIALIZE_request especificada nas normas de padronização da ISO. As primitivas de serviço CONECTADO e DESCONECTADO, por sua vez, correspondem à primitiva de serviço F_INITIALIZE_confirm, quando esta é usada para informar, respectivamente, sobre a aceitação e rejeição do pedido de estabelecimento de associação de aplicação.

Como parâmetros da primitiva CONECTA (Tabela 4.7) utilizou-se um subconjunto dos parâmetros obrigatórios especificados para a primitiva de serviço F_INITIALIZE_request, desconsiderando-se aqueles pertinentes ao uso dos serviços da camada de apresentação, inexistente no caso dos sistemas utilizados, e o parâmetro relativo ao subconjunto de atributos opcionais disponível durante o regime de conexão, pré-determinado no caso desta implementação. Dos parâmetros opcionais, optou-se por utilizar os parâmetros IDENTIFICADOR DO USUÁRIO e SENHA DO USUÁRIO, que serão imprescindíveis quando forem implementados mecanismos de controle de acesso aos sistemas de

arquivos.

As primitivas CONECTADO e DESCONECTADO têm os mesmos parâmetros: TÍTULO DA APLICAÇÃO RESPONDEDORA e DIAGNÓSTICO. Comparando-se parâmetros destas primitivas com aqueles especificados para a primitiva de serviço F_INITIALIZE_confirm, pode-se dizer que foram descartados basicamente os mesmos parâmetros mencionados para a primitiva CONECTA.

b) Liberação Normal da Associação de Aplicação

O pedido de liberação normal de uma associação de aplicação é feito pelo elemento de usuário através da primitiva de serviço DESCONECTA. Tal pedido não pode ser rejeitado e é confirmado através da primitiva de serviço DESCONECTADO, liberando, desta maneira, o regime de conexão de aplicação.

As primitivas de serviço especificadas nas normas de padronização da ISO, correspondentes, respectivamente, às primitivas DESCONECTA e DESCONECTADO, usadas neste caso, são as seguintes: F_TERMINATE_request e F_TERMINATE_confirm, não existindo diferenças significativas entre os parâmetros especificados para as mesmas (Tabela 4.8).

c) Liberação Abrupta da Associação de Aplicação

Tanto o elemento de usuário da entidade de aplicação iniciadora como o da entidade respondedora podem solicitar que uma associação de aplicação seja desfeita abruptamente, liberando-se assim todos os regimes. Isto é feito através da primitiva de serviço ABORTA. Ou ainda, o próprio elemento de serviço de aplicação, em decorrência, por exemplo, de um erro de

protocolo, pode iniciar a liberação abrupta de uma associação de aplicação. Como resultado, quando tal liberação não é iniciada pelo elemento de usuário da entidade de aplicação iniciadora, este sempre recebe a primitiva de serviço ABORTADO. Este serviço não é confirmado.

A primitiva de serviço ABORTA corresponde à primitiva de serviço F_U_ABORT_request, enquanto a primitiva ABORTADO corresponde às primitivas F_U_ABORT_indication e F_P_ABORT_indication, usadas quando o procedimento de liberação abrupta da associação de aplicação é iniciado, respectivamente, pelo elemento de usuário da estação remota ou por qualquer um dos elementos de serviço de aplicação SASE_FTAM envolvidos. No caso do sistema especificado, não se julgou necessário usar primitivas diferentes para distinguir o originador do pedido de liberação abrupta de associação de aplicação.

O parâmetro DIAGNÓSTICO das primitivas ABORTA e ABORTADO é obrigatório e contém a causa da liberação abrupta de tal associação de aplicação, ou a indicação de algum tipo de erro detectado (Tabela 4.9).

Como este serviço pode ser usado para abortar, por exemplo, uma transferência de arquivos em andamento, podem ser introduzidas inconsistências nos sistemas de arquivos envolvidos. As normas não prevêm nenhum tratamento especial para estes casos. A solução adotada, foi fechar os arquivos envolvidos e terminar os regimes pendentes, ficando a cargo do usuário final dos sistemas verificar a consistência dos dados de tais arquivos.

PARÂMETRO	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica qual associação de aplicação deve ser liberada.	Obrigatório

Tabela 4.8 - Parâmetros da Primitiva de Serviço DESCONNECTA

PARÂMETRO	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica qual associação de aplicação foi liberada abruptamente.	Obrigatório
Diagnóstico	Contém informações sobre a causa da liberação abrupta da associação de aplicação.	Obrigatório

Tabela 4.9 - Parâmetros das Primitivas de Serviço ABORTA e ABORTADO

d) Seleção de Arquivo

A primitiva de serviço SELECIONA é usada, pelo elemento de usuário, para solicitar, ao elemento de serviço de aplicação, que selecione o arquivo especificado no Sistema de Arquivos Virtual remoto. Se tal arquivo existir e se o mesmo não estiver vinculado a outra associação de aplicação (controle de concorrência), tal pedido de seleção de arquivo é aceito através da primitiva SELECIONADO, estabelecendo-se, desta maneira, o regime de seleção de arquivo. Caso contrário, este mesmo elemento de usuário recebe a primitiva DESSELECIONADO, que informa a causa da rejeição do pedido de seleção de arquivo.

A primitiva SELECIONA corresponde à primitiva F_SELECT_request especificada nas normas de padronização da ISO, enquanto as primitivas SELECIONADO e DESSELECIONADO correspondem à primitiva F_SELECT_confirm, com valores diferentes de seus parâmetros.

Como se pode verificar através da tabela 4.10, a primitiva de serviço SELECIONA tem como parâmetros tanto o nome do arquivo da estação local como o da estação remota. O nome do arquivo da estação local apenas deve ser especificado quando for efetivamente realizada uma transferência de arquivos entre estações da rede. Este parâmetro inexistente para as primitivas especificadas pelas normas da ISO pois, como foi anteriormente exposto, no caso destas normas cabe ao elemento de usuário acompanhar todas as etapas de uma transferência em andamento, lendo ou gravando dados no arquivo da estação local, ao contrário do que ocorre no sistema implementado.

Em relação ao parâmetro tipos de acesso, é

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a qual associação de aplicação deve ser associado o arquivo selecionado.	Obrigatório
Nome do Arquivo da Estação Local	Identifica o arquivo da estação local do qual vão ser lidos os dados a serem transferidos para a estação remota, ou o arquivo no qual vão ser gravados os dados recebidos desta estação remota.	Condicional
Nome do Arquivo da Estação Remota	Identifica o arquivo a ser selecionado no sistema de arquivos remoto.	Obrigatório
Tipos de Acesso	Especifica os tipos de operações (leitura, inserção, leitura/alteração de atributos,...) que podem ser efetuadas sobre o arquivo selecionado.	Obrigatório

Tabela 4.10 - Parâmetros da Primitiva de Serviço SELECIONA

Importante salientar, que quando este parâmetro for igual a "leitura de atributos" permite-se, ao contrário das especificações da ISO, seleccionar um conjunto de arquivos.

Além disso, nas normas de padronização da ISO são especificados para a primitiva F_SELECT_request (correspondente à primitiva SELEZIONE), parâmetros relativos a senha de acesso e controle de concorrência referente a cada tipo de acesso especificado. No caso do sistema implementado, quando forem introduzidos mecanismos de controle de acesso ao arquivo seleccionado, ao invés de se utilizarem senhas de acesso para verificar a validade de cada tipo de acesso solicitado pelo elemento de usuário, pretende-se utilizar a própria SENHA DE USUÁRIO, definida na fase de estabelecimento de associação de aplicação, pois não se considera necessário aumentar o nível de segurança através do uso de senhas múltiplas. Quanto aos mecanismos de controle de concorrência, como foi anteriormente mencionado no item 4.3.1.2, não será permitido nenhum tipo de acesso compartilhado aos arquivos dos sistemas associados às estações da rede.

As primitivas SELECONADO e DESSELECONADO têm os mesmos parâmetros: TÍTULO DA APLICAÇÃO RESPONDEDORA e DIAGNÓSTICO, não existindo diferenças significativas em relação aos parâmetros especificados para a primitiva de serviço F_SELECT_confirm.

e) "Desselecção" de Arquivo

Quando o elemento de usuário da entidade iniciadora finaliza as operações que deseja efetuar sobre o arquivo seleccionado, ele solicita que seja iniciada a fase de "desselecção" de

arquivo, através da primitiva de serviço DESSELECIONA (Tabela 4.11). Tal pedido não pode ser rejeitado e deve ser confirmado através da primitiva DESSELECIONADO, finalizando, desta maneira, o regime de seleção de arquivo.

As primitivas de serviço DESSELECIONA e DESSELECIONADO correspondem, respectivamente, às primitivas de serviço F_DESELECT_request e F_DESELECT_confirm especificadas nas normas de padronização da ISO. Como a primitiva F_DESELECT_confirm encerra o regime de seleção de arquivo e, portanto, não podem mais ser executadas operações sobre o arquivo selecionado, especificam-se para esta primitiva parâmetros opcionais de tarifação dos custos das operações efetuadas utilizando os serviços da rede em questão. No caso do sistema implementado, optou-se por não introduzir mecanismos desta natureza, por não considerá-los imprescindíveis às aplicações envolvidas.

Quando a primitiva DESSELECIONADO é usada no caso deste serviço, o parâmetro DIAGNÓSTICO é opcional, pois contém apenas informações adicionais sobre a finalização do regime de seleção de arquivo.

4.3.2.2.2. Subconjunto de Serviços de Transferência de Dados (SID)

Os serviços deste subconjunto, conforme apresentado no capítulo 3, são os seguintes: abertura, fechamento, leitura e gravação de arquivo, além do serviço de cancelamento de uma transferência de dados em andamento.

Estes serviços devem ser obrigatoriamente oferecidos, se for negociada uma das seguintes classes de serviço: classe de transferência de arquivo, classe de acesso a

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a qual associa ção de aplicação está asso ciado o regime de seleção que deve ser liberado.	Obrigatório

Tabela 4.11 - Parâmetros da Primitiva de Serviço DESSELECIONA

arquivo ou classe de transferência e gerenciamento de arquivo.

A tabela 4.12 contém a relação das primitivas de serviço correspondentes aos serviços acima citados, que são apresentados a seguir:

a) Abertura de Arquivo

Uma vez estabelecido o regime de seleção de arquivo, se o elemento de usuário deseja acessar o arquivo selecionado no sistema remoto, faz-se necessário iniciar a fase de acesso a arquivo. Com este objetivo, o elemento de usuário solicita que tal arquivo seja aberto através da primitiva de serviço ABRE. Dependendo do tipo de operação a ser efetuada, pode ser necessário abrir tanto o arquivo da estação remota como também o da estação local. No caso do sistema implementado, isto sempre ocorre, pois a fase de acesso a arquivo é iniciada apenas quando se deseja efetuar uma transferência de arquivos entre estações da rede. Como resposta ao pedido de abertura de arquivo, o elemento de usuário pode receber as primitivas de serviço ABERTO ou FECHADO, usadas para informar sobre a aceitação ou rejeição do pedido de abertura de arquivo, respectivamente. Um pedido de abertura de arquivo pode ser rejeitado se houver erro de acesso ao sistema de arquivos local ou remoto, não sendo estabelecido, então, o regime de acesso a arquivo.

A primitiva ABRE corresponde à primitiva F_OPEN_request especificada nas normas de padronização da ISO, enquanto as primitivas ABERTO e FECHADO correspondem à primitiva F_OPEN_confirm, com valores diferentes de seus parâmetros.

TIPO DE SERVIÇO	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE PEDIDO	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE CONFIRMAÇÃO POSITIVA	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE CONFIRMAÇÃO NEGATIVA	REGIME
Abertura do Arquivo Selecionado	ABRE	ABERTO	FECHADO	Acesso a Arquivo
Fechamento do Arquivo Selecionado	FECHA	FECHADO	-	
Leitura do Arquivo Selecionado	LE	FIM_TRANSF	CANCELADO	Transferência de Dados
Gravação do Arquivo Selecionado	GRAVA	FIM_TRANSF	CANCELADO	
Cancelamento da Transferência de Arquivos em andamento	CANCELA	CANCELADO	-	

Tabela 4.12 - Relação dos Serviços e das respectivas Primitivas do Subconjunto de Serviços de Transferência de Dados (STD).

Como se pode verificar através da tabela 4.13, a primitiva de serviço ABRE tem como parâmetros tanto o modo de processamento do arquivo da estação local como o da estação remota. No caso da primitiva F_OPEN_request correspondente, especificada pelas normas da ISO, não há o parâmetro referente ao arquivo da estação local. Esta diferença existe pelo mesmo motivo apresentado para a primitiva SELECIONA pois, para o sistema implementado, toda a responsabilidade pelo andamento da transferência de dados do arquivo selecionado, do qual o elemento de usuário não toma parte, cabe aos elementos de serviço de aplicação SASE_FTAM envolvidos.

Além disso, as normas de padronização da ISO prevêm para a primitiva F_OPEN_request, dois parâmetros adicionais não utilizados no sistema implementado. O primeiro deles se refere ao tipo de dados contidos no arquivo a ser aberto, informação tratada pela camada de apresentação, que inexistente no caso das duas redes locais utilizadas. O outro parâmetro especifica o controle de concorrência para cada tipo de acesso ao arquivo selecionado definido na fase de seleção de arquivo. Este parâmetro não foi utilizado pelos mesmos motivos apresentados para o serviço de seleção de arquivo.

As primitivas ABERTO e FECHADO têm os mesmos parâmetros: TÍTULO DA APLICAÇÃO RESPONDEDORA e DIAGNÓSTICO. Comparando-se os parâmetros destas primitivas com aqueles especificados para a primitiva F_OPEN_confirm, pode-se dizer que foram descartados, basicamente, os mesmos parâmetros mencionados para a primitiva ABRE.

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a qual associação de aplicação está associado o arquivo, que vai ser aberto.	Obrigatório
Modo de Processamento Local	Especifica os tipos de operações que podem ser efetuadas sobre o arquivo da estação local.	Obrigatório
Modo de Processamento Remoto	Especifica os tipos de operações que podem ser efetuadas sobre o arquivo da estação remota.	Obrigatório

Tabela 4.13 - Parâmetros da Primitiva de Serviço ABRE

b) Fechamento de Arquivo:

Após terminar o regime de transferência de dados, como não são oferecidos os serviços de acesso a registros, o elemento de usuário, normalmente, solicita, através da primitiva de serviço FECHA (Tabela 4.14), que sejam fechados os arquivos abertos nos sistemas de arquivos local e remoto. Tal pedido não pode ser rejeitado e deve ser confirmado através da primitiva FECHADO, que finaliza o regime de acesso a arquivo.

As primitivas de serviço FECHA e FECHADO correspondem, respectivamente, às primitivas de serviço F_CLOSE_request e F_CLOSE_confirm especificadas nas normas de padronização da ISO. O parâmetro DIAGNÓSTICO da primitiva de serviço FECHADO é opcional e pode ser usado, por exemplo, para indicar erros de acesso no fechamento dos arquivos correspondentes.

c) Leitura e Gravação de Arquivo

Uma vez estabelecido o regime de acesso a arquivo, o elemento de usuário, normalmente, inicia o regime de transferência de dados, solicitando a leitura ou gravação do arquivo selecionado no sistema de arquivos remoto. O pedido de leitura é feito através da primitiva de serviço LE, que define o sentido de transferência de dados como sendo da estação remota para a local. Neste caso, os dados do arquivo selecionado na estação remota são lidos e transferidos para estação local, onde são gravados no arquivo especificado na fase de seleção de arquivo. O pedido de gravação é feito, por sua vez, através da primitiva de serviço GRAVA, que define o sentido de transferência de dados inverso ao especificado pelo pedido de

leitura.

As primitivas de serviço LE e GRAVA correspondem, respectivamente, às primitivas de serviço F_READ_request e F_WRITE_request especificadas pelas normas de padronização da ISO. Contudo, no caso do sistema especificado, o elemento de usuário não acompanha o andamento da transferência de arquivos iniciada e apenas ao final da mesma recebe uma das primitivas de serviço FIM_TRANSF ou CANCELADO, usadas para informar sobre o sucesso ou insucesso de tal transferência, respectivamente. Deste modo, no caso do sistema especificado, não existem as primitivas correspondentes às F_DATA, F_CHECK e F_RESTART especificadas pelas normas da ISO, e que seriam usadas pelo elemento de usuário para acompanhar e controlar a transferência de arquivos por ele iniciada.

Tanto para a primitiva F_READ_request como para a primitiva F_WRITE_request, são definidos parâmetros que especificam a partir de qual registro vai ser lido ou gravado o arquivo da estação remota e qual a estrutura de tal arquivo. Parâmetros deste tipo não foram especificados para as primitivas LE e GRAVA (Tabela 4.15) pois, no caso do sistema implementado, sempre são acessados arquivos sequenciais, a partir do primeiro registro no caso de leitura, e a partir do último registro no caso de gravação. Além disso, para a primitiva F_WRITE_request, é definido um parâmetro que especifica o tipo de operação (inserção, substituição ou extensão) a ser efetuada sobre o arquivo, que também não é utilizado no sistema implementado pois, para arquivos sequenciais, apenas é definida a operação de inserção,

conforme descrito no capítulo 3.

As primitivas de serviço FIM_TRANSF e CANCELADO correspondem à primitiva F_TRANSFER_END_confirm com valores diferentes de seus parâmetros. Elas têm como parâmetros: TÍTULO DA APLICAÇÃO RESPONDEDORA e DIAGNÓSTICO. O parâmetro de diagnóstico para a primitiva CANCELADO é obrigatório, e deve conter informações sobre a causa do cancelamento da transferência de arquivos iniciada ou da rejeição do pedido de leitura ou gravação de arquivos.

d) Cancelamento de Transferência de Arquivo

Tanto o elemento de usuário da entidade de aplicação iniciadora como o da entidade respondedora podem solicitar que seja cancelada a transferência de arquivos em andamento, liberando, consequentemente, o regime de transferência de dados. Tal pedido é feito através da primitiva de serviço CANCELA e não pode ser rejeitado, devendo ser confirmado através da primitiva CANCELADO.

As primitivas CANCELA e CANCELADO correspondem, respectivamente, às primitivas F_CANCEL_request e F_CANCEL_confirm especificadas nas normas da ISO. Estas primitivas, CANCELA e CANCELADO, têm um parâmetro de diagnóstico, que é obrigatório no caso da primitiva CANCELA, pois contém a causa do cancelamento da transferência de arquivos em andamento (Tabela 4.16).

4.3.2.2.3. Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado (SGL)

Este subconjunto, conforme apresentado no capítulo 3, engloba os serviços de gerenciamento de arquivos que permitem criar, remover e ler atributos de um arquivo de um

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a qual associação de aplicação está associado o arquivo que deve ser fechado.	Obrigatório

Tabela 4.14 - Parâmetros da Primitiva de Serviço FECHA

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a associação de aplicação a qual está associado o arquivo selecionado no sistema remoto, cujos dados vão ser acessados.	Obrigatório

Tabela 4.15 - Parâmetros das Primitivas de Serviço LE e GRAVA

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a associação de aplicação a qual está associada a transferência de arquivos que se deseja cancelar.	Obrigatório
Diagnóstico	Contém informações sobre a causa do cancelamento da transferência de arquivos em andamento.	Obrigatório

Tabela 4.16 - Parâmetros da Primitiva de Serviço CANCELA

sistema de arquivos remoto.

Estes serviços devem ser oferecidos, obrigatoriamente, se for negociada a classe de gerenciamento de arquivo ou classe de transferência e gerenciamento de arquivo; são opcionais se for negociada a classe de transferência de arquivo e de acesso a arquivo.

A tabela 4.17 contém a relação das primitivas de serviço correspondentes aos serviços acima citados, que são apresentados a seguir:

a) Criação de Arquivo

Uma vez estabelecido o regime de associação de aplicação, o elemento de usuário pode solicitar, através da primitiva de serviço CRIA, a criação de um arquivo no sistema de arquivos remoto. Se o arquivo especificado não existir e não houver erro durante a sua criação, o elemento de usuário recebe, como resposta, a primitiva de serviço CRIADO, que confirma a criação do mesmo e o estabelecimento do regime de seleção de arquivo. Se o arquivo especificado existir, o pedido de criação do mesmo pode ser aceito ou rejeitado através das primitivas de serviço CRIADO e DESSELECIONADO, respectivamente. O procedimento adotado vai depender do valor do parâmetro CHAVE, especificado na primitiva de serviço CRIA (Tabela 4.18). As opções definidas por este parâmetro, no caso de já existir o arquivo especificado no sistema de arquivos remoto, são as seguintes:

- rejeitar o pedido de criação;
- seleccionar o arquivo especificado;
- remover o arquivo especificado e criar um novo arquivo com os mesmos atributos do arquivo removido;
- remover o arquivo especificado e criar um novo arquivo com os atributos especificados na

TIPO DE SERVIÇO	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE PEDIDO	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE CONFIRMAÇÃO POSITIVA	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE CONFIRMAÇÃO NEGATIVA	REGIME
Criação de um Arquivo no Sistema de Arquivos Remoto	CRIA	CRIADO	DESSELECIONADO	Seleção de Arquivo
Remoção do Arquivo Selecionado	SUPRIME	SUPRIMIDO	DESSELECIONADO	
Leitura de Atributos do Arquivo Selecionado	LE_ATRIB	ATRIB_LIDOS	OPER_ATRIB_REJEITADA	

Tabela 4.17 - Relação dos Serviços e das respectivas Primitivas do Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado (SGL)

primitiva de serviço CRIA.

A primitiva CRIA corresponde à primitiva F_CREATE_request especificada nas normas de padronização da ISO, e as primitivas CRIADO e DESSELECIONADO correspondem à primitiva F_CREATE_confirm, com valores diferentes de seus parâmetros.

Como se pode verificar através da tabela 4.18, a primitiva de serviço CRIA tem como parâmetros tanto o nome do arquivo a ser criado na estação remota como o nome de um arquivo da estação local. No caso da primitiva de serviço F_CREATE_request, especificada nas normas da ISO, não existe o parâmetro referente ao nome do arquivo da estação local. Esta diferença existe pelo mesmo motivo apresentado no caso da primitiva SELECIONA pois, no sistema implementado, o elemento de usuário não acompanha o andamento da transferência de dados por ele iniciada.

Além disso, nas normas de padronização da ISO são especificados, para a primitiva F_CREATE_request (correspondente à primitiva CRIA), parâmetros relativos às senhas de criação e de remoção, e também parâmetros relativos à senha de acesso e ao controle de concorrência referente a cada tipo de acesso especificado. No caso do sistema implementado, quando forem incluídos mecanismos de controle de acesso a arquivos dos sistemas envolvidos, pretende-se, ao invés de definir vários tipos de senha, utilizar a própria SENHA DO USUÁRIO definida na fase de estabelecimento de associação de aplicação. Com relação aos mecanismos de controle de concorrência, como foi anteriormente mencionado, por enquanto não será permitido nenhum tipo de acesso compartilhado a

arquivos dos sistemas associados às estações da rede.

As primitivas CRIADO e DESSELECIONADO têm os mesmos parâmetros: TÍTULO DA APLICAÇÃO RESPONDEDORA e DIAGNÓSTICO. Não existem diferenças significativas entre os parâmetros destas primitivas e os especificados para a primitiva F_CREATE_confirm.

b) Remoção de Arquivo

O elemento de usuário, através da primitiva de serviço SUPRIME, pode solicitar que seja removido o arquivo selecionado do sistema de arquivos remoto. Se não ocorrer erro durante a remoção de tal arquivo, o elemento de usuário recebe, como resposta, a primitiva SUPRIMIDO, aceitando o seu pedido. Caso contrário, o elemento de usuário recebe, como resposta, a primitiva de serviço DESSELECIONADO, cujo parâmetro de diagnóstico contém o tipo de erro encontrado na remoção do arquivo especificado. Independentemente do sucesso ou não da operação de remoção do arquivo selecionado, o regime de seleção de arquivo é sempre liberado.

A primitiva SUPRIME corresponde à primitiva F_DELETE_request, especificada nas normas de padronização da ISO, e as primitivas SUPRIMIDO e DESSELECIONADO correspondem à primitiva F_DELETE_confirm, com valores diferentes de seus parâmetros.

Para a primitiva F_DELETE_request é especificado um único parâmetro opcional relativo à senha de remoção, inexistente na primitiva SUPRIME (Tabela 4.19). No caso do sistema implementado, quando forem incluídos mecanismos de controle de acesso, ao invés de se definir um novo tipo de senha,

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a qual associação de aplicação deve ser associado o arquivo que vai ser criado.	Obrigatório
Chave	Especifica o que deve ser feito se já existir o arquivo especificado no sistema de arquivos remoto.	Obrigatório
Nome do Arquivo da Estação Local	Identifica o arquivo da estação local que vai ser acessado no caso de ser efetuada uma transferência de arquivos entre as estações envolvidas.	Condicional
Nome do Arquivo da Estação Remota	Identifica o arquivo a ser criado no sistema de arquivos remoto.	Obrigatório
Tipos de Acesso	Especifica os tipos de operações (leitura, inserção, leitura/alteração de atributos,...) que podem ser efetuadas sobre o arquivo criado.	Obrigatório

Tabela 4.18 - Parâmetros da Primitiva de Serviço CRIA

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a qual associação de aplicação está associado o arquivo que deve ser removido.	Obrigatório

Tabela 4.19 - Parâmetros da Primitiva de Serviço SUPRIME

pretende-se utilizar a própria SENHA DO USUÁRIO definida na fase de estabelecimento de associação de aplicação.

Como a primitiva F_DELETE_confirm encerra o regime de seleção de arquivo, são especificados, para a mesma, parâmetros opcionais de tarifação dos custos das operações efetuadas utilizando os serviços da rede em questão. Tais parâmetros não foram definidos para as primitivas SUPRIMIDO e DESSELECIONADO pois, no caso do sistema especificado, optou-se por não existir mecanismos de tarifação. Estas primitivas têm como parâmetros TÍTULO DA APLICAÇÃO RESPONDEDORA e DIAGNÓSTICO.

c) Leitura de Atributos

Uma vez estabelecido o regime de seleção de arquivo, o elemento de usuário da entidade de aplicação iniciadora pode solicitar a leitura dos atributos do arquivo selecionado no sistema de arquivos remoto. Tal pedido é feito através da primitiva de serviço LE_ATTRIB. Se este tipo de acesso ao arquivo selecionado (definido na fase de seleção de arquivo) for permitido e, se não ocorrerem erros de acesso durante a leitura de seus atributos, o elemento de usuário recebe como resposta a primitiva de serviço ATTRIB_LIDOS. Esta primitiva contém os atributos lidos do arquivo selecionado ou do conjunto de arquivos selecionados. Caso contrário, o elemento de usuário recebe, como resposta, a primitiva de serviço OPER_ATTRIB_REJEITADA, cujo parâmetro de diagnóstico contém a causa da rejeição do pedido de leitura dos atributos do arquivo selecionado.

A primitiva LE_ATTRIB corresponde à primitiva F_READ_ATTRIB_request, especificada nas normas de

padronização da ISO, e as primitivas ATRIB_LIDOS e OPER_ATRIB_REJEITADA correspondem à primitiva F_READ_ATRIB_confirm, com valores diferentes de seus parâmetros.

Para a primitiva LE_ATRIB é especificado, da mesma maneira que para a primitiva F_READ_ATRIB_request, um parâmetro que contém a lista dos nomes dos atributos a serem lidos do arquivo selecionado (Tabela 4.20). O conjunto de atributos que pode ser lido é definido através da especificação do Sistema de Arquivos Virtual. No caso do sistema especificado, os atributos normalmente lidos são: nome, tamanho e data da última atualização efetuada sobre tal arquivo.

No caso do sistema especificado, é permitido selecionar um conjunto de arquivos quando o tipo de acesso definido corresponder à leitura de atributos. Desta maneira, a primitiva de serviço ATRIB_LIDOS, ao contrário da primitiva de serviço F_READ_ATRIB_confirm, pode conter várias listas de atributos (até 4) (Tabela 4.21), uma para cada arquivo do conjunto de arquivos selecionados. Contudo, quando o número de arquivos selecionados for superior a 4, devido ao tamanho máximo (128 bytes) definido para uma primitiva de serviço, tais listas de atributos não estarão contidas numa única primitiva ATRIB_LIDOS, e o elemento de usuário deve receber duas ou mais primitivas de serviço, em resposta ao seu pedido de leitura dos atributos do conjunto de arquivos selecionados.

A primitiva OPER_ATRIB_REJEITADA tem como parâmetros: TÍTULO DA APLICAÇÃO RESPONDEDORA e DIAGNÓSTICO. Ao contrário da primitiva de serviço F_READ_ATRIB_confirm, esta primitiva não possui o parâmetro de ATRIBUTOS, uma vez que é usada somente para rejeitar o pedido de leitura de

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a qual associação de aplicação está associado o arquivo selecionado (ou o conjunto de arquivos selecionados), cujos atributos devem ser lidos.	Obrigatório
Nomes dos Atributos	Contém uma lista dos nomes dos atributos do arquivo selecionado (ou do conjunto de arquivos selecionados), cujos atributos devem ser lidos.	Obrigatório

Tabela 4.20 - Parâmetros da Primitiva de Serviço LE_ATTRIB

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Respondedora	Identifica a qual associação de aplicação está associado o arquivo selecionado (ou o conjunto de arquivos selecionados), cujos atributos foram lidos.	Obrigatório
Valores dos Atributos	Contém uma lista dos valores dos atributos lidos do arquivo selecionado (ou do conjunto de arquivos selecionados).	Obrigatório

Tabela 4.21 - Parâmetros da Primitiva de Serviço ATTRIB_LIDOS

atributos.

4.3.2.2.4. Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Extendido (SGE)

Este subconjunto, conforme descrito no capítulo 3, inclui o serviço de gerenciamento de arquivos que permite alterar os atributos de um arquivo de um sistema de arquivos remoto.

Este serviço deve ser oferecido obrigatoriamente, se for negociada uma das seguintes classes de serviço: classe de gerenciamento de arquivo ou classe de transferência e gerenciamento de arquivo, e é opcional nas classes de transferência de arquivo e acesso a arquivo. É importante observar que o serviço deste subconjunto pode ser oferecido apenas, se também forem oferecidos os serviços relativos ao Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado.

A tabela 4.22 contém a relação das primitivas de serviço correspondentes ao serviço de alteração de atributos acima citado, que é apresentado em seguida.

Uma vez estabelecido o regime de seleção de arquivo, o elemento de usuário da entidade de aplicação iniciadora pode solicitar a alteração dos atributos do arquivo selecionado no sistema de arquivos remoto. Tal pedido é feito através da primitiva de serviço ALTERA_ATTRIB. Se este tipo de acesso ao arquivo selecionado for permitido e, se não ocorrerem erros de acesso durante a alteração de seus atributos, o elemento de usuário recebe, como resposta, a primitiva de serviço ATTRIB_ALTERADOS (Tabela 4.24). Esta primitiva contém a lista dos atributos efetivamente alterados. Caso contrário, o elemento de usuário recebe, como resposta, a primitiva de serviço OPER_ATTRIB_REJEITADA, cujo parâmetro de diagnóstico contém a causa da rejeição do pedido de alteração dos atributos do arquivo selecionado.

A primitiva ALTERA_ATTRIB corresponde à primitiva F_CHANGE_ATTRIB_request, especificada nas normas de padronização

TIPO DE SERVIÇO	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE PEDIDO	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE CONFIRMAÇÃO POSITIVA	PRIMITIVA DE SERVIÇO DE CONFIRMAÇÃO NEGATIVA	REGIME
Alteração dos A tributos do Ar quivo Selecionado	ALTERA_ATRIB	ATRIB__ALTERADOS	OPER_ATRIB_REJEITADA	Seleção de Arquivo

Tabela 4.22 - Relação do Serviço e das respectivas Primitivas do Subconjunto de Gerenciamento Extendido (SGE)

da ISO, e as primitivas de serviço ATRIB_ALTERADOS e OPER_ATRIB_REJEITADA correspondem à primitiva de serviço F_CHANGE_ATTRIB_confirm, com valores diferentes de seus parâmetros.

Para a primitiva ALTERA_ATRIB é especificado, da mesma maneira que para a primitiva F_CHANGE_ATTRIB_request, um parâmetro que contém a lista dos nomes e dos novos valores dos atributos do arquivo selecionado a serem alterados (Tabela 4.23). O conjunto de atributos que podem ser alterados é definido através da especificação do Sistema de Arquivos Virtual. No caso do sistema especificado é permitido alterar apenas o nome do arquivo selecionado, embora futuramente deva ser incluída a possibilidade de alterar outros atributos.

A primitiva OPER_ATRIB_REJEITADA tem como parâmetros: TÍTULO DA APLICAÇÃO RESPONDEDORA e DIAGNÓSTICO. Ao contrário da primitiva F_CHANGE_ATTRIB_confirm, esta primitiva não possui o parâmetro de ATRIBUTOS, uma vez que é usada somente para rejeitar o pedido de alteração de atributos.

4.3.2.2.5. Subconjunto de Serviços de Controle de Erros (SCE)

Este subconjunto, conforme descrito no capítulo 3, é constituído dos serviços de recuperação de erros, oferecidos opcionalmente ao elemento de usuário, se for negociado o nível de serviço "corrigível pelo usuário" na fase de estabelecimento de associação de aplicação. Estes serviços são os seguintes: restabelecimento do regime de acesso a arquivo após a ocorrência de uma falha, reconhecimento e retransmissão de primitivas de dados.

Tais serviços são oferecidos, opcionalmente, nas seguintes classes de serviço: classe de transferência de arquivo, classe de acesso a arquivo e classe de transferência e gerenciamento de arquivo.

No caso do sistema especificado, os serviços correspondentes a este subconjunto não são oferecidos ao elemento de usuário pois, como foi anteriormente mencionado,

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Chamada	Identifica a qual associação de aplicação está associado o arquivo selecionado, cujos atributos vão ser alterados.	Obrigatório
Atributos	Contém a lista dos atributos, que devem ser alterados e os seus novos valores.	Obrigatório

Tabela 4.23 - Parâmetros da Primitiva de Serviço ALTERA_ATTRIB

PARÂMETROS	FUNÇÃO	TIPO DE PARÂMETRO
Título da Aplicação Respondera	Identifica a qual associação de aplicação está associado o arquivo selecionado, cujos atributos foram alterados.	Obrigatório
Atributos	Contém a lista dos atributos, que foram alterados e os seus novos valores.	Obrigatório

Tabela 4.24 - Parâmetros da Primitiva de Serviço ATTRIB_ALTERADOS

não é permitido ao elemento de usuário acompanhar e controlar o progresso de uma transferência de dados em andamento.

4.3.2.2.6. Subconjunto de Serviços de Acesso a Arquivo (SAC)

Este subconjunto, conforme descrito no capítulo 3, inclui os serviços de acesso a arquivos, que permitem localizar e remover um determinado registro do arquivo selecionado no sistema de arquivos remoto.

Estes serviços devem ser oferecidos, obrigatoriamente, na classe de serviço de acesso a arquivo.

No caso do sistema implementado, os serviços correspondentes a este subconjunto não são oferecidos ao elemento de usuário. Optou-se por não implementar tais serviços, por não serem necessários às aplicações envolvidas.

Neste item foram descritos todos os serviços oferecidos ao elemento de usuário pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado. Para que os elementos de serviço de aplicação ofereçam tais serviços, os mesmos comunicam-se entre si, através do protocolo de transferência de arquivos, que é apresentado no próximo item.

4.3.3. Protocolo de Transferência de Arquivos

Na norma de padronização do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM [32], é descrito o protocolo de transferência de arquivos correspondente. Este protocolo é classificado da seguinte maneira:

- a) protocolo básico: que oferece o nível de serviço "corrigível pelo usuário";
- b) protocolo com recuperação de erros: que oferece o nível de serviço "confiável".

O protocolo com recuperação de erros pode ser implementado em conformidade com as normas de padronização da ISO, apenas se forem utilizados os serviços de sincronização da

conexão da camada de sessão. Como a camada de sessão inexistia nos sistemas implementados, foram feitas algumas extensões ao protocolo de transferência de arquivos proposto pela ISO, com o objetivo de ser possível oferecer ao elemento de usuário o nível de serviço "confiável". Tais extensões, naturalmente, tornam o protocolo implementado não "conforme" com as normas de padronização e são, portanto, provisórias, devendo ser retiradas assim que a camada de sessão for implementada. Por este motivo, decidiu-se apresentar, aqui, somente a especificação da máquina de protocolo correspondente ao protocolo básico, que está em conformidade com as normas.

A máquina de protocolo ou, mais especificamente, o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, foi especificado considerando cinco subsistemas, definidos a partir dos regimes que regem a comunicação entre as entidades de aplicação, as quais oferecem os serviços de transferência de arquivos. Estes subsistemas são os seguintes:

- Subsistema de Conexão de Aplicação;
- Subsistema de Seleção de Arquivo;
- Subsistema de Acesso a Arquivo;
- Subsistema de Gerenciamento de Arquivo;
- Subsistema de Transferência de Dados.

Cada subsistema é responsável pelo tratamento das primitivas e mensagens de protocolo, válidas dentro do contexto do regime corrente. O funcionamento dos mesmos é descrito através de máquinas de estado, em que a transição de estados ocorre quando o elemento de serviço de aplicação recebe primitivas de serviço do elemento de usuário, ou da camada de transporte (no caso do sistema implementado, não existem as camadas de apresentação e de sessão). O tratamento destas primitivas de serviço implica na realização de processamento interno, e no envio de primitivas ao elemento de usuário e/ou à camada de transporte (as primitivas de serviço da camada de transporte contêm as mensagens do protocolo de transferência de arquivos propriamente dito, trocadas entre as entidades de aplicação).

Nos próximos itens, cada um destes subsistemas é descrito através de diagramas de estado. Nestes diagramas de estado, salvo quando mencionado o contrário, são representados somente os eventos de entrada, ou seja, as primitivas de serviço e mensagens de protocolo recebidas pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM. As primitivas de serviço e as mensagens de protocolo, enviadas por este elemento, são descritas no texto explicativo de cada subsistema.

É importante lembrar, antes de analisar tais diagramas de estado, que cada Unidade de Dados de Protocolo (N) (PDU (N)), conforme descrito no capítulo 3, é composta pela Informação de Controle de Protocolo (N) (PCI (N)) e pelos Dados do Usuário (N) contidos nas respectivas primitivas de serviço recebidas pela camada (N). Por exemplo, a mensagem de protocolo F_INITIALIZE_request_PDU, usada na fase de estabelecimento de associação de aplicação, contém os dados da primitiva de serviço CONECTA, recebida do elemento de usuário, que tem função correlata à primitiva de serviço F_INITIALIZE_request. A mesma observação vale para as demais mensagens de protocolo.

4.3.3.1. Subsistema de Conexão de Aplicação

Este subsistema é responsável pelo tratamento das primitivas de serviço e das mensagens de protocolo, usadas no estabelecimento e liberação de uma associação de aplicação. Este subsistema está no seu estado ativo, se existir associação de aplicação estabelecida. O seu funcionamento é descrito através do diagrama de estado da figura 4.7, composto dos seguintes estados:

- EC1 - Estado Desconectado;
- EC2 - Estado Pediu Conexão;
- EC3 - Estado Pediu Desconexão;
- EC4 - Estado Conectado (estado ativo).

Quando uma estação da rede é ativada, todas as máquinas de estado são iniciadas e são estabelecidas conexões de transporte com todas as estações da rede. A máquina de

Legenda:**Estados:**

EC1 - Estado Desconectado
 EC2 - Estado Pedido Conexão
 EC3 - Estado Pedido Desconexão
 EC4 - Estado Conectado

Mensagens e Primitivas:

Nome	Mensagens de Protocolo e (Primitivas de Serviço)
UABRQ	F_U_ABORT_request_PDU
INIRQ	F_INITIALIZE_request_PDU válido
INIRP/0	F_INITIALIZE_response_PDU indicando sucesso
INIRP/1	F_INITIALIZE_response_PDU indicando falha
TERRQ	F_TERMINATE_request_PDU
TERRP	F_TERMINATE_response_PDU
TDIS	T_DISCONNECT_indication

Figura 4.7 - Diagrama de Estado relativo ao Subsistema de Conexão de Aplicação

estado correspondente ao Subsistema de Conexão de Aplicação é iniciada no Estado Desconectado (EC1). Este subsistema sai deste estado, se o elemento de usuário solicitar o estabelecimento de uma associação de aplicação; neste caso, o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM envia a mensagem de protocolo F_INITIALIZE_request_PDU e ocorre transição para o Estado Pediu Conexão (EC2). Outra situação em que este subsistema sai do seu estado inicial, ocorre quando o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM recebe, da entidade parceira, um pedido válido de associação de aplicação. Nesta situação envia, como resposta, a mensagem de protocolo F_INITIALIZE_response_PDU, ocorrendo transição para o Estado Conectado (EC4). Se o pedido de associação de aplicação não for válido, é enviada a mesma mensagem de protocolo com os campos de diagnóstico devidamente preenchidos, sem ocorrer transição de estado.

Quando o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM solicita à entidade parceira o estabelecimento de uma associação de aplicação e recebe, como resposta, a mensagem de protocolo F_INITIALIZE_response_PDU aceitando tal pedido, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço CONECTADO e ocorre transição do Estado Pediu Conexão (EC2) para o Estado Conectado (EC4). Se tal pedido não for aceito, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço DESCONECTADO, e este subsistema retorna ao estado inicial (EC1).

Se o elemento de usuário solicitar a liberação normal da associação de aplicação anteriormente estabelecida ou cujo estabelecimento se encontra em andamento, o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM envia a mensagem de protocolo F_TERMINATE_request_PDU e ocorre transição para o Estado Pediu Desconexão (EC3). Uma vez confirmado este pedido de liberação da associação de aplicação, a primitiva de serviço DESCONECTADO é enviada ao elemento de usuário, retornando este subsistema ao seu estado inicial (EC1).

Este subsistema retorna, incondicionalmente, ao

Estado Desconectado (EC1), se o elemento de serviço de aplicação receber uma indicação de liberação da conexão de transporte; ou um pedido de liberação abrupta da associação de aplicação do elemento de usuário; ou, ainda, um pedido de liberação normal ou abrupta da entidade de aplicação correspondente.

Esta máquina de estado não trata primitivas de serviço nem mensagens de protocolo referentes aos outros regimes (seleção, acesso e transferência de dados), que são descartadas se o estado deste subsistema for diferente do Estado Conectado (EC4), ou seja, do seu estado ativo. Quando este subsistema está no Estado Conectado (EC4), tais primitivas e mensagens são encaminhadas e tratadas pelo Subsistema de Seleção de Arquivo apresentado no próximo item.

4.3.3.2 - Subsistema de Seleção de Arquivo

Neste subsistema são tratadas as primitivas de serviço e as mensagens do protocolo relativas a seleção, desseleção, criação e remoção de arquivo; o seu estado é ativo quando existe arquivo selecionado vinculado à associação de aplicação anteriormente estabelecida. O funcionamento deste subsistema é descrito através do diagrama de estado da figura 4.8, composto dos seguintes estados:

- ES1 - Estado Não Selecionado;
- ES2 - Estado Pediu Seleção;
- ES3 - Estado Pediu "Desseleção";
- ES4 - Estado Pediu Criação;
- ES5 - Estado Pediu Remoção;
- ES6 - Estado Arquivo Selecionado (estado ativo).

A máquina de estado correspondente ao Subsistema de Seleção de Arquivo é iniciada no Estado Não Selecionado (ES1). Este subsistema sai do seu estado inicial, se o elemento de usuário solicitar ao elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM que seja selecionado (ou criado) um arquivo, no sistema de arquivos da estação remota. Como

Legenda:**Estados:**

ES1 - Estado Não Selecionado
 ES2 - Estado Pediu Seleção
 ES3 - Estado Pediu "Deseleção"
 ES4 - Estado Pediu Criação
 ES5 - Estado Pediu Remoção
 ES6 - Estado Arquivo Selecionado

Mensagens e Primitivas:

Nome	Mensagens de Protocolo
CRERQ	F_CREATE_request_PDU válido
CRERP/0	F_CREATE_response_PDU indicando sucesso
CRERP/1	F_CREATE_response_PDU indicando falha
DELRO	F_DELETE_request_PDU
DELRP	F_DELETE_response_PDU
DESRQ	F_DESELECT_request_PDU
DESRP	F_DESELECT_response_PDU
SELRQ	F_SELECT_request_PDU válido
SELRP/0	F_SELECT_response_PDU indicando sucesso
SELRP/1	F_SELECT_response_PDU indicando falha

Figura 4.8 - Diagrama de Estado relativo ao Subsistema de Seleção de Arquivo

resultado, este elemento de serviço de aplicação envia à entidade correspondente a mensagem de protocolo F_SELECT_request_PDU (ou F_CREATE_request_PDU), ocorrendo transição para o Estado Pediu Seleção (ES2) (ou Estado Pediu Criação (ES4)). Este subsistema também sai do seu estado inicial, se o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM receber, da entidade correspondente, um pedido válido de seleção (ou criação) de um arquivo no sistema de arquivos local. Como resposta, este elemento de serviço de aplicação envia à entidade remota a mensagem de protocolo F_SELECT_response_PDU (F_CREATE_response_PDU), ocorrendo transição para o Estado Arquivo Selecionado (ES6). Se tal pedido não for válido, é enviada a esta entidade a mesma mensagem de protocolo, com os campos de diagnóstico devidamente preenchidos.

Quando o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM solicita à entidade de aplicação correspondente a seleção (ou criação) de um arquivo no sistema de arquivos remoto, e recebe a mensagem de protocolo F_SELECT_response_PDU (ou F_CREATE_response_PDU), aceitando tal pedido, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço SELECCIONADO (ou CRIADO) e ocorre a transição do Estado Pediu Seleção (ES2) (ou Estado Pediu Criação (ES4)) para o Estado Arquivo Selecionado (ES6). Caso tal pedido não seja aceito, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço DESSELECCIONADO, ocorrendo transição para o Estado Não Selecionado (ES1).

Se o elemento de usuário solicitar a "desseleção" (ou remoção) do arquivo selecionado no sistema de arquivos remoto, o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM envia, à entidade correspondente, a mensagem de protocolo F_DESELECT_request_PDU (F_DELETE_request_PDU) e ocorre transição para o Estado Pediu "Desseleção" (ES3) (ou Estado Pediu Remoção (ES5)) (o elemento de usuário pode também solicitar a "desseleção" do arquivo selecionado, ou seja, a liberação do regime de seleção de arquivo, quando existe um pedido pendente de seleção ou de criação de um arquivo no

sistema remoto). Uma vez confirmado este pedido de desseleção (ou remoção) de arquivo, a primitiva de serviço DESSELECIONADO (ou SUPRIMIDO) é enviada ao elemento de usuário, retornando este subsistema ao seu estado inicial (ES1).

Este subsistema retorna, incondicionalmente, ao Estado Não Selecionado (ES1), se o elemento de serviço de aplicação receber um pedido de liberação do regime de seleção de arquivo, ou um pedido de remoção do arquivo selecionado da entidade de aplicação correspondente.

É importante ressaltar que, se ocorrer a liberação do regime de conexão de aplicação, automaticamente este subsistema retorna para o seu estado inicial (ES1) ocorrendo, desta maneira, liberação do regime de seleção de arquivo.

Esta máquina de estado não trata primitivas de serviço nem mensagens de protocolo referentes à fase de gerenciamento de arquivo ou aos regimes de acesso a arquivo e de transferência de dados, que são descartadas se o estado deste subsistema for diferente do Estado Arquivo Selecionado (ES6), ou seja, do seu estado ativo. Quando este subsistema está no Estado Arquivo Selecionado (ES6), tais primitivas e mensagens são encaminhadas e tratadas pelo Subsistema de Acesso a Arquivo, ou pelo Subsistema de Gerenciamento de Arquivo, apresentados nos itens 4.3.3.3 e 4.3.3.4, respectivamente.

4.3.3.3. Subsistema de Acesso a Arquivo

Neste subsistema são tratadas as primitivas de serviço e as mensagens de protocolo relativas a abertura e fechamento do arquivo selecionado. Seu estado é ativo quando tal arquivo estiver aberto. O funcionamento deste subsistema é descrito através do diagrama de estado da figura 4.9, composto dos seguintes estados:

- EA1 - Estado Arquivo Fechado;
- EA2 - Estado Pediu Abertura;
- EA3 - Estado Pediu Fechamento;
- EA4 - Estado Arquivo Aberto (estado ativo).

Legenda:**Estado:**

EA1 - Estado Arquivo Fechado
 EA2 - Estado Pediu Abertura
 EA3 - Estado Pediu Fechamento
 EA4 - Estado Arquivo Aberto

Mensagens e Primitivas:

Nome	Mensagens de Protocolo
OPERO	F_OPEN_request_PDU válido
OPERP/0	F_OPEN_response_PDU indicando sucesso
OPERP/1	F_OPEN_response_PDU indicando falha
CLORQ	F_CLOSE_response_PDU
CLORP	F_CLOSE_response_PDU

Figura 4.9 - Diagrama de Estado Relativo ao Subsistema de Acesso a Arquivo

A máquina de estado correspondente ao Subsistema de Acesso a Arquivo é iniciada no Estado Arquivo Fechado (EA1). Este subsistema sai do seu estado inicial, se o elemento de usuário solicitar, ao elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, que seja aberto o arquivo por ele selecionado no sistema de arquivos remoto. Como resultado, este elemento de serviço de aplicação envia à entidade correspondente a mensagem de protocolo F_OPEN_request_PDU, ocorrendo transição para o Estado Pediu Abertura (EA2). Este subsistema também sai do seu estado inicial, se o elemento de serviço de aplicação receber, da entidade correspondente, um pedido de abertura do arquivo selecionado no sistema de arquivos local. Neste caso, se tal pedido for válido, é enviada a esta mesma entidade a mensagem de protocolo F_OPEN_response_PDU, ocorrendo transição para o Estado Arquivo Aberto (EA4). Se tal pedido não for válido, é enviada a mesma mensagem de protocolo com os campos de diagnóstico devidamente preenchidos.

Quando o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM solicita, à entidade de aplicação correspondente, a abertura do arquivo selecionado no sistema de arquivos remoto, e recebe a mensagem de protocolo F_OPEN_response_PDU, aceitando tal pedido, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço ABERTO e ocorre transição do Estado Pediu Abertura (EA2) para o Estado Arquivo Aberto (EA4). Se este pedido não for aceito, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço FECHADO, retornando este subsistema ao seu estado inicial (EA1).

Se o elemento de usuário solicitar que seja fechado o arquivo aberto no sistema de arquivos remoto, isto é, que seja liberado o regime de acesso a arquivo, o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM envia, à entidade correspondente, a mensagem de protocolo F_CLOSE_request e ocorre transição do estado atual para o Estado Pediu Fechamento (EA3). Uma vez confirmado este pedido de liberação do regime de acesso a arquivo, a primitiva de serviço FECHADO é enviada ao elemento de usuário, e este subsistema retorna ao seu estado

inicial (EA1).

Este subsistema retorna, incondicionalmente, ao Estado Arquivo Fechado (EA1), se o elemento de serviço de aplicação receber um pedido de liberação do regime de acesso a arquivo.

É importante salientar que, se foi liberado o regime de conexão de aplicação ou o regime de seleção de arquivo, este subsistema retorna, automaticamente, para o seu estado inicial (EA1) ocorrendo, desta maneira, liberação do regime de acesso a arquivo.

Esta máquina de estado não trata primitivas de serviço nem mensagens de protocolo referentes ao regime de transferência de dados, que são descartadas se o estado deste subsistema for diferente do Estado Arquivo Aberto (EA4), ou seja, do seu estado ativo. Quando este subsistema está no Estado Arquivo Aberto (EA4), tais primitivas e mensagens são encaminhadas e tratadas pelo Subsistema de Transferência de Dados, apresentado no item 4.3.3.5.

4.3.3.4. Subsistema de Gerenciamento de Arquivo

Neste subsistema são tratadas as primitivas de serviço e as mensagens de protocolo relativas a leitura e alteração dos atributos do arquivo selecionado. O funcionamento deste subsistema é descrito através do diagrama de estado da figura 4.10, composto dos seguintes estados:

- EG1 - Estado Dormente;
- EG2 - Estado Pediu Leitura de Atributos;
- EG3 - Estado Pediu Alteração de Atributos;
- EG4 - Estado Recebe Atributos Lidos;
- EG5 - Estado Envia Atributos Lidos.

A máquina de estado correspondente ao Subsistema de Gerenciamento de Arquivo é iniciada no Estado Dormente (EG1). Este subsistema sai deste estado, se o elemento de usuário solicitar ao elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM que

Legenda:**Estados:**

EG1 - Estado Dormiente
 EG2 - Estado Pediu Leitura de Atributos
 EG3 - Estado Pediu Alteração de Atributos
 EG4 - Estado Recebe Atributos Lidos
 EG5 - Estado Envia Atributos Lidos

Mensagens e Primitivas:

Nome	Mensagens de Protocolo
CATRQ	F_CHANGE_ATTRIB_request_PDU
CATRP/0	F_CHANGE_ATTRIB_response_PDU indicando sucesso
CATRP/1	F_CHANGE_ATTRIB_response_PDU indicando falha
RATRQ	F_READ_ATTRIB_request_PDU
RATRP/0	F_READ_ATTRIB_response_PDU indicando sucesso
RATRP/1	F_READ_ATTRIB_response_PDU indicando falha
RATRP/2	F_READ_ATTRIB_response_PDU indicando fim

(*) mensagens de protocolo enviadas pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM da estação local

Figura 4.10 - Diagrama de Estado Relativos ao Subsistema de Gerenciamento de Arquivo

sejam lidos (ou alterados) os atributos do arquivo selecionado, no sistema de arquivos remoto. Como resultado, este elemento de serviço de aplicação envia, à entidade correspondente, a mensagem de protocolo F_READ_ATTRIB_request_PDU (F_CHANGE_ATTRIB_request_PDU), ocorrendo transição para o Estado Pediu Leitura de Atributos (EG2) (Estado Pediu Alteração de Atributos (EG3)). Este subsistema também sai do seu estado inicial, se o elemento de serviço de aplicação receber, da entidade correspondente, um pedido de leitura dos atributos do arquivo selecionado no sistema de arquivos local. Neste caso, se tal pedido for válido, são enviadas a esta mesma entidade mensagens de protocolo F_READ_ATTRIB_response_PDU, contendo os atributos do arquivo selecionado ou do conjunto de arquivos selecionados, e ocorre transição para o Estado Envia Atributos Lidos (EG5). Este subsistema permanece neste estado até que seja enviada a última mensagem de protocolo contendo os atributos lidos, quando, então, retorna ao seu estado inicial (EG1). Se o pedido de leitura de atributos recebido da entidade correspondente não for válido, é enviada a esta entidade a mensagem de protocolo F_READ_ATTRIB_response_PDU com os campos de diagnóstico devidamente preenchidos.

Quando este subsistema está no seu estado inicial (EG1) e o elemento de serviço de aplicação recebe, da entidade correspondente, um pedido válido de alteração dos atributos do arquivo selecionado no sistema arquivos local, tais atributos são alterados e é enviada a esta entidade a mensagem de protocolo F_CHANGE_ATTRIB_response_PDU, confirmando tal pedido. Se o pedido de alteração de atributos não for válido, a mesma mensagem de protocolo é enviada com os campos de diagnóstico devidamente preenchidos. Em nenhuma das duas situações ocorre transição de estado.

Se o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM solicita à entidade correspondente a leitura de atributos do arquivo selecionado, ou do conjunto de arquivos selecionados, no sistema de arquivos remoto e recebe, como resposta, a mensagem de protocolo F_READ_ATTRIB_response_PDU rejeitando tal

pedido, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço OPER_ATTRIB_REJEITADA e este subsistema retorna ao seu estado inicial (EG1). Se o elemento de serviço de aplicação receber a mesma mensagem de protocolo, aceitando tal pedido de leitura de atributos, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço ATRIB_LIDOS correspondente. Se os atributos lidos do arquivo selecionado, ou do conjunto de arquivos selecionados, no sistema de arquivos remoto, não couberem numa única mensagem de protocolo F_READ_ATTRIB_response_PDU, ocorre transição para o Estado Recebe Atributos Lidos (EG4). Este subsistema permanece neste estado até que o elemento de serviço de aplicação receba todas as mensagens de protocolo correspondentes aos atributos lidos do conjunto de arquivos selecionados no sistema de arquivos remoto, quando retorna, então, ao seu estado inicial (EG1).

Se o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM solicita, à entidade de aplicação correspondente, a alteração de atributos do arquivo selecionado no sistema do arquivo remoto e recebe, como resposta, a mensagem de protocolo F_CHANGE_ATTRIB_response_PDU, aceitando tal pedido, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço ATRIB_ALTERADOS. Caso o pedido de alteração de atributos não seja aceito, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço OPER_ATTRIB_REJEITADA. Nas duas situações ocorre transição do Estado Pediu Alteração de Atributos (EG3) para o estado inicial (EG1).

É importante ressaltar que, se ocorrer liberação do regime de conexão de aplicação ou do regime de seleção de arquivo, este subsistema retorna, automaticamente, para o seu estado inicial (EG1).

4.3.3.5. Subsistema de Transferência de Dados

Neste subsistema são tratadas as primitivas de serviço e mensagens de protocolo, utilizadas no regime de transferência de dados, que foram mencionados anteriormente. O funcionamento deste sistema é descrito através do diagrama de

estado da figura 4.11, composto dos seguintes estados:

- ED1 - Estado Dormiente;
- ED2 - Estado Pediu Leitura de Arquivo;
- ED3 - Estado Só Recebe Dados;
- ED4 - Estado Só Envia Dados;
- ED5 - Estado Pediu Cancelamento da Transferência;
- ED6 - Estado Enviou Indicação de Fim de Transferência;
- ED7 - Estado Espera Indicação de Fim de Transferência.

A máquina de estado correspondente ao Subsistema de Transferência de Dados é iniciada no estado Dormiente (ED1). Este subsistema sai do seu estado inicial, se o elemento de serviço de aplicação receber, do elemento de usuário, um pedido de leitura ou gravação de dados no arquivo selecionado no sistema de arquivos remoto ou se receber, da entidade de aplicação correspondente, um pedido de leitura ou gravação de dados no arquivo selecionado no sistema de arquivos local.

Se o elemento de serviço de aplicação receber, do elemento de usuário, um pedido de gravação de dados no arquivo selecionado no sistema de arquivos remoto, é enviada, à entidade correspondente, a mensagem de protocolo F_WRITE_request_PDU e ocorre transição do estado inicial (ED1) para o Estado Só Envia Dados (ED4). A partir daí, o elemento de serviço de aplicação começa a ler os dados do arquivo da estação local e os envia, através de mensagens de protocolo F_DATA_request_PDU, à entidade de aplicação correspondente. Uma vez que foram lidos e transferidos todos os dados do arquivo da estação local, o elemento de serviço de aplicação envia as mensagens de protocolo F_DATA_END_request_PDU, indicando o fim dos dados, e F_TRANSFER_END_request_PDU, solicitando a liberação do regime de transferência de dados; ocorre, então, transição para o Estado Enviou Indicação de Fim de Transferência (ED6). Assim que o elemento de serviço de aplicação receber da entidade de aplicação correspondente a mensagem de protocolo F_TRANSFER_END_response_PDU, confirmando

Legenda:**Estados:**

ED1 - Estado Dormiente
 ED2 - Estado Pediu Leitura de Arquivo
 ED3 - Estado Só Recebe Dados
 ED4 - Estado Só Envia Dados
 ED5 - Estado Pediu Cancelamento da Transferência
 ED6 - Estado Enviou Indicação de Fim de Transferência
 ED7 - Estado Espera Indicação de Fim de Transferência

Mensagens e Protocolos:**Nome Mensagens de Protocolo**

CANRP	F_CANCEL_response_PDU
CANRQ	F_CANCEL_request_PDU
DATRQ	F_DATA_request_PDU
DAERQ/0	F_DATA_END_request_PDU indicando fim de dados
DAERQ/1	F_DATA_END_request_PDU indicando erro de leitura
TRERP	F_TRANSFER_END_response_PDU
TRERQ	F_TRANSFER_END_request_PDU
REARQ	F_READ_request_PDU
WRTRQ	F_WRITE_request_PDU

(*) mensagens de protocolo enviadas pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM da estação local

Figura 4.11 - Diagrama de Estado Relativo ao Subsistema de Transferência de Dados

a liberação do regime de transferência de dados, é enviada ao elemento de usuário a primitiva de serviço FIM_TRANSF e este subsistema retorna ao seu estado inicial (ED1).

Contudo, a entidade de aplicação da estação remota pode rejeitar o pedido de gravação de dados no arquivo selecionado, enviando a mensagem F_CANCEL_request_PDU, em resposta à mensagem F_WRITE_request_PDU recebida. Neste caso, o elemento de serviço de aplicação envia a esta entidade a mensagem de protocolo F_CANCEL_response_PDU, confirmando a mensagem recebida, e envia ao elemento de usuário a primitiva de serviço CANCELADO, informando que o seu pedido de gravação foi rejeitado. Este subsistema retorna, então, ao seu estado inicial (ED1).

Como se pode constatar através do diagrama de estado da figura 4.12, um procedimento análogo ao acima descrito é efetuado, quando o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM recebe, da entidade de aplicação correspondente, um pedido de leitura do arquivo selecionado no sistema de arquivos local. A única diferença é que o elemento de serviço de aplicação, após ler e enviar todos dados do arquivo da estação local, envia a esta entidade a mensagem de protocolo F_DATA_END_request_PDU, indicando fim de dados, e ocorre, então, uma transição do Estado Só Envia Dados (ED4) para o Estado Espera Indicação de Fim de Transferência (ED7). Neste caso, o elemento de serviço de aplicação não pode solicitar a liberação do regime de transferência de dados, pois foi a entidade de aplicação remota que iniciou tal transferência, nem tampouco o elemento de usuário recebe indicação de fim da transferência de dados.

Se o elemento de serviço de aplicação receber, do elemento de usuário, um pedido de leitura dos dados do arquivo selecionado no sistema de arquivo remoto, é enviada à entidade correspondente a mensagem de protocolo F_READ_request_PDU, e ocorre transição do estado Inicial (ED1) para o Estado Pediu Leitura de Arquivo (ED2). Assim que o elemento de serviço de aplicação recebe a primeira mensagem de protocolo

F_DATA_request_PDU, contendo os dados lidos do arquivo selecionado, ocorre transição para o Estado Só Recebe Dados (ED3). Este subsistema permanece neste estado até que o elemento de serviço de aplicação receba, da entidade de aplicação correspondente, a mensagem de protocolo F_DATA_END_request_PDU, indicando fim de dados. Como resultado, é enviada à entidade correspondente a mensagem de protocolo F_TRANSFER_END_request_PDU, solicitando a liberação do regime de transferência de dados, e ocorre transição para o Estado Enviou Indicação de Fim de Transferência (ED6). Logo que o elemento de serviço de aplicação receber a confirmação do seu pedido de liberação do regime de transferência de dados, é enviada, ao elemento de usuário, a primitiva de serviço FIM_TRANSF e este subsistema retorna ao seu estado inicial (ED1).

Todavia, a entidade de aplicação da estação remota pode rejeitar o pedido de leitura de dados do arquivo selecionado, enviando a mensagem F_DATA_END_request_PDU, com os campos de diagnóstico devidamente preenchidos, em resposta à mensagem de protocolo F_READ_request_PDU recebida. Neste caso, o elemento de serviço de aplicação envia à entidade de aplicação correspondente um pedido de liberação do regime de transferência de dados, e ocorre transição do Estado Pediu Leitura de Arquivo (ED2) para o Estado Enviou Indicação de Fim de Transferência (ED6). Uma vez que este pedido seja confirmado pela entidade de aplicação remota, tal elemento de serviço de aplicação envia ao elemento de usuário a primitiva de serviço CANCELADO, e este subsistema retorna ao seu estado inicial (ED1).

Um procedimento análogo é efetuado quando o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM recebe, da entidade de aplicação correspondente, um pedido de gravação do arquivo selecionado no sistema de arquivos local.

Independentemente do seu estado atual, este subsistema retorna ao seu estado inicial, se o elemento de serviço de aplicação receber, da entidade de aplicação remota,

um pedido de cancelamento da transferência de dados em andamento. Como resposta, o elemento de serviço de aplicação envia, a esta entidade, a mensagem de protocolo F_CANCEL_response_PDU e, ao elemento de usuário, a primitiva de serviço CANCELADO, avisando que a transferência por ele iniciada foi cancelada. Se o próprio elemento de usuário solicitar o cancelamento da transferência de dados em andamento, o elemento de serviço de aplicação envia, à entidade de aplicação correspondente, a mensagem de protocolo F_CANCEL_request_PDU, e ocorre transição do estado atual para o Estado Pediu Cancelamento da Transferência (ED5). Assim que o elemento de serviço de aplicação recebe desta entidade a confirmação do pedido de cancelamento de transferência de dados, envia ao elemento de usuário a primitiva de serviço CANCELADO e este subsistema retorna ao seu estado inicial (ED1).

Deve-se ressaltar que, se for liberado o regime de conexão de aplicação, ou o regime de seleção de arquivo, ou ainda o regime de acesso a arquivo, este subsistema retorna, automaticamente, ao seu estado inicial (EA1), ocorrendo, desta maneira, a liberação do regime de transferência de dados.

4.3.3.6. Considerações sobre os Subsistemas do Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM

A apresentação dos serviços oferecidos ao elemento de usuário e a descrição dos subsistemas que compõem o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, que oferece tais serviços, ilustram a forma como são efetuadas as trocas de primitivas de serviços e de mensagens de protocolo entre tais elementos, de modo a garantir a execução de uma dada tarefa. No caso do sistema implementado, destacam-se quatro tipos distintos de tarefas: leitura dos atributos de um arquivo ou conjunto de arquivos, alteração de atributos, leitura e gravação de um arquivo na estação remota. Para cada uma destas tarefas são apresentados, nas figuras 4.12 a 4.15, os diagramas de tempo relativos às sequências de primitivas de serviço e mensagens

Figura 4.12 - Sequência de Primitivas de Serviço e Mensagens de Protocolo trocadas no caso de Leitura de Atributos de um Arquivo da Estação Remota

Figura 4.13 - Sequência de Primitivas de Serviço e Mensagens de Protocolo trocadas no caso de Alteração de Atributos de um Arquivo da Estação Remota

Figura 4.14 - Sequência de Primitivas de Serviço e Mensagens de Protocolo trocadas no caso de Leitura de um Arquivo da Estação Remota

Figura 4.15 - Sequência de Primitivas de Serviço e Mensagens de Protocolo trocadas no caso de Gravação de um Arquivo na Estação Remota

de protocolo trocadas, quando tais tarefas são executadas com sucesso. Em tais diagramas empregaram-se as mesmas siglas usadas nos diagramas de estado apresentados anteriormente.

Em relação aos subsistemas apresentados, estes, conforme descrito anteriormente, são organizados segundo uma estrutura hierárquica, em que o Subsistema de Conexão de Aplicação ocupa o nível superior e os demais subsistemas ocupam os níveis inferiores, na mesma ordem em que foram apresentados (Figura 4.16). Nesta estrutura, o subsistema 1 trata somente das primitivas e mensagens de protocolo a ele relacionadas; se este subsistema 1 estiver no seu estado ativo e receber primitivas ou mensagens não tratadas por ele, as mesmas são encaminhadas ao subsistema 1-1, que procede de maneira análoga. Por exemplo, se já existir uma associação de aplicação estabelecida entre duas entidades pares, e se o elemento de serviço de aplicação da entidade iniciadora receber, do elemento de usuário, uma primitiva de serviço de pedido de seleção de arquivo (SELECIONA), este pedido é recebido pelo Subsistema de Conexão de Aplicação e encaminhado ao Subsistema de Seleção de Arquivo, que vai efetivamente tratá-la. De maneira análoga, no elemento de serviço de aplicação da entidade respondedora, a mensagem F_SELECT_request_PDU, solicitando a seleção de um arquivo no sistema de arquivos local, é recebida pelo Subsistema de Conexão de Aplicação e encaminhada ao Subsistema de Seleção de Arquivo, que vai efetivamente tratá-la.

A especificação do elemento de serviço de aplicação, utilizando os subsistemas acima descritos, torna o sistema bastante modular e, portanto, de fácil manutenção e teste. Ao invés de se ter uma única máquina de estado, que descreve o funcionamento do sistema como um todo, tem-se várias máquinas de estado mais simples (com poucos estados), que descrevem o funcionamento de cada um dos subsistemas acima descritos. Isto permite que tanto a implementação como os testes do sistema sejam feitos em etapas, subsistema a subsistema, que vão sendo integrados gradativamente. No aspecto referente à manutenção,

(*) - primitivas de serviço e mensagens de protocolo

Figura 4.16 - Subsistemas do Elemento de Serviço de Aplicação
SASE_FTAM Implementado

alterações podem ser feitas de forma independente em cada subsistema, facilitando a atualização do elemento de serviço de aplicação implementado em função das novas versões das normas de padronização tomadas por base.

No próximo item são apresentados aspectos de implementação do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM especificado.

4.4. Aspectos de Implementação do Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM

Como foi anteriormente mencionado, o funcionamento de cada subsistema, que compõe o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, é descrito através de uma máquina de estado. Os eventos que causam as transições nestas máquinas de estado, podem ser, fundamentalmente, de dois tipos: primitiva de serviço recebida do elemento de usuário ou primitiva de serviço recebida da camada de transporte (contém a mensagem de protocolo propriamente dita). O tratamento destes eventos pode implicar na realização de processamento interno, e no envio de primitivas de serviço ao elemento de usuário e/ou à camada de transporte.

Assim sendo o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM foi implementado utilizando-se três processos (Figura 4.17):

- processo de recepção;
- processo auxiliar;
- processo de transmissão.

Estes processos são executados concorrentemente e comunicam-se, entre si, através da troca de mensagens e/ou ativação de semáforos. O escalonamento dos processos a serem executados e o gerenciamento dos recursos disponíveis aos mesmos (memória, temporizador,...) são realizados pelo Sistema de Comunicação (SC), desenvolvido para este fim [22]. O escalonamento dos processos é decidido de acordo com as prioridades dos mesmos, não existindo mecanismos de "time-

UE - User Element
 SASE - Specific Application Service Element
 FTAM - File Transfer Access and Management

Figura 4.17 - Processos do Elemento de Serviço de Aplicação
 SASE_FTAM Implementado

silice".

O processo de recepção é responsável pelo tratamento das primitivas de serviço recebidas da camada de transporte, podendo, no tratamento destas primitivas, tanto enviar mensagens ao processo que implementa o elemento de usuário, como ativar o processo de transmissão, para que este envie primitivas de serviço à camada de transporte (mensagens de protocolo à entidade remota). O processo auxiliar, por sua vez, é responsável pelo tratamento das primitivas de serviço recebidas do elemento de usuário, procedendo de maneira análoga ao processo de recepção no tratamento destas primitivas. Por último, tem-se o processo de transmissão, que é responsável pelo gerenciamento das filas de transmissão, onde são armazenadas, pelos processos de recepção e auxiliar, as primitivas a serem enviadas à camada de transporte.

Os processos de recepção e auxiliar foram implementados de acordo com a estrutura hierárquica anteriormente apresentada, constituída pelos cinco subsistemas descritos (O processo de recepção é responsável pelo tratamento das primitivas de serviço recebidas da camada de transporte e o processo auxiliar pelo tratamento das recebidas do elemento de usuário).

No caso do sistema implementado, o processo de recepção tem prioridade mais alta que os processos de transmissão e auxiliar, que têm prioridades iguais. Tais prioridades foram escolhidas tendo por objetivo garantir que as primitivas de serviço recebidas da camada de transporte fossem tratadas o mais rapidamente possível, evitando, desta maneira, o bloqueio das filas de recepção desta camada.

A principal estrutura de dados usada por estes processos é a Tabela de Conexão. Esta tabela tem, como elementos, os parâmetros relacionados a cada associação existente entre duas entidades de aplicação (Figura 4.18).

Figura 4.18 - Tabelas de Conexão usadas pelos Processos que Implementam o Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM

Estes elementos são os seguintes:

- a) nível e classe de serviço negociados, que não correspondem obrigatoriamente aos valores propostos pelo elemento de usuário;
- b) unidades funcionais (subconjuntos de serviços) negociadas;
- c) subconjuntos de atributos especificados para os sistemas de arquivos;
- d) tipo de entidade de aplicação (iniciadora ou respondedora);
- e) tipo de dados contidos no arquivo a ser transferido;
- f) informações (nome, número, tipos de acesso e modo de processamento) relativas ao arquivo da estação local;
- g) informações (nome e modo de processamento) relativas ao arquivo da estação remota;
- h) estados dos cinco subsistemas do elemento de serviço de aplicação.

O elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM foi implementado utilizando as linguagens PLM/85 e PLM/86 para as estações de 8 e 16 bits respectivamente, ocupando uma área total de código mais dados igual a 75 Kbytes. Esta opção foi motivada pelo fato do Sistema de Comunicação (SC) ter sido também desenvolvido nestas linguagens, e não oferecer interfaces para processos escritos em outras linguagens.

4.5. Considerações Finais

Dentre os diversos tópicos abordados neste capítulo, destacam-se aqueles relacionados aos serviços oferecidos pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM ao elemento de usuário. A partir das comparações feitas com as especificações das normas de padronização deste elemento de serviço de aplicação, pode-se concluir que:

- a) os serviços oferecidos pelo elemento de serviço

de aplicação SASE_FTAM implementado são praticamente os mesmos previstos pelas normas. Tais serviços englobam os seguintes subconjuntos: Subconjunto de Serviços Básicos, Subconjunto de Serviços de Transferência de Dados, Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Limitado e Subconjunto de Serviços de Gerenciamento Extendido;

- b) a partir destes subconjuntos de serviços oferecidos pelo elemento de serviço de aplicação, pode-se determinar as classes de serviço implementadas, que são as seguintes: Classe de Transferência de Arquivo, Classe de Gerenciamento de Arquivo e Classe de Transferência e Gerenciamento de Arquivo.
- c) os níveis de serviço oferecidos estão diretamente vinculados às características da estação da rede, onde tal elemento de serviço de aplicação vai ser implementado. Nas estações de 16 bits, o elemento de usuário pode optar entre o nível de serviço "confiável" e o "corrigível pelo usuário". Entretanto, nas estações de 8 bits, devido a restrições de memória, é oferecido apenas o nível de serviço "corrigível pelo usuário";
- d) o serviço de seleção de arquivo pode ser usado tanto para selecionar um arquivo como um conjunto de arquivos no sistema remoto. A seleção de um conjunto de arquivos é permitida apenas quando o tipo de acesso especificado for "leitura de atributos". Nas especificações da ISO não está prevista a manipulação de um conjunto de arquivos. Tal alteração foi introduzida devido à necessidade de se implementar um comando de leitura de diretório, no caso da REDUSP.

- e) na maioria dos casos, com exceção do serviço de liberação da associação de aplicação, apenas são utilizadas as primitivas de serviço de pedido e confirmação. Isto se deve ao fato do elemento de usuário da entidade respondedora normalmente não participar das transações iniciadas pelo elemento de usuário da entidade iniciadora. Consequentemente, não recebe primitivas de serviço de resposta e de indicação;
- f) as funções das primitivas de serviço usadas são diferentes das propostas pela norma. No caso do sistema implementado, para cada primitiva de serviço de pedido (Ex.: CONECTA) existe uma primitiva de serviço de confirmação positiva (Ex.: CONECTADO) e outra primitiva de serviço de confirmação negativa (Ex.: DESCONECTADO). Nas normas de padronização, para cada primitiva de serviço de pedido corresponde uma única primitiva de serviço de confirmação, diferenciando-se uma situação de sucesso de uma situação de erro através dos campos de diagnóstico da primitiva de confirmação.
- g) não existem primitivas de serviço a serem usadas, pelo elemento de usuário, para indicar o início e o fim de um conjunto de primitivas que devem ser tratadas como um grupo. Este tipo de primitiva tem como objetivo possibilitar o encadeamento de várias primitivas de serviço e mensagens de protocolo, diminuindo, desta maneira, o número de transações entre os respectivos elementos de usuário e elementos de serviço de aplicação SASE_FTAM. Tal serviço foi introduzido em versões mais recentes das normas de especificação do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, e não foi incorporado ao sistema implementado por não considerá-lo essencial.

h) em relação aos parâmetros das primitivas de serviço, adotaram-se, predominantemente, subconjuntos dos parâmetros propostos para as primitivas de serviço correspondentes das normas de padronização. Isto foi feito em decorrência da maneira como foram definidas as funções atribuídas ao elemento de serviço de aplicação e ao elemento de usuário. Para a maioria das primitivas de serviço especificadas pelas normas de padronização, é definido um parâmetro referente aos mecanismos de controle de compromisso, concorrência e recuperação de erros (CCR). Estes mecanismos permitem que todas as operações sejam tratadas, atomicamente, e são implementados pelo elemento de serviço de aplicação comum (CASE), inexistente no caso do sistema implementado.

Em relação ao protocolo, foram introduzidas algumas extensões, com o objetivo de oferecer ao elemento de usuário o nível de serviço "confiável", uma vez que não se dispunha dos serviços de sincronização da camada de sessão, inexistente no caso das duas redes locais utilizadas.

No capítulo B, estas diferenças, existentes entre o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado e o especificado pelas normas de padronização da ISO, são discutidas mais amplamente, tendo em vista principalmente aspectos de conformidade do sistema implementado.

Considerando os serviços oferecidos pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, apresentados neste capítulo, foram especificados os elementos de usuário implementados no caso das duas aplicações envolvidas. No capítulo 5 são apresentados aspectos de especificação de tais elementos de usuário.

CAPÍTULO 5
ELEMENTOS DE USUÁRIO IMPLEMENTADOS

5. ELEMENTOS DE USUÁRIO IMPLEMENTADOS

5.1 Introdução

Segundo a definição dada no capítulo 3, o elemento de usuário corresponde à parte do processo de aplicação que usa os serviços prestados pelos elementos de serviço de aplicação, com a finalidade de realizar funções que envolvem a comunicação com outros sistemas.

Decorre, desta definição, que a especificação do elemento de usuário está relacionada com a especificação do processo de aplicação correspondente, ou seja, depende da aplicação a que se destina.

Desta forma, para as redes locais da REDUSP e do SDCCD, foram feitas especificações distintas do elemento de usuário de acordo com as necessidades das aplicações envolvidas. A primeira etapa da elaboração destas especificações foi a definição da interface do elemento de usuário com o usuário final do sistema, ou com a parte do processo de aplicação responsável pela interação com tal elemento de usuário. Feito isto, foram detalhadas as máquinas de estado usadas para descrever o funcionamento do elemento de usuário correspondente, tomadas por base na implementação do mesmo.

Neste capítulo são apresentados alguns aspectos de especificação dos elementos de usuário implementados para as duas redes locais, segundo as etapas mencionadas acima.

5.2. Interface com o Elemento de Usuário

A interface com o elemento de usuário é definida através da especificação dos comandos usados pelo processo de aplicação, ou pelo usuário final do sistema, para interagir com tal elemento de usuário.

Estes comandos são analisados pelo analisador de comandos que, ao constatar a não existência de erros,

encaminha-os ao elemento de usuário.

Neste item são apresentados os comandos especificados para as redes locais da REDUSP e do SDGD.

5.2.1. Comandos da REDUSP

Ao usuário da REDUSP devem ser oferecidos os serviços pertinentes a um Sistema de Arquivos Distribuído, ou seja, a partir de uma estação da rede tal usuário pode solicitar a cópia, remoção, renomeação ou qualquer outra operação sobre arquivos armazenados em sistemas associados a quaisquer estações da rede. Convém observar que não é objetivo desta dissertação a implementação de um conjunto abrangente de comandos para o elemento de usuário da REDUSP. O conjunto de comandos especificado para a mesma representa apenas o resultado de um trabalho inicial, que ilustra a possibilidade de utilização dos serviços de transferência de arquivos em aplicações relacionadas a um Sistema de Arquivos Distribuído. Este trabalho deve ser aprimorado no sentido de incluir novos comandos e recursos adicionais aos comandos já implementados.

Dentro deste contexto definiu-se um subconjunto básico de comandos a serem implementados, tomando por base os utilitários já especificados para o sistema operacional SISNE [73]. Esta escolha foi motivada pela determinação de se manter, sempre que possível, a compatibilidade com o sistema operacional nativo das estações da rede, que em sua maioria são microcomputadores de 16 bits que utilizam este sistema operacional, ou similar. O subconjunto dos comandos implementados está relacionado na tabela 5.1.

Devido às restrições impostas pelo conjunto de operações implementadas para o sistema de arquivos local, não é possível especificar caminhos de diretórios. Pressupõe-se que as operações serão sempre efetuadas para os arquivos do diretório corrente. O diretório corrente é definido quando da ativação do Sistema de Arquivos Distribuído.

NOMES DOS COMANDOS	FUNÇÃO DO COMANDO
COPIA, COPY, COP	Usado na cópia de arquivos entre estações da rede.
SUPRIME, ERASE, SUP, DEL	Usado na remoção de arquivos existentes nos sistemas associados a estações da rede.
DIRET, DIR	Usado para apresentar, na tela do terminal de vídeo, acoplado à estação local, diretórios de dispositivos de armazenamento acoplados a estações da rede.
MOSTRA, TYPE, MOS	Usado para apresentar, na tela do terminal de vídeo, acoplado à estação local, o conteúdo de arquivos existentes em sistemas associados a estações da rede.
RENOMEIA, RENAME, REN	Usado na renomeação de arquivos existentes em sistemas associados a estações da rede.

Tabela 5.1 - Relação dos Comandos Especificados para a rede local REDUSP

Nos próximos itens são apresentados, com mais detalhes, cada um desses comandos. A descrição da sintaxe dos mesmos é efetuada através de diagramas de sintaxe. Nestes diagramas são usados três elementos básicos [73]:

<n> usado para identificar uma unidade de disco associada a uma estação da rede (local ou remota);

<N_arq> usado para identificar um único arquivo;

<M_arq> usado para identificar um conjunto de arquivos especificados através de máscara.

5.2.1.1. Comando COPIA

O diagrama da figura 5.1 (a) define a linha de comandos correspondente ao comando COPIA. Os nomes dos arquivos origem e destino podem ser especificados com ou sem máscara; no caso de se utilizar máscara parcial do nome propriamente dito ou da extensão, o nome do arquivo destino deve ser obrigatoriamente igual ao nome do arquivo origem.

Este comando permite que sejam fornecidos três tipos de chave:

/L indica que deve ser apresentada, na tela do terminal de vídeo da estação local, a lista das cópias efetuadas;

/P indica que deve ser pedida a confirmação de cada cópia a ser efetuada;

/S indica, no caso de já existir o arquivo destino, que o mesmo deve ser removido sem ser necessário pedir confirmação.

Quando forem omitidos alguns dos elementos opcionais (unidade de disco origem ou destino, nome do arquivo destino ou chave) adotam-se, quando possível, valores por omissão

("default"). Por exemplo, se for omitido o nome do arquivo destino assume-se que o mesmo é igual ao nome do arquivo origem.

5.2.1.2. Comando SUPRIME

O diagrama da figura 5.1 (b) define a linha de comandos correspondente ao comando SUPRIME. Através deste comando pode-se solicitar que seja removido um único arquivo ou um conjunto de arquivos especificados através de máscara. Contudo, quando é especificada máscara do nome do arquivo propriamente dito ou de sua extensão, sempre é solicitada a confirmação de tal comando.

As chaves /L e /P, especificadas para este comando, têm funções análogas às apresentadas para o comando COPIA.

Quando forem omitidos alguns dos elementos (unidade de disco, nome do arquivo ou chave) adotam-se, quando possível, valores por omissão. Por exemplo, se for omitido o nome do arquivo, assume-se que devem ser removidos todos os arquivos do diretório corrente.

5.2.1.3. Comando DIREI

O diagrama da figura 5.1 (c) especifica a linha de comandos correspondente ao comando DIRET. Através da escolha adequada de máscara, é possível selecionar subconjuntos diferentes de arquivos do diretório corrente, cujos atributos (nome, tamanho e data da última atualização) serão apresentados na tela do terminal de vídeo acoplado à estação local.

Se for especificada a chave /P, as informações do diretório lido são apresentadas página por página, sendo a mudança de página efetuada mediante o acionamento de qualquer tecla do terminal da estação local.

Quando não for especificado nenhum nome de arquivo, são apresentados os atributos de todos arquivos existentes no diretório corrente.

5.2.1.4. Comando MOSTRA

O diagrama da figura 5.1 (d) especifica a linha de comandos correspondente ao comando MOSTRA. Como se pode constatar através desta figura, é possível solicitar a apresentação, na tela, dos dados de apenas um arquivo por vez.

Se for especificada a chave /P, esta apresentação é feita página por página, de maneira análoga ao comando DIRET.

5.2.1.5. Comando RENOMEIA

O diagrama da figura 5.1 (e) especifica a linha de comandos correspondente ao comando RENOMEIA. Este comando não pode ser usado, nesta versão inicial, para renomear conjuntos de arquivos especificados através do uso de máscara.

As chaves /L e /P são empregadas de forma análoga à apresentada para o comando COPIA.

5.2.2. Comandos do SDCD

No caso do SDCD, as informações entre os microcomputadores da sub-rede de gerenciamento são trocadas através da transferência de arquivos.

Como os requisitos desta aplicação são diferentes dos da REDUSP, especificou-se, para este sistema, um conjunto de apenas dois comandos: UPLOAD e DOWNLOAD. Estes comandos são invocados por processos aplicativos residentes nos respectivos microcomputadores, ao contrário da REDUSP, em que os comandos especificados são invocados pelo usuário final.

O comando DOWNLOAD é usado para solicitar uma transferência de arquivo da estação local para uma estação remota, enquanto o comando UPLOAD especifica o sentido inverso de transferência de arquivo.

O diagrama da figura 5.2 especifica os parâmetros definidos para os comandos DOWNLOAD e UPLOAD. Neste diagrama são utilizados os mesmos elementos básicos definidos para os

(a) - Comando COPIA

(b) - Comando SUPRIME

(c) - Comando DIRET

(d) - Comando MOSTRA

(e) - Comando RENOMEIA

Figura 5.1 - Diagramas de Sintaxe para os Comandos especificados para a Rede REDUSP

Figura 5.2 - Diagrama de Sintaxe para os Comandos DOWNLOAD e UPLOAD da Rede do SDCD

comandos da rede REDUSP, além do elemento básico "chave". Este elemento determina o procedimento a ser seguido no caso de já existir o arquivo destino, e pode assumir um dos seguintes valores:

- 0 a transferência de arquivo não deve ser efetuada;
- 1 o arquivo destino deve ser removido, sendo criado um novo arquivo em que serão gravados os dados do arquivo transferido;
- 2 os dados do arquivo transferido devem ser gravados no fim do arquivo destino já existente (concatenação de arquivos).

5.3. Especificações dos Elementos de Usuário

As especificações dos elementos de usuário foram efetuadas com base nos comandos tratados pelos mesmos, que foram apresentados nos itens anteriores. Na elaboração destas especificações utilizaram-se máquinas de estado, em que a transição de estados é causada por dois tipos de eventos: comando recebido, originado pelo usuário do sistema ou pelo processo aplicativo, e primitiva de serviço recebida, originada pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM.

Nos próximos itens são apresentados os diagramas de estado usados para descrever o funcionamento dos elementos de usuário implementados para as redes locais em questão. Nestes

diagramas são representados somente os eventos de entrada; os eventos de saída estão implícitos nos próprios nomes dos estados resultantes. Por exemplo, a transição do estado E1 (Estado Dormiente) para o estado E2 (Estado Pediu Estabelecimento de Associação de Aplicação) ocorre quando o elemento de usuário recebe um comando do usuário do sistema e solicita, ao elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, o estabelecimento de uma associação de aplicação.

5.3.1. Especificação do Elemento de Usuário da REDUSP

Na tabela 5.2 estão relacionados os serviços oferecidos pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, que são utilizados pelo elemento de usuário para implementar cada um dos comandos especificados para esta rede.

Como existem serviços comuns a vários comandos, optou-se por definir máquinas de estado distintas para os diferentes subconjuntos de serviços utilizados, ao invés de se definir uma máquina de estado para cada comando implementado. Esta solução tem como vantagens uma maior simplicidade das máquinas de estado especificadas e uma maior modularidade do sistema implementado.

Na divisão destes serviços em subconjuntos, utilizou-se o mesmo critério adotado na especificação do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM. Desta maneira, foram definidos os seguintes subconjuntos:

- a) serviços de estabelecimento e liberação do regime de conexão de aplicação;
- b) serviços de estabelecimento (seleção/criação) e liberação ("deseleção"/remoção) do regime de seleção de arquivo;
- c) serviços de gerenciamento (leitura/alteração de atributos) de arquivo;
- d) serviços de estabelecimento (abertura) e

Comandos \ Serviços	Serviços						
	Estabelecimento e Liberação da Associação de Aplicação	Seleção e "Desseleção" de Arquivo	Criação e Remoção de Arquivo	Leitura de Atributos	Alteração de Atributos	Abertura e Fechamento de Arquivo	Transferência de Dados
COPIA	X	X	X	X	-	X	X
SUPRIME	X	X	X	X	-	-	-
DIRET	X	X	-	X	-	-	-
MOSTRA	X	X	-	-	-	X	X
RENOMEIA	X	X	-	-	X	-	-

Tabela 5.2 - Relação entre os Comandos da REDUSP e os Serviços oferecidos pelo Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM

liberação (fechamento) do regime de acesso a arquivo;

e) serviços de transferência de dados.

Para cada um destes subconjuntos foi definida uma ou mais máquinas de estado, pois nem sempre todos os serviços de um dado subconjunto são usados por todos os comandos (Tabela 5.2). Por exemplo, todos serviços do subconjunto de estabelecimento e liberação do regime de seleção de arquivo são utilizados quando da execução do comando COPIA, todavia os serviços de criação e remoção de arquivo deste mesmo subconjunto não são utilizados quando da execução dos comandos DIRET, MOSTRA e RENOMEIA. Por outro lado, os serviços de estabelecimento e liberação do regime de conexão de aplicação são utilizados na execução de todos os comandos.

Como exemplo da especificação do elemento de usuário, detalhar-se-á o caso do comando COPIA. Quando é solicitada a cópia de um arquivo da estação local para a estação remota, deve-se, inicialmente, verificar se o arquivo origem da estação local existe. Se tal arquivo não existir, é emitida uma mensagem de erro. Caso contrário, tal comando é encaminhado ao elemento de usuário, e é executado segundo as seguintes etapas:

- a) estabelecimento de uma associação de aplicação com a estação remota em cujo sistema de arquivos deve ser gravado o arquivo transferido;
- b) estabelecimento do regime de seleção de arquivo, em que se utiliza o serviço de seleção de arquivo para verificar se o arquivo da estação remota já existe. Se o mesmo já existir e não tiver sido especificada a chave que permita removê-lo automaticamente, é apresentada uma mensagem de erro e a execução do comando de cópia é suspensa. Caso o mesmo já exista e tal chave tenha sido especificada, procede-se com a remoção e a criação de um novo arquivo na estação remota,

utilizando, para isso, os serviços correspondentes oferecidos pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM. E por último, se o arquivo da estação remota não existir, é criado um novo arquivo utilizando-se também estes serviços.

- c) estabelecimento do regime de acesso de arquivo, em que se utiliza o serviço de abertura de arquivo para abrir os arquivos da estação remota e da estação local envolvidos nesta operação;
- d) estabelecimento do regime de transferência de dados, que é iniciada pelo elemento de usuário através de um pedido de gravação do arquivo na estação remota. Assim que termina a transferência de dados correspondente, o elemento de usuário é informado, liberando-se automaticamente este regime;
- e) liberação do regime de acesso a arquivo;
- f) liberação do regime de seleção de arquivo;
- g) liberação do regime de conexão de aplicação.

Como se pode constatar, o elemento de usuário, assim que recebe uma resposta referente a um serviço por ele solicitado, pede imediatamente a execução de um outro serviço, até que a execução do comando propriamente dito tenha sido completada, ou suspensa devido à ocorrência de erros. Deste modo, as diferentes máquinas de estado especificadas para o comando COPIA são exercitadas, sequencialmente, segundo a ordem apresentada na figura 5.3.

Os diagramas de estado correspondentes a estas máquinas de estado estão ilustrados nas figuras 5.4 a 5.7. Nestes diagramas, as transições representadas através de linha tracejada referem-se às transições disparadas em decorrência da ação de uma outra máquina de estado.

Figura 5.3 - Inter-relação entre as Máquinas de Estado especificadas para o Comando COPIA

Legenda:**ESTADOS:**

- EC1 - Estado Desconectado (estado inativo)
- EC2 - Estado Pediu Estabelecimento de Associação de Aplicação
- EC3 - Estado Pediu Liberação da Associação de Aplicação
- EC4 - Estado Conectado (estado ativo)

Figura 5.4 - Diagrama de Estado correspondente ao Regime de Conexão de Aplicação para os Comandos COPIA e DIRET

Legenda:**ESTADOS:**

ES1 - Estado Desselecionado (estado inativo)
 ES2 - Estado Pediu Seleção
 ES3 - Estado Pediu Criação
 ES4 - Estado Pediu Remoção
 ES5 - Estado Pediu Desseleção
 ES6 - Estado Selecionado (estado ativo)

PRIMITIVAS DE SERVIÇO:

DESSELECIONADO /0 - arquivo origem não existe
 DESSELECIONADO /1 - arquivo destino não existe
 SELECIONADO /0 - arquivo origem existe
 SELECIONADO /1 - arquivo destino existe

Figura 5.5 - Diagrama de Estado correspondente ao Regime de Seleção de Arquivo para o Comando COPIA

Legenda:ESTADOS:

- EA1 - Estado Fechado (estado inativo)
- EA2 - Estado Pediu Abertura
- EA3 - Estado Pediu Fechamento
- EA4 - Estado Aberto (estado ativo)

Figura 5.6 - Diagrama de Estado correspondente ao Regime de Acesso a Arquivo para o Comando, COPIA

Legenda:ESTADOS:

- ED1 - Estado Dormente
- ED2 - Estado Pediu Leitura
- ED3 - Estado Pediu Gravação

Figura 5.7 - Diagrama de Estado correspondente ao Regime de Transferência de Dados para o Comando COPIA

No caso de ser especificado o comando de cópia de um conjunto de arquivos, da estação local para a estação remota, através do uso de máscara, deve-se, em primeiro lugar, determinar localmente qual o conjunto de arquivos a ser copiado. Se for especificado o comando de cópia de um conjunto de arquivos da estação remota para a estação local, o conjunto de arquivos a ser copiado é determinado exercitando-se as máquinas de estado correspondentes ao comando DIRET. A partir daí, é efetuada a série de cópias correspondente ao conjunto especificado. As figuras 5.4, 5.9 e 5.10 contêm os diagramas de estado relativos às máquinas de estado especificadas para o comando DIRET, que são exercitadas segundo a ordem apresentada na figura 5.8.

De maneira análoga, foram especificadas as máquinas de estado relativas aos subconjuntos dos serviços mencionados anteriormente, pertinentes a cada um dos demais comandos do sistema, que descrevem o comportamento do elemento de usuário durante a execução destes comandos.

5.3.2. Especificação do Elemento de Usuário do SDCD

O elemento de usuário implementado para o SDCD foi especificado utilizando-se uma única máquina de estado (Figura 5.11). Embora, neste caso, existam dois comandos, DOWNLOAD e UPLOAD, existem apenas diferenças de tratamento das primitivas de serviço recebidas do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM na fase de estabelecimento do regime de seleção de arquivo, o que não justifica a opção de se especificar uma máquina de estado para cada comando. As etapas de execução destes comandos são as mesmas descritas para o comando COPIA da rede REDUSP.

No próximo item são apresentados aspectos de implementação deste elemento de usuário e daquele especificado para a rede local REDUSP.

Figura 5.8 - Inter-relação entre as Máquinas de Estado especificadas para o Comando DIRET.

Legenda:

Estados:

- ES1 - Estado Deselecionado (estado inativo)
- ES2 - Estado Pediu Seleção
- ES3 - Estado Pediu Deseleção
- ES4 - Estado Selecionado (estado ativo)

Figura 5.9 - Diagrama de Estado correspondente ao Regime de Seleção de Arquivo para o Comando DIRET.

Legenda:Estado:

EG1 - Estado Dormente

EG2 - Estado Pediu Leitura de Atributos

Primitivas de Serviço:

ATRIB_LIDOS/0 - Primitiva de Atributos Lidos Qualquer
(diferente da última).

ATRIB_LIDOS/1 - Última Primitiva de Atributos Lidos

Figura 5.10 - Diagrama de Estado correspondente à Fase de Gerenciamento de Arquivo para o Comando DIRET.

Legenda:

Estado:

- E1 - Estado Dormiente
- E2 - Estado Pedido Conexão
- E3 - Estado Pedido Seleção
- E4 - Estado Pedido Criação
- E5 - Estado Pedido Remoção
- E6 - Estado Pedido Abertura
- E7 - Estado Pedido Leitura/Gravação
- E8 - Estado Pedido Fechamento
- E9 - Estado Pedido Deseleção

Primitivas de Serviço:

- DESSELECIONADO/0 - arquivo origem não existe
- DESSELECIONADO/1 - arquivo destino não existe
- SELECIONADO/0 - arquivo origem existe
- SELECIONADO/1 - arquivo destino existe

Figura 5.11 - Diagrama de Estado dos Comandos DOWNLOAD e UPLOAD

5.4. Aspectos de Implementação dos Elementos de Usuário

Conforme mencionado na introdução deste capítulo, ao elemento de usuário cabem apenas as funções relacionadas com a comunicação entre processos aplicativos residentes em estações distintas da rede. Dentro deste escopo, o elemento de usuário não é responsável pela análise dos comandos recebidos, nem pela determinação das estações da rede, onde se localizam as unidades de disco especificadas num dado comando.

Desta maneira, foi implementado, para o caso das duas redes, um Analisador de Comandos, cuja função é efetuar a análise léxica e sintática dos comandos fornecidos pelo usuário do sistema ou pelo próprio processo aplicativo, e determinar os endereços das estações às quais estão associadas as unidades de disco especificadas nestes comandos (Figura 5.12). Através da análise léxica, são extraídos os itens léxicos que compõem uma linha de comandos. A análise sintática, por sua vez, agrupa estes itens léxicos nas diversas unidades sintáticas e verifica se há erros de sintaxe. As regras de formação de cada comando implementado são apresentadas através dos diagramas das figuras 5.1 e 5.2.

Uma vez que um dado comando foi analisado e não tenha sido detectado nenhum erro léxico e sintático, o analisador de comandos determina, a partir da tabela de configuração da rede, os endereços das estações da rede envolvidas na operação em questão.

Esta tabela de configuração é mantida em disco e pode ser atualizada pelo operador do sistema, através de um editor de texto qualquer. Ela contém os endereços físicos das estações, o número de unidades de disco associadas a cada estação e o nome destas unidades (Figura 5.13). Por exemplo, se o usuário especificar o seguinte comando:

```
COPIA a: arqteste.plm g: /s
```

o analisador de comandos determina que a cópia é da estação local para uma estação remota, e que o arquivo destino, também

Figura 5.12 - Estrutura da Camada de Aplicação do Sistema Implementado

denominado "arqteste.plm", deve ser gravado na unidade b: da estação da rede com endereço físico "003".

Endereço da Estação	Número de Unidades de Disco	Nome das Unidades de Disco	
000	03	A, B, C	<--- Estação Local
001	02	D, E	
003	03	F, G, H	
004	02	I, J	
005	02	L, M	

Figura 5.13 - Exemplo de Tabela de Configuração

Feito isto, o analisador de comandos se comunica com o elemento de usuário através da chamada de sub-rotinas e áreas de memória preenchidas adequadamente com informações (endereço da estação, unidade disco e nome do arquivo) sobre os arquivos especificados num dado comando.

Nos sistemas implementados, o analisador de comandos e o elemento de usuário compõem o processo de usuário, que se comunica com os processos do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM descritos no capítulo 4, através das primitivas de troca de mensagens do Sistema da Comunicação (SC) [22]. Este processo de usuário ocupa uma área total, de código mais dados, de 45 Kbytes no caso da rede REDUSP e 13 Kbytes no caso da rede do SDCD.

A implementação atual destes sistemas não prevê a possibilidade de se efetuarem operações sobre arquivos do sistema de arquivos local. Esta facilidade é dispensável no caso da rede local do SDCD, em que o objetivo é sempre transferir arquivos entre a estação local e uma estação remota. Contudo, no caso da REDUSP, esta facilidade é essencial, pois se deseja que a configuração da rede seja transparente ao usuário do Sistema de Arquivo Distribuído. Para resolver este problema, o analisador de comandos, ao detectar que o comando especificado pelo usuário somente envolve arquivos da estação

local, ao invés de encaminhá-lo ao elemento de usuário, encaminha-o para o sistema operacional local.

5.5. Considerações Finais:

As especificações dos elementos de usuário apresentadas neste capítulo são, relativamente simples, devido aos tipos de serviços oferecidos pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, bastante similares aos tipos de rotinas de acesso a dispositivos de armazenamento disponíveis, normalmente, em sistemas computacionais. Daí decorre a similaridade entre estas especificações dos elementos de usuário e a especificação de comandos de um sistema de arquivos convencional a partir de tais rotinas.

Neste capítulo e no capítulo 4 foi dada ênfase aos aspectos de especificação e implementação dos elementos de usuário e do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, respectivamente. Dando continuidade à apresentação dos sistemas implementados, no capítulo 6 são discutidos os métodos de teste empregados na avaliação dos mesmos.

CAPÍTULO 8
TESTES DO ELEMENTO DE SERVIÇO DE APLICAÇÃO
ESPECÍFICO (SASE_FTAM) IMPLEMENTADO

6. Testes do Elemento de Serviço de Aplicação Específico (SASE_FTAM) Implementado:

6.1. Introdução

O objetivo de testar uma máquina de protocolo é determinar se o protocolo implementado está em conformidade com a especificação tomada por base, e se o mesmo satisfaz aos requisitos de desempenho (vazão e tempos de resposta) e robustez (capacidade de recuperação de situações de erro) definidos de acordo com o tipo de aplicação a que se destina. Através destes testes é possível detectar-se a existência de erros, embora não se garanta a sua inexistência [59], [66].

Neste capítulo são apresentados os testes efetuados sobre o elemento de serviço de aplicação específico SASE_FTAM implementado. Estes testes foram classificados em três categorias: operacionalidade, conformidade e desempenho. O objetivo dos testes de operacionalidade é examinar como a máquina de protocolo implementada responde às primitivas de serviço e aos elementos de protocolo gerados, em condições normais ou na presença de erros, verificando-se as propriedades de repetitividade (dada uma entrada observa-se sempre a mesma saída) e a inexistência de impasses. O segundo tipo de testes é usado para certificar que o protocolo implementado está em conformidade com as normas de padronização, no caso as normas DIS 8571 [29], [30], [31], [32], tomadas por base, garantindo, desta maneira, a possibilidade de interconectar este sistema com outro implementado a partir das mesmas normas. E, por último, os testes de desempenho são realizados para verificar se são satisfeitos os requisitos de tempos de resposta estabelecidos para as aplicações da REDUSP e do SDCD.

6.2. Testes de Operacionalidade

Os testes de operacionalidade são definidos, especificando-se as arquiteturas dos testadores e os cenários de teste utilizados. Por cenário de testes, entende-se a

sequência de testes e as regras que determinam a ordem em que eles devem ser realizados [74].

Nos próximos itens são apresentados as arquiteturas dos testadores e os cenários de teste utilizados nos testes de operacionalidade do elemento de serviço de aplicação específico SASE_FTAM implementado.

6.2.1 Arquitetura dos testadores

Conforme anteriormente mencionado, os testes aqui apresentados tem como objetivo verificar a operacionalidade do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado, sem envolver, inicialmente, o elemento de usuário. O elemento de serviço de aplicação corresponde, na realidade, a uma subcamada da entidade de aplicação, cujo comportamento é determinado pelas primitivas de serviço trocadas com o elemento de usuário e com a camada de transporte. Deste modo, utilizam-se tais primitivas para exercitar esta subcamada da entidade de aplicação, denominada de Implementação Sob Teste (IUT - Implementation Under Test), observando-se a resposta da mesma a tais entradas. Dentro deste contexto, foram definidas as arquiteturas dos testadores utilizados para testar a IUT correspondente, que são apresentadas nos próximos itens.

6.2.1.1. Testador Local

No testador local (Figura 6.1), os testes do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM são iniciados mediante comandos fornecidos através do teclado da estação de trabalho. A partir destes comandos são geradas primitivas de serviço (de transporte ou de aplicação) em condições normais (variando-se os valores de seus parâmetros) e primitivas com erros, que são encaminhadas a este elemento de serviço de aplicação. Como resposta, o mesmo pode gerar primitivas de serviço destinadas à camada de transporte e/ou ao elemento de usuário. Estas primitivas são apresentadas no monitor de vídeo acoplado à estação de trabalho, para que possam ser analisadas.

Figura 6.1 - Arquitetura do Testador Local

Utiliza-se esta mesma arquitetura do testador local para testar o(s) elemento(s) de usuário, que passa(m) a ser a implementação Sob Teste (IUT). Feito isto, a próxima etapa é integrar o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM e o elemento de usuário implementados. Tais testes integrados são efetuados utilizando-se o testador local, em que a implementação Sob Teste passa a ser o conjunto constituído pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM e pelo o elemento de usuário correspondente.

Utilizando-se o testador local podem-se detectar vários erros de implementação do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM e do elemento de usuário. Não é possível, contudo, garantir que o sistema testado, denominado Sistema Sob Teste (SUT - System Under Test), possa ser interconectado com um outro sistema. Para tal, utiliza-se o testador remoto, que é apresentado a seguir.

6.2.1.2. Testador Remoto

Inicialmente, o testador remoto (Figura 6.2) foi implantado numa única estação de trabalho, pois não se dispunha da sub-rede de comunicação. De maneira análoga ao testador local, os testes são iniciados mediante comandos fornecidos pelo operador, através do teclado acoplado à estação de trabalho em questão. A partir destes comandos são geradas primitivas de serviço de aplicação, que são encaminhadas ao elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM considerado como Iniciador (entidade de aplicação iniciadora). Tais primitivas são tratadas, e como resposta são geradas primitivas de serviço de transporte e/ou de aplicação. As primitivas de serviço de transporte são encaminhadas ao elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM considerado como respondedor (entidade de aplicação respondedora) através do prestador de serviços de transporte. Este elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM trata a primitiva recebida e, como resposta, pode enviar uma outra primitiva de serviço de transporte, que é encaminhada e tratada pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM iniciador. Como

Figura 8.2 - Arquitetura do Testador Remoto

resultado deste tratamento, novas primitivas de serviço de transporte e/ou de aplicação podem ser geradas. Prossegue-se de maneira análoga até que sejam trocadas todas primitivas de serviço e mensagens de protocolo, correspondentes à execução do comando inicialmente fornecido pelo operador.

Deve-se ressaltar que, no início dos testes, sempre se supõe que existe uma conexão de transporte já estabelecida, e que as mensagens do protocolo (PDU's) de transferência de arquivos são mapeadas diretamente em primitivas de serviço de dados de transporte.

O operador deste testador pode optar por observar, total ou parcialmente, as trocas de primitivas realizadas pelos elementos em teste. Existem também mecanismos para introduzir erros em tais primitivas.

Os testes efetuados utilizando este testador são extremamente úteis para detectar problemas de impasse. Embora através destes testes se garanta a possibilidade de interconectar dois sistemas implementados a partir da mesma especificação, não é possível, contudo, garantir a possibilidade de interconectar este sistema com outro sistema implementado a partir de uma outra especificação, que também tenha tomado por base as mesmas normas de padronização da ISO. Para que isso fosse possível, deveria se utilizar este mesmo testador associado, de um lado a IUT e, de outro a uma implementação de referência. Estes testes não foram efetuados devido à indisponibilidade de tal implementação de referência.

Este mesmo testador é também utilizado nos testes integrados do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM com o elemento de usuário, que passam a ser a implementação Sob Teste (IUT).

Uma vez completados estes testes integrados com o testador remoto, a etapa seguinte consiste em repetí-los utilizando a sub-rede de comunicação (Figura 6.3).

Estes testes utilizando a sub-rede comunicação, por

Figura 6.3 - Arquitetura do Testador Remoto utilizando a Sub-rede de Comunicação

sua vez, são realizados em duas etapas. Na primeira etapa, os testes são iniciados por comandos fornecidos pelo operador através do teclado associado a uma das duas estações de trabalho. Na segunda etapa, ao invés dos comandos serem fornecidos pelo operador, os mesmos são obtidos de arquivos de cenários de teste, que contêm a sequência dos comandos a serem executados.

Estes testes permitem verificar o comportamento da IUT em questão, em situações de conflito e na ocorrência de erros gerados pela sub-rede de comunicação, que não são detectados nem tratados pela camada de transporte. Ou seja, é testada a capacidade do sistema implementado de se recuperar de situações de erros (robustez).

Contudo, devido às próprias características do sistema implementado, em que entre duas entidades de aplicação pode existir apenas uma única associação de aplicação, não se pode verificar, através dos testes até aqui mencionados, o comportamento da IUT em questão envolvida em mais de uma associação de aplicação. Com o objetivo de testar o comportamento da IUT nestas condições, pode-se utilizar a mesma arquitetura da figura 6.3, repetindo-se os mesmos testes, interconectando agora, através da sub-rede de comunicação, três ou mais estações de trabalho.

Para cada um dos testadores apresentados, foram realizadas diversas sequências de testes. Estas sequências são apresentadas a seguir.

6.2.2. Cenários de Teste

Segundo a definição dada anteriormente sobre cenários de teste, estes são determinados especificando-se as sequências de testes a serem realizadas. Estas sequências são definidas a partir da especificação do protocolo a ser testado (Figura 6.4), utilizando-se para isso métodos de geração de tais sequências.

Figura 6.4 - Etapas de Desenvolvimento do Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM

Estes métodos consideram a implementação Sob Teste (IUT) como sendo uma "caixa preta", cujo comportamento se deseja determinar. A partir do diagrama de estado, que deve descrever o funcionamento de tal implementação, são determinadas as sequências de entradas que, sendo ativadas produzem saídas conhecidas; observando-se estas saídas comprova-se a operacionalidade da implementação em questão.

Vários métodos podem ser empregados para determinar as sequências de testes que devem ser efetuadas sobre protocolos especificados a partir de máquinas de estado finitas (FSM - Finite State Machine). Dentre estes métodos, podem-se citar: o método Turnê de Transições (Transition Tour), o método de Sequências de Caracterização ou método W (W-Method) e o método de Sequências de Verificação (Checking Sequences) [59] [70] [72].

No caso dos testes efetuados sobre o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM e o elemento de usuário, utilizando-se o testador local, empregou-se o método Turnê de Transições. Este método determina a partir do estado inicial da máquina de estado, que descreve o funcionamento da implementação Sob Teste (IUT), as sequências de entradas que uma vez aplicadas garantem que todas transições sejam disparadas e que todos os estados sejam alcançados pelo menos uma vez.

Tanto este método como os outros mencionados falham se o número de estados da máquina de estado implementada for maior que o da máquina de estado especificada [59], [70], [72]. Além disso, o método de Turnê de Transições não garante que sejam detectados todos erros de transição existentes, pois pode-se observar uma saída correta, sem contudo, ter ocorrido a transição de estados esperada. No caso dos testes realizados, este problema inexistiu, pois além de se observar as primitivas de serviço geradas pelo elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM (ou elemento de usuário) em teste, observa-se também os estados resultantes no monitor de vídeo acoplado à estação de trabalho correspondente.

Nos testes efetuados sobre o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM usando o testador local, aplicaram-se as sequências de testes apresentadas nas figuras 6.5 a 6.9. Como se pode observar através destas figuras, para cada um dos subsistemas descritos no capítulo 4 (Subsistema de Associação de Aplicação, Subsistema de Seleção de Arquivo, Subsistema de Acesso a Arquivo e Subsistema de Gerenciamento de Arquivo) foi definida uma sequência de testes, com exceção do Subsistema de Transferência de Dados, para o qual foram definidas duas sequências de testes correspondentes aos dois sentidos possíveis de transferência de arquivos (da estação local para a remota e da estação remota para a local). A necessidade de gerar duas sequências de testes distintas advém do fato de que, normalmente, o arquivo destino é vazio, e não pode exercer ora a função de arquivo destino, ora a função de arquivo origem.

Nos testes do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, utilizando-se o testador remoto, foram aplicadas as sequências de primitivas de aplicação correspondentes à execução de transferência de arquivos da estação local para a remota e vice-versa, e correspondentes à execução de leitura e alteração de atributos de arquivos da estação remota. Por exemplo, no caso de transferência de arquivos da estação local para a remota, foi aplicada a sequência mostrada na tabela 6.1. Deve-se ressaltar que, durante a execução destes testes, o operador pode observar tanto a troca de primitivas de serviço de aplicação como a troca de primitivas de serviço de transporte.

Nos testes integrados do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM com o elemento de usuário, utilizando-se ou não a sub-rede de comunicação, foram aplicadas sequências de comando do usuário, de modo a garantir que todos os comandos fossem testados sob condições diversas.

No caso do elemento de usuário implementado para a rede local do SDGD, para os comandos especificados (DOWNLOAD e UPLOAD), foram realizados testes sob as seguintes condições:

Entrada Estado Atual\Saida	1 \ INIRQ INIRP/0	4 \ UABRQ -	1 \ INIRQ INIRP/0	4
Entrada Estado Atual\Saida	4 \ Aborta UABRQ	1 \ INIRQ INIRP/0	4 \ Desconecta TERRQ	3
Entrada Estado Atual\Saida	3 \ TERRP Desconectado	1 \ Conecta INIRQ	2 \ INIRP/0 Conectado	4
Entrada Estado Atual\Saida	4 \ TERRQ TERRP, Desconectado	1 \ Conecta INIRQ	2 \ INIRP/0 Conectado	4
Entrada Estado Atual\Saida	4 \ TDIS Desconectado	1 \ Conecta INIRQ	2 \ UABRQ Desconectado	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Conecta INIRQ	2 \ Desconecta TERRQ	3 \ UABRQ Desconectado	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Conecta INIRQ	2 \ INIRP/1 Desconectado	1 \ Conecta INIRQ	2
Entrada Estado Atual\Saida	2 \ TERRQ TERRP, Desconectado	1 \ Conecta INIRQ	2 \ Desconecta TERRQ	3
Entrada Estado Atual\Saida	3 \ Aborta UABRQ	1 \ Conecta INIRQ	2 \ Aborta UABRQ	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ INIRQ INIRP/0	4 \ Desconecta TERRQ	3 \ TDIS Desconectado	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ INIRQ INIRP/0	4 \ Desconecta TERRQ	3 \ Conecta INIRQ	2
Entrada Estado Atual\Saida	2 \ TDIS Desconectado	1		

Figura 6.5 - Turnê de Transições Utilizado nos Testes do Subsistema de Conexão de Aplicação

Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Selecciona SELRQ	2 \ SELRP/1 Deseleccionado	1 \ Selecciona SELRQ	2
Entrada Estado Atual\Saida	2 \ Deselecciona DESRQ	3 \ DESRP Deseleccionado	1 \ Selecciona SELRQ	2
Entrada Estado Atual\Saida	2 \ DESRQ DESRP	1 \ Cria CRERQ	4 \ CRERP/0 Criado	6
Entrada Estado Atual\Saida	6 \ Deselecciona DESRQ	3 \ DESRP Deseleccionado	1 \ Cria CRERQ	4
Entrada Estado Atual\Saida	4 \ CRERP/1 Deseleccionado	1 \ Selecciona SELRQ	2 \ SELRP/0 Seleccionado	6
Entrada Estado Atual\Saida	6 \ Suprime DELRQ	5 \ DELRP Suprimido	1 \ Cria CRERQ	4
Entrada Estado Atual\Saida	4 \ DESRQ DESRP	1 \ SELRQ SELRP/0	6 \ DELRP DELRP	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ CRERQ CRERP/0	6 \ DESRQ DESRP	1 \ Cria CRERQ	4
Entrada Estado Atual\Saida	4 \ Deselecciona DESRQ	3 \ DESRP Deseleccionado	1 \ Selecciona SELRQ	2
Entrada Estado Atual\Saida	2 \ SELRP/0 Seleccionado	6 \ Suprime DELRQ	5 \ DESRQ DESRP	1

Figura 6.6 - Turnê de Transições Utilizado nos Testes do Subsistema de Seleção de Arquivo

Entrada Estado Atual\Saida	1 \ OPERQ	4 \ CLORQ	1 \ Abre	2 \ OPERP/1	1
Estado Atual\Saida	1 \ OPERP/0	4 \ CLORP	1 \ OPERQ	2 \ Fechado	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Abre	2 \ OPERP/0	4 \ CLORQ	1 \ OPERQ	4
Estado Atual\Saida	1 \ OPERQ	2 \ Aberto	4 \ CLORP, Fechado	1 \ OPERP/0	4
Entrada Estado Atual\Saida	4 \ Fecha	3 \ Abre	2 \ OPERP/1	1 \ Abre	2
Estado Atual\Saida	4 \ CLORQ	3 \ OPERQ	2 \ Fechado	1 \ OPERQ	2
Entrada Estado Atual\Saida	2 \ Fecha	3 \ CLORP	1 \ Abre	2 \ CLORQ	1
Estado Atual\Saida	2 \ CLORQ	3 \ Fechado	1 \ OPERQ	2 \ CLORP, Fechado	1

Figura 6.7 - Turnê de Transições Utilizado nos Testes do Subsistema de Acesso a Arquivo

Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Altera_Atrib CATRQ	CATRP 3 \ Atrib_Alterado	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Le_Atrib RATRP	RATRP/1 2 \ Oper_Atrib_Rejeitada	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Le_Atrib RATRP	RATRP/2 2 \ Atrib_Lido	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ CATRQ CATRP	Le_Atrib 1 \ RATRP	2
Entrada Estado Atual\Saida	2 \ RATRP/0 -	RATRP/0 4 \ -	4
Entrada Estado Atual\Saida	4 \ RATRP/2 Atrib_Lido	Le_Atrib 1 \ RATRP	2
Entrada Estado Atual\Saida	2 \ RATRP/0 -	RATRP/1 4 \ Oper_Atrib_Rejeitada	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ RATRP/0 RATRP	5 \ RATRP/1 ou RATRP/2 -	1

Figura 6.8 - Turnê de transições Utilizado no Teste do Subsistema de Gerenciamento de Arquivo

Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Grava WRTRQ	4 \ CANRQ CANRP, Cancelado	1 \ Grava WRTRQ	4 \ CANRP Cancelado	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Grava WRTRQ	4 \ - DATRQ	4 \ - DAERQ, TRERP	6 \ TRERP Result_Op	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Grava WRTRQ	4 \ Cancela CANRQ	5 \ CANRP Cancelado	1 \ REARQ DATRQ	4
Entrada Estado Atual\Saida	4 \ - DATRQ	4 \ - DAERQ	7 \ TRERP TRERP	1	

(a) Gravação do Arquivo na Estação Remota

Entrada Estado Atual\Saida	1 \ Le REARQ	2 \ DATRQ -	3 \ DATRQ -	3 \ DAERQ TRERP	6
Entrada Estado Atual\Saida	6 \ TRERP Result_Op	1 \ Le REARQ	2 \ CANRQ CANRP, Cancelado	1 \ Le REARQ	2
Entrada Estado Atual\Saida	2 \ DAERQ TRERP	6 \ TRERP Cancelado	1 \ Le REARQ	2 \ DAERQ TRERP	6
Entrada Estado Atual\Saida	6 \ CANRQ CANRP, Cancelado	1 \ Le REARQ	2 \ DAERQ TRERP	6 \ Cancela CANRQ	5
Entrada Estado Atual\Saida	5 \ CANRP Cancelado	1 \ Le REARQ	2 \ Cancela CANRQ	5 \ CANRP Cancelado	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ WRTRQ -	3 \ CANRQ CANRP	1 \ WRTRQ -	3 \ DATRQ -	3
Entrada Estado Atual\Saida	3 \ DAERQ -	7 \ TRERP TRERP	1 \ WRTRQ -	3 \ Cancela CANRQ	5
Entrada Estado Atual\Saida	5 \ CANRP Cancelado	1 \ WRTRQ -	3 \ DAERQ -	7 \ CANRQ CANRP	1
Entrada Estado Atual\Saida	1 \ WRTRQ -	3 \ DAERQ -	7 \ Cancela CANRQ	5 \ CANRP Cancelado	1

(b) Leitura do Arquivo da Estação Remota

Figura 6.9 - Turnê de Transições Utilizado nos Testes do Subsistema de Transferência de Dados

S E Q U E N C I A D A S	P R I M I T I V A S ↓	PRIMITIVAS DE APLICAÇÃO APLICADAS	PRIMITIVAS DE APLICAÇÃO RECEBIDAS
		CONECTA SELECIONA SUPRIME CRIA ABRE GRAVA FECHA DESSELECIONA DESCONECTA	CONECTADO SELECIONADO SUPRIMIDO CRIADO ABERTO RESULT_OP FECHADO DESSELECIONADO DESCONECTADO

Tabela 6.1 - Sequência de Primitivas de Aplicação Usada para Testar a Operação de Transferência de Arquivo da Estação Local para a Remota, no caso de já existir o Arquivo Destino

- a) arquivo origem inexistente;
- b) arquivo origem existente e arquivo destino inexistente;
- c) arquivo origem e destino existentes e o valor da chave especificada igual a 0 (o arquivo destino não deve ser removido);
- d) arquivo origem e destino existentes e o valor da chave especificada igual a 1 (o arquivo destino deve ser removido);
- e) arquivo origem e destino existentes e o valor da chave especificado igual a 2 (deve ser efetuada uma concatenação de arquivos).

No caso do elemento de usuário implementado para a rede local REDUSP foram definidas, também, sequências de testes para cada um dos comandos COPIA, SUPRIME, RENOMEIA, TYPE e DIR. Condições semelhantes às usadas para os comandos do SDCD foram consideradas nos testes do comando COPIA, fazendo-se exceção à condição e) acima apresentada, pois não é possível efetuar concatenação de arquivos utilizando este comando. Em relação aos comandos SUPRIME, RENOMEIA e TYPE, estes foram testados quando existia ou não o arquivo especificado, sobre o qual deveria ser executado o comando correspondente. Além disso, no caso do comando RENOMEIA, este também foi testado na situação em que já existia um arquivo com o nome igual ao novo nome do arquivo a ser renomeado. Por último, o comando DIR foi testado considerando diretórios de tamanhos variados.

Independentemente dos tipos de testes efetuados, ao final de uma sessão de testes sempre era verificada a consistência e integridade dos sistemas de arquivos acessados durante os testes.

Os testes de operacionalidade até aqui apresentados não garantem que tenham sido detectados todos os erros de implementação do protocolo de transferência de arquivos em questão, contudo é menor a probabilidade de tais erros

existirem.

Estes testes também garantem a conformidade do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado com a sua especificação, mas não garantem a conformidade com as normas de padronização da ISO tomadas por base, pois nos testes realizados com o testador remoto não se dispunha de uma implementação de referência, que pudesse ser utilizada. Aspectos de testes de conformidade são discutidos no próximo item.

6.3. Teste de Conformidade

O modelo básico de referência OSI da ISO estabelece que um sistema é considerado aberto, se o mesmo gerar e aceitar os elementos de protocolo corretamente, não existindo restrições quanto a aspectos internos de implementação [2], [40].

Dentro deste escopo, são definidos pelas normas de padronização da ISO, requisitos de conformidade. Estes requisitos são classificados da seguinte maneira [48]:

a) Requisitos de conformidade estática

Estes requisitos estão relacionados a aspectos referentes às classes de protocolo, parâmetros das unidades de dados de protocolo (PDU's), valores de temporização, etc. No caso do protocolo de transferência de arquivos, por exemplo, deve ser sempre oferecida a classe básica de protocolo, que inclui as PDU's de estabelecimento e liberação da associação de aplicação, e as de seleção e "deseleção" de arquivo. Outro exemplo, refere-se aos parâmetros de uma PDU. Os parâmetros VERSÃO DE PROTOCOLO, CONTEXTO DE APRESENTAÇÃO, NÍVEL DE SERVIÇO, CLASSE DE SERVIÇO, GRUPO DE ATRIBUTOS e JANELA DE PONTO DE VERIFICAÇÃO da F_INITIALIZE_request_PDU (pedido de estabelecimento da associação de

aplicação) são obrigatórios, não sendo necessário utilizar os demais parâmetros opcionais especificados para esta mesma PDU.

b) Requisitos de conformidade dinâmica

Estes requisitos dizem respeito ao comportamento do protocolo, que deve estar de acordo com as especificações das normas de padronização correspondentes da ISO. Por exemplo, um sistema aberto, ao receber uma F_INITIALIZE_request_PDU deve sempre responder com uma mensagem de protocolo F_INITIALIZE_response_PDU.

Para que seja possível efetuar os testes de conformidade, a partir dos requisitos de conformidade definidos pelas normas de padronização correspondentes da ISO [32], é necessário elaborar, inicialmente, uma Declaração de Conformidade do Protocolo Implementado (PICS - Protocol Implementation Conformance Statement), cujos itens são também especificados por estas normas. A tabela 6.2 contém a PICS correspondente ao protocolo implementado.

A partir desta PICS é possível verificar se o protocolo implementado satisfaz ou não aos requisitos de conformidade estática e dinâmica, definidos pelas normas de padronização da ISO, que são apresentados nos próximos itens.

6.3.1. Conformidade Estática

A tabela 6.3 relaciona os requisitos de conformidade estática especificados pelas normas de padronização [32], indicando se o protocolo implementado satisfaz ou não a tais requisitos. Analisando as informações contidas nesta tabela, constata-se que não são satisfeitos os seguintes requisitos:

a) geração e interpretação da informação de Controle de Protocolo

Embora as unidades de dados de protocolo tenham todos os parâmetros obrigatórios especificados

TIPO DE INFORMAÇÃO	INFORMAÇÃO
Classes de Serviço	Classe de Gerenciamento Classe de Transferência Classe de Transferência e Gerenciamento
Subconjunto de Serviços (Unidades Funcionais)	Serviços Básicos Serviços de Transferência de Dados Serviços de Gerenciamento Limitado Serviços de Gerenciamento Extendido
Níveis de Serviço	Corrigível pelo Usuário
Função da Entidade de Aplicação	Iniciadora Respondedora
Grupos Opcionais de Atributos	Armazenamento
Atributos Suportados	Nome do Arquivo Tipo de Dados Tamanho do Arquivo Data da Última Alteração
Gama dos Valores dos Atributos Suportados	Nome do Arquivo - 14 Caracteres Tipo de Dados - ASCII ou binário Tamanho do Arquivo - 0 --> 99999 Data da Última Alteração - 10 dígitos
Tipos de Documentos	Arquivo Texto Sequencial Arquivo Binário Sequencial
Estrutura dos Arquivos	Sequencial
Operações de Alteração dos Dados e dos Atributos de um Arquivo	Gravação de Dados Remoção de Arquivo Alteração de Atributos
Operações de Remoção dos Dados e do Arquivo como um todo	Remoção de Arquivo
Parâmetros Opcionais	Parâmetro "DIAGNÓSTICO" (Apêndice A-2)
Grupo de Atributos Particular	Não Oferecido
Códigos de Diagnóstico	Apêndice A-2

Tabela 6.2 - Declaração de Conformidade do Protocolo Implementado (PICS)

REQUISITOS DE CONFORMIDADE ESTATICA	CARACTERÍSTICAS DO PROTOCOLO IMPLEMENTADO
Função da Entidade de Aplicação: Iniciadora, Respondera, ou ambas	Iniciadora Respondedora
Grupo de Atributos: Básico	Básico Armazenamento
Valores dos Atributos: Nome do Arquivo Tipo de Dados	Nome do Arquivo - cadeia de 14 caracteres Tipo de Dados - arquivo texto sequencial e arquivo binário sequencial
Geração e interpretação da informação de Controle de Protocolo (PCI) a partir das Regras de Codificação Definidas em ASN.1 (Abstract Syntax Notation.1)	Geração e interpretação da informação de Controle de Protocolo utilizando regras de codificação particulares.
Classes de Serviço: Classe de Transferência ou Classe de Gerenciamento ou Classe de Transferência e Gerenciamento ou Classe de Acesso	Classe de Transferência (SB, STD)* Classe de Gerenciamento (SB, SGL, SGE)* Classe de Transferência e Gerenciamento (SB, STD, SGL, SGE)* Nota: Não permite concatenação de primitivas de serviço e mensagens de protocolo.
Mapeamento da F_CANCEL_PDU na Primitiva de Serviço P_DATA	Mapeamento da F_CANCEL_PDU na primitiva de serviço de dados da camada de transporte (T_DATA) (não existe a camada de apresentação)

(*) Subconjuntos de Serviços Básicos (SB), de Transferência de Dados (STD), de Gerenciamento Limitado (SGL), de Gerenciamento Extendido (SGE), de Controle de Erros (SCE) e de Acesso a Arquivo (SAC) (ver capítulo 3).

Tabela 6.3 - Requisitos de Conformidade Estática

pelas normas de padronização da ISO [32], não são aplicadas as regras de codificação definidas para a notação de sintaxe abstrata ASN.1 na geração e interpretação das PCI's (Protocol Control Information).

A implementação de um elemento responsável pela geração e interpretação das PCI's, usando tais regras de codificação, deve ser desenvolvida para a rede local REDUSP. Contudo, tal elemento não será usado no caso da rede local do SDCD devido a restrições de memória das estações de trabalho de 8 bits.

b) Classes e Subconjuntos de Serviços

As normas determinam que pelo menos uma classe de serviço deve ser oferecida. Para cada classe, as mesmas normas definem os subconjuntos de serviços que devem ser obrigatoriamente oferecidos.

O protocolo implementado oferece basicamente três classes de serviço (transferência, gerenciamento e transferência e gerenciamento), contudo não permite a concatenação de primitivas de serviço e mensagens de protocolo, em princípio obrigatório para qualquer classe de serviço oferecida.

O objetivo de efetuar a concatenação de primitivas usadas nas fases de seleção, desseleção, acesso e gerenciamento de arquivos é melhorar o desempenho dos serviços oferecidos. Contudo, esta melhora não é considerada significativa, quando se compara o número de primitivas trocadas nestas fases com o número de primitivas de dados trocadas na fase de transferência de dados, no caso de ser efetuada uma transferência de arquivo. Assim sendo, não se considerou essencial possibilitar a concatenação de primitivas e mensagens de protocolo, que

embora considerada obrigatória pelas normas de padronização utilizadas, deve tornar-se opcional a partir da próxima versão destas mesmas normas.

A próxima etapa dos testes de conformidade consiste em verificar se o protocolo implementado satisfaz aos requisitos de conformidade dinâmica.

6.3.2. Conformidade Dinâmica

A tabela 6.4 relaciona os requisitos de conformidade dinâmica especificados pelas normas de padronização da ISO [32], indicando se tal protocolo satisfaz ou não a estes requisitos.

Conforme indicado na tabela 6.4, através dos testes de operacionalidade é possível verificar se o protocolo implementado satisfaz a este tipo de requisito. Com esta finalidade, pode-se utilizar o testador local para observar o comportamento do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado quando exercitado pelos diversos tipos de primitivas de serviço. Contudo, este tipo de teste, conforme mencionado no item 6.1, não garante a capacidade de interconectar o sistema implementado com outro sistema aberto. Assim sendo, o mais indicado seria utilizar o testador remoto, tendo de um lado a IUT e de outro uma implementação de referência. Conforme dito anteriormente, estes testes não foram efetuados, pois não se dispunha de uma implementação de referência.

Como foi mencionado no capítulo 4, o sistema implementado não está em conformidade com as normas de padronização no que diz respeito ao serviço de leitura de atributos. Tais normas não foram seguidas na especificação deste serviço, pois as mesmas não prevêm a possibilidade de manipular conjuntos de arquivos. Devido à necessidade de se ter esta facilidade na implementação do comando de leitura de diretório, especificado para rede local REDUSP, optou-se por introduzir extensões ao protocolo especificado pelas normas de

REQUISITOS DE CONFORMIDADE DINÂMICA	CARACTERÍSTICAS DO PROTOCOLO IMPLEMENTADO
Geração e Aceitação corretas dos diferentes tipos de PDU's	Geração e Aceitação dos diferentes tipos de PDU's, com exceção dos usados no caso de leitura de atributos.
Mapeamento das PDU's nas Primitivas de Serviço de Apresentação Correspondentes.	Mapeamento das PDU's nas Primitivas de Serviço de Transporte correspondentes (Não Existe Camada de Apresentação).
Alteração dos Dados e dos Atributos dos Arquivos de maneira consistente com o Sistema de Arquivos Virtual	Alteração dos Dados e Atributos utilizando funções de mapeamento entre o Sistema de Arquivos Virtual e Real.
Capacidade de Operar sem utilizar os Atributos Especiais não previstos pelas normas, definidos pelo próprio usuário	Não foi definido nenhum Atributo Especial.

Tabela 6.4 - Requisitos de Conformidade Dinâmica

padronização, de modo que esta facilidade fosse oferecida.

Por último, foram efetuados os testes de desempenho descritos no próximo item.

6.4. Testes de Desempenho

Na avaliação de desempenho de redes locais, são normalmente empregadas técnicas analíticas, de simulação digital ou de emulação. Para utilizar tais técnicas, é necessário, inicialmente, definir um modelo abstrato que descreva de maneira fidedigna o comportamento do sistema, cujo desempenho se deseja avaliar. Como o desempenho dos serviços oferecidos pela camada de aplicação depende do desempenho do conjunto total das outras camadas, que direta ou indiretamente prestam serviços a esta camada, o modelo a ser adotado neste caso corresponderia ao modelo do sistema real como um todo. A dificuldade deste método recai na grande complexidade do modelo a ser elaborado.

Uma maneira de contornar este problema é empregar técnicas de modelagem hierárquica, em que o modelo de um sistema é decomposto em vários submodelos organizados segundo uma estrutura hierárquica [59]. No caso do sistema aberto definido pelo modelo de referência da ISO, tais submodelos seriam utilizados para descrever o comportamento de cada camada individualmente.

Utilizando-se esta técnica de modelagem, uma vez determinado o modelo correspondente à camada (N), para se proceder com a avaliação de desempenho da mesma, é necessário, inicialmente, obterem-se estimativas de desempenho da camada (N-1) que presta serviços a esta camada (N). Deste modo, no caso das redes locais utilizadas, para avaliar o desempenho dos serviços de transferência de arquivos oferecidos pelas mesmas, deve-se em primeiro lugar estimar o desempenho dos serviços prestados pela camada de transporte. Tais estimativas são obtidas empregando-se a mesma técnica, recursivamente, para as demais camadas do sistema.

Este método tem a vantagem de ser sistemático, mas é também bastante oneroso, e é empregado, normalmente, quando se deseja avaliar o desempenho dos serviços oferecidos por uma rede, variando-se seus parâmetros (por exemplo: tamanho de mensagens, número de usuários da rede, tamanho dos arquivos,...) na fase de sua especificação. Contudo, é impossível garantir que as medidas realizadas sobre o modelo correspondam de fato ao desempenho do sistema real. Desta maneira, quando se dispõe de uma rede já implementada, geralmente opta-se por efetuar um conjunto de medições visando avaliar o desempenho dos serviços por ela oferecidos, utilizando para isso o próprio sistema.

Na literatura encontram-se muitos trabalhos que descrevem a metodologia empregada e os resultados obtidos na realização de medições usadas para avaliar o desempenho da sub-rede de comunicação. Entretanto, poucos trabalhos deste mesmo tipo estão relacionados a medidas de desempenho dos serviços oferecidos pela camada de aplicação. Assim sendo, para avaliar o desempenho dos serviços de transferência de arquivos implementados para as redes locais REDUSP e do SDGD, foram definidos alguns parâmetros relevantes (tempos de resposta dos comandos) dos serviços prestados. Para estes parâmetros, estabeleceram-se critérios de forma a avaliar a satisfação dos requisitos das aplicações envolvidas; não foi possível, entretanto, comparar os resultados obtidos com informações de outros trabalhos desta natureza, dada a não disponibilidade dos mesmos.

No caso da rede local REDUSP, como foi mencionado no capítulo 5, objetiva-se oferecer ao usuário da rede os serviços pertinentes a um Sistema de Arquivos Distribuído. O conjunto de comandos especificado para este sistema corresponde a um subconjunto dos comandos oferecidos pelo sistema operacional nativo de cada estação. Desta maneira, é desejável que o tempo medido para a execução de uma operação, por exemplo, de cópia de arquivos entre estações da rede, seja da mesma ordem de grandeza do tempo medido para a operação de cópia de

arquivos residentes na mesma estação, garantindo assim, ao usuário do sistema, um certo grau de transparência dos serviços da rede em relação aos mesmos serviços oferecidos pelo sistema local.

A partir destas considerações, optou-se por efetuar as medições de desempenho para cada um dos comandos definidos para a rede local REDUSP, comparando-se os resultados obtidos com aqueles observados para os mesmos comandos do sistema operacional nativo de cada estação.

Antes de analisar os resultados obtidos, é importante considerar as condições em que tais medições foram efetuadas. Na realização destas medições utilizou-se um cronômetro externo às estações envolvidas, com uma precisão de até décimos de segundo. Este cronômetro era acionado simultaneamente com uma tecla da estação local, que iniciava a transferência de arquivos considerada. Ao final desta transferência, uma mensagem era apresentada no vídeo da estação local, e a contagem do cronômetro era interrompida. O método adotado acarreta numa imprecisão da ordem de décimos de segundo nas medidas obtidas, pois depende do reflexo do operador para iniciar e encerrar uma contagem no cronômetro; contudo não se dispunha de relógios internos nas estações, que pudessem ser utilizados para obter tais medidas.

Outro aspecto a ser considerado, diz respeito à configuração da rede utilizada. Como se desejava comparar os tempos medidos para execução de comandos utilizando a rede e o sistema operacional local nativo de cada estação, julgou-se que os resultados das comparações efetuadas seriam mais significativos se os testes efetuados com a rede envolvessem somente duas estações. Desta maneira, durante a transferência de arquivos entre duas estações, não era permitido que o sistema de arquivos de nenhuma destas estações fosse acessado por uma terceira estação, ou mesmo localmente.

Dentro deste contexto, foram efetuadas as medições, para os diversos comandos especificados para a REDUSP, no caso

em que o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM oferecia, ao elemento de usuário, o nível de serviço "corrigível pelo usuário". Para os comandos RENOMEIA, SUPRIME e DIRETÓRIO obtiveram-se tempos de resposta compatíveis com aqueles encontrados para o sistema operacional nativo de cada estação. No que se refere ao comando COPIA, observou-se que, devido a problemas da sub-rede de comunicação, a transferência, utilizando este nível de serviço, somente era efetuada com sucesso para arquivos pequenos (de até 2Kbytes).

Tendo em vista a necessidade de se efetuarem testes exaustivos no sistema implementado e de se obter algum parâmetro de avaliação de desempenho, decidiu-se prosseguir com os testes utilizando-se o nível de serviço "confiável", oferecido ao elemento de usuário. Conforme descrito no capítulo 4, dada a não disponibilidade da camada de sessão nas redes utilizadas, para se oferecer este nível de serviço é necessário introduzir mecanismos de reconhecimento de mensagens na camada de aplicação. Tais mecanismos, além de melhorarem a qualidade de serviço oferecida, permitem também exercer controle de fluxo (função que deveria ser realizada pelas camadas inferiores) sobre as mensagens trocadas entre as estações da rede envolvidas.

O nível de serviço, a ser oferecido ao elemento de usuário, é definido na fase de estabelecimento da associação de aplicação, quando também é negociado o tamanho da janela de ponto de verificação a ser usada na fase de transferência de dados. Inicialmente, adotou-se uma janela de ponto de verificação igual a cinco, ou seja, para cada cinco mensagens de dados transmitidas, são trocadas duas mensagens de reconhecimento entre as estações envolvidas. Utilizando-se esta janela, foram obtidas as medidas relacionadas na tabela B.5, para o comando COPIA, utilizando arquivos de tamanhos de 2 a 60 Kbytes. Para arquivos de até 5Kbytes, os tempos medidos foram considerados compatíveis com aqueles medidos para o sistema operacional nativo.

TAMANHO (bytes)	NÚMERO DE MENS. DE DADOS (*)	NÚMERO TOTAL DE MENSAGENS (**)	TEMPO DO SISTEMA OPERACIONAL (s)	TEMPO DO COMANDO (s)	TEMPO DE DISCO (s)
2007	16	39	2,7	2,7	1,4
5004	40	71	3,2	3,7	1,7
10175	81	130	3,6	5,6	2,1
15967	127	194	4,2	7,7	2,6
30218	240	351	5,5	12,3	4,7
40576	323	468	6,3	16,3	6,5
50679	403	580	7,2	19,8	7,3
62485	496	711	8,2	23,8	8,4

Notas

(*) O número de mensagens de dados é determinado pela divisão do tamanho do arquivo por 126 (126 é igual ao tamanho das mensagens do SC (128 bytes) menos o tamanho do campo de controle (2 bytes))

(**) O número total de mensagens é igual a soma do: número de mensagens do estabelecimento e liberação dos regimes (15), número de mensagens de dados e número de mensagens de reconhecimento

Tabela 6.5 - Medidas de Desempenho Efetuadas para o Comando COPIA da REDUSP, utilizando Janela de Ponto de Verificação igual a 5

Com o objetivo de se ter uma idéia da influência do tamanho da janela de ponto de verificação no tempo total de execução do comando de cópia e de se terem parâmetros de comparação, decidiu-se efetuar medidas alternando-se o tamanho destas janelas.

A janela de ponto de verificação foi, então, aumentada de 5 para 20, repetindo-se as medições de desempenho efetuadas para os mesmos arquivos utilizados no caso anterior. A tabela 6.6 relaciona os resultados encontrados para o comando COPIA, utilizando os mesmos arquivos.

Comparando-se os tempos de resposta obtidos nos dois casos, constata-se uma melhoria da ordem de 23% das medidas obtidas para janela de ponto de verificação igual a 20, em relação à janela igual a 5, para arquivos maiores do que 15 Kbytes. Para arquivos menores, a influência do tamanho da janela de ponto de verificação não é tão grande, pois existem outros tempos (tempo de acesso a disco + tempo tratamento das mensagens de protocolo usadas no estabelecimento e liberação dos diferentes regimes de comunicação entre as entidades de aplicação) que contribuem para o tempo total de forma mais significativa que o tempo gasto no tratamento da janela. A partir das medidas obtidas, considerando que a única diferença entre um caso e outro está no tamanho da janela, foram estimadas as reduções dos tempos de execução do comando de cópia, no caso de não se utilizar janela de ponto de verificação. Para o arquivo de 60 Kbytes, estimou-se que ocorreria uma redução de 8s, ou seja, o tempo de execução do comando seria da ordem de 17,8s. Este valor ainda representa, aproximadamente, o dobro do tempo medido para operação de cópia do sistema operacional nativo, utilizando-se este mesmo arquivo.

Outro aspecto a ser considerado, na análise dos resultados obtidos, está relacionado com tamanho máximo das mensagens que são trocadas entre os processos residentes na mesma estação ou em estações distintas. Este tamanho está fixado em 128 bytes pelo sistema de comunicação (SC)

TAMANHO (bytes)	NÚMERO DE MENS. DE DADOS (*)	NÚMERO TOTAL DE MENSAGENS (**)	TEMPO DO SISTEMA OPERACIONAL (s)	TEMPO DO COMANDO (s)	TEMPO DE DISCO (s)
2007	16	33	2,7	2,6	1,4
5004	40	59	3,2	3,5	1,7
10175	81	106	3,6	4,8	2,1
15987	127	156	4,2	6,2	2,6
30218	240	279	5,5	10,0	4,7
40576	323	372	6,3	13,2	6,5
50679	403	460	7,2	16,0	7,3
62485	496	561	8,2	19,3	8,4

Notas

(*) O número de mensagens de dados é determinado pela divisão do tamanho do arquivo por 126 (126 é igual ao tamanho das mensagens do SC (128 bytes) menos o tamanho do campo de controle (2 bytes))

(**) O número total de mensagens é igual a soma do: número de mensagens do estabelecimento e liberação dos regimes (15), número de mensagens de dados e número de mensagens de reconhecimento

Tabela 6.6 - Medidas de Desempenho Efetuadas para o Comando COPIA da REDUSP, utilizando Janela de Ponto de Verificação igual a 20

utilizado, que foi inicialmente desenvolvido para microcomputadores de 8 bits. Este tamanho de mensagem é pequeno, considerando as próprias características do sistema operacional nativo que, normalmente, manipula "buffers" de 512 bytes, durante as operações de acesso a disco. Aumentar o tamanho das mensagens implicaria numa utilização mais otimizada da sub-rede de comunicação e no aumento de eficiência da máquina de protocolo implementada que, na fase de transferência de dados, seria responsável pelo tratamento de um número quatro vezes menor de mensagens de protocolo.

Com relação à utilização da sub-rede de comunicação, embora ela fosse mais otimizada no caso de troca de mensagens de 512 bytes entre as estações da rede, conclui-se que este fator não é preponderante, devido à própria configuração da rede, em que a distância das estações envolvidas é pequena (7m) e a taxa de transmissão utilizada é igual a 2 Mbps.

No que diz respeito ao tempo de tratamento de mensagens de protocolo, estimou-se, através dos dados obtidos, que o tempo gasto para tratar cada mensagem é da ordem de 20ms, incluindo o tempo de transferência na rede e o tempo de tratamento da mensagem pelas diversas camadas de protocolo. Se for reduzido o número de mensagens trocadas na fase de transferência (utilizando mensagens de 512 bytes), estima-se que o tempo gasto para transferir um arquivo de 60 Kbytes passe a ser da ordem de 11s, um valor razoável quando comparado com o tempo medido para o sistema operacional nativo, da ordem de 8s.

Para a rede local do SDGD, foram especificados os comandos DOWNLOAD e UPLOAD usados para transferir arquivos entre estações da rede. Como a taxa de transmissão desta rede é da ordem de 2,5 Mbps e como foram implementadas as mesmas camadas de protocolo, obtiveram-se resultados semelhantes aos da rede local REDUSP.

Os arquivos que são transferidos através da sub-rede de gerenciamento, normalmente tem um tamanho da ordem de 2,0

Kbytes. Para arquivos deste tamanho obtiveram-se tempos de resposta da ordem de 2 a 3s. Como estas transferências de arquivos não são realizadas em tempo real, tais valores foram considerados satisfatórios.

Deve-se ressaltar que somente foram feitos testes de desempenho para a rede local interconectando estações de trabalho de 16 bits, pois não se dispunha da sub-rede de comunicação para estações de trabalho de 8 bits, de modo que fosse possível efetuar tais testes.

6.5. Considerações Finais

Neste capítulo foram descritos os diversos tipos de testes efetuados sobre o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado.

No que se refere aos testes de operacionalidade, utilizando os testadores apresentados no item 6.2.1, estes foram efetuados tanto sobre o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM como sobre o elemento de usuário, verificando-se que o sistema implementado responde satisfatoriamente aos diversos cenários de teste aos quais o mesmo foi submetido.

Em relação aos testes de conformidade, o único requisito de conformidade estática não satisfeito está relacionado com a utilização das regras de codificação definidas pela notação de sintaxe abstrata ASN.1, na geração e interpretação das PCI's. Como foi mencionado, a implementação de um elemento responsável pela geração e interpretação das PCI's deve ser desenvolvida para a rede local REDUSP. Quanto aos requisitos de conformidade dinâmica, estes não são satisfeitos no caso do serviço de leitura de atributos, devido à introdução de extensões no protocolo implementado motivada pelas necessidades das aplicações envolvidas.

Por último, foram efetuados os testes de desempenho do elemento de serviço de aplicação implementado. No caso da REDUSP, os tempos de resposta dos comandos RENOMEIA, SUPRIME e DIR mostraram-se satisfatórios, da mesma ordem de grandeza que

os tempos obtidos para os comandos correspondentes do sistema operacional nativo. Contudo, os tempos medidos para o comando COPIA não foram, da mesma forma, considerados satisfatórios. Os resultados dos testes deste comando mostraram que estes tempos podem ser reduzidos, melhorando-se a qualidade dos serviços oferecidos à camada de aplicação e aumentando-se o tamanho das mensagens trocadas entre os processos envolvidos numa transferência de arquivos. No caso da rede do SDCC, verificou-se que os tempos de execução dos comandos DOWNLOAD e UPLOAD atendem aos requisitos da aplicação envolvida.

CAPÍTULO 7
CONSIDERAÇÕES FINAIS

7. Considerações Finais

7.1 Introdução

Este trabalho teve como objetivo apresentar aspectos referentes à especificação e implementação dos serviços de transferência de arquivos desenvolvidos para duas redes locais, usadas em aplicações de automação de escritório e de automação industrial. Inicialmente, foram estudadas as especificações destes serviços para a rede ARPA [62] e outras duas elaboradas respectivamente pela NBS [60] e pela ISO [29], [30], [31] e [32]. Dentre as especificações estudadas, optou-se por seguir a especificação da ISO conhecida por FTAM (File Transfer Access and Management).

Esta especificação, por definir serviços considerados essenciais em qualquer rede de computadores, tem sido muito estudada e discutida, e vem sofrendo várias alterações desde que foi elaborada a sua primeira versão [43], [44], [45] e [46].

Esta primeira versão da especificação do FTAM é que foi a base inicialmente utilizada para implementar os serviços de transferência de arquivos para as redes locais REDUSP e do SDCD. Posteriormente, foram introduzidas alterações tanto nos serviços como no protocolo de transferência de arquivos implementados, de modo que o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM se tornasse conforme com as novas versões das especificações da ISO [29], [30], [31] e [32], que agora atingiram a classificação de DIS (Draft International Standard), e que, a priori, não devem mais sofrer alterações significativas.

A medida que estas novas versões foram sendo elaboradas, muitos aspectos destas especificações, que eram antes considerados dúbios, foram sendo bem definidos.

Contudo, nem sempre as alterações introduzidas e as novas soluções propostas mostraram-se adequadas. Neste capítulo, são discutidas, de forma mais abrangente, as

restrições e as características positivas encontradas nas especificações do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM da ISO, considerando agora a experiência adquirida durante a implementação do mesmo.

Tendo em vista as restrições destas especificações e as necessidades das aplicações envolvidas, foram introduzidas algumas extensões e alterações na especificação do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado, em relação às especificações originais da ISO. Estas extensões e alterações introduziram no sistema aspectos positivos e negativos que são discutidos neste capítulo.

É apresentada ainda, uma análise dos resultados obtidos durante a fase de testes do sistema implementado descritos no capítulo anterior. A partir desta análise são propostas soluções que visam sobretudo melhorar o desempenho deste sistema.

E por último, como continuação do presente trabalho, são sugeridos alguns trabalhos complementares a este, e outros a serem desenvolvidos utilizando a infra-estrutura criada pelo sistema implementado.

7.2. Considerações Sobre as Especificações da ISO

A primeira característica importante das especificações da ISO diz respeito à definição de um Sistema de Arquivos Virtual. Este sistema define a estrutura, os atributos e os tipos de operações que podem ser efetuadas sobre um arquivo. Como a estrutura hierárquica especificada para os arquivos deste sistema é bastante genérica, nas normas são também definidos os tipos de operações que podem ser efetuadas sobre arquivos, com estruturas mais simples (por exemplo, arquivos sequenciais) derivadas desta estrutura hierárquica. Além disso, define-se um conjunto bastante abrangente de atributos associados a um arquivo, do qual é obrigatório oferecer somente um subconjunto de atributos básicos. Desta maneira, pode-se dizer que a definição de um Sistema de

Arquivos Virtual permite que sejam interconectadas, através de uma rede, estações de trabalho que utilizam sistemas de arquivos de complexidade bastante variável.

Uma segunda característica importante está relacionada aos tipos de serviços definidos para o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM. Ao contrário das outras especificações estudadas, os serviços definidos, neste caso, são elementares e têm correspondência direta com os tipos de operações definidos para o Sistema de Arquivos Virtual. Esta característica proporciona ao projetista do sistema uma maior flexibilidade na especificação do processo aplicativo (elemento de usuário), que utiliza os serviços de transferência de arquivos para realizar as funções da aplicação considerada.

A definição de serviços, com funções bem distintas e estanques, facilita também a integração com outros elementos de serviço de aplicação específicos (SASE's), como por exemplo o JTM (Job Transfer and Management), que utilizam os serviços de transferência de arquivos como infra-estrutura.

Por outro lado, como existe um mapeamento quase direto entre as primitivas de serviço e as mensagens de protocolo, o uso de serviços elementares não implica somente num número maior de primitivas de serviço trocadas entre o elemento de usuário e o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM, mas também em um número maior de mensagens de protocolo trocadas entre as estações da rede. Com o objetivo de minimizar este efeito, foram especificadas, nas normas mais recentes da ISO, primitivas de serviço (e mensagens de protocolo) usadas para definir a concatenação de primitivas de serviço (e de mensagens de protocolo) referentes às fases de seleção, gerenciamento, acesso, finalização de acesso e "deseleção" de arquivo. Contudo, no caso de uma aplicação que se caracteriza por realizar basicamente transferências de arquivos entre estações da rede, o ganho de se fazer concatenação de primitivas de serviço (e mensagens de protocolo) dos tipos mencionados é relativamente pequeno, quando se compara o número de primitivas de serviço (e

mensagens de protocolo) destes tipos com o número de primitivas de serviço (e mensagens de protocolo) de dados trocadas entre os diversos elementos do sistema. Este ganho é tanto menor quanto maior for o tamanho dos arquivos transferidos; por este motivo na versão mais recente destas normas não é mais obrigatória a implementação de concatenação de primitivas de serviço (e mensagens de protocolo).

Como consequência dos tipos de serviços oferecidos e da definição de regimes e fases, é possível especificar, a partir das normas da ISO, sistemas estruturados em módulos estanques, cada um responsável pelo tratamento de primitivas de serviços e mensagens de protocolo referentes a um dado regime ou fase de comunicação entre as entidades de aplicação.

Outra característica do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM especificado pela ISO diz respeito à grande gama de aplicações que visa atender, definindo serviços que podem ser implementados dependendo da aplicação a que se destinam. Tendo isto em vista, nas normas de padronização da ISO são definidos níveis e classes de serviços, para os quais alguns subconjuntos de serviços são obrigatórios e outros são opcionais.

Foram relacionadas até aqui características do elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM da ISO consideradas positivas. Contudo, conforme mencionado em capítulos anteriores, existem também algumas restrições impostas pela especificação de tal elemento que devem ser consideradas. A mais importante delas diz respeito à impossibilidade de manipular conjuntos de arquivos, o que dificulta a implementação de comandos relacionados com a leitura de diretórios. Outro aspecto negativo a ser considerado refere-se ao grande número de parâmetros definidos, tanto para as primitivas de serviço como para as unidades de dados de protocolo, pois aumentam a complexidade da implementação. Isto decorre justamente do fato de se desejar que a especificação do elemento de serviço de aplicação atenda às necessidades de inúmeros tipos de aplicação.

E por último, nestas normas não é definida nenhuma facilidade ou serviço, que possibilite a impressão de arquivos transferidos em estações remotas. Isto poderia ser feito incluindo um novo tipo de serviço ou tratando, por exemplo, a impressora como sendo um tipo especial de arquivo. A impressão de arquivos do tipo texto é muito importante, principalmente, em redes de automação de escritório. A solução proposta pela ISO, neste caso, é implementar o elemento de serviço de aplicação SASE_JTM, que seria responsável pela prestação deste tipo de serviço. Contudo, não se justifica implementar o elemento de serviço de aplicação SASE_JTM, que é também bastante complexo, para atender somente a este tipo de necessidade.

7.3. Considerações sobre o Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM Implementado

No capítulo 6 foram descritos vários tipos de testes efetuados sobre o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementado. O objetivo destes testes foi avaliar a operacionalidade, a conformidade e o desempenho do sistema implementado.

Em relação à conformidade, foram definidos dois tipos de requisitos: os requisitos de conformidade estática e os de conformidade dinâmica.

Um dos requisitos de conformidade estática definido pelas normas de padronização [32] refere-se à geração e interpretação de PCI's utilizando as regras de codificação especificadas para a notação ASN.1, que não foram empregadas no caso do protocolo de transferência de arquivos implementado. Para garantir a conformidade estática do protocolo implementado, deve-se desenvolver um elemento responsável pela geração e interpretação de PCI's usando tais regras de codificação. Contudo, esta implementação seria bastante complexa, e espera-se que seja definido um subconjunto mais restrito desta notação abstrata, que torne mais simples e viável satisfazer a este requisito de conformidade

estática [54].

Os requisitos de conformidade dinâmica, por sua vez, estão relacionados com o comportamento da máquina de protocolo implementada. Neste sentido, foram feitas extensões ao protocolo especificado pelas normas de padronização relativas à prestação do serviço de leitura de atributos de arquivo. As normas de padronização apenas prevêm a possibilidade de leitura de atributos de um único arquivo selecionado no sistema de arquivos remoto. Estas extensões foram introduzidas de modo a tornar possível a leitura de atributos de um conjunto de arquivos, necessária na implementação de comandos desenvolvidos para a rede REDUSP, relacionados com a leitura de diretórios.

Os requisitos de conformidade definidos pelas arquiteturas MAP [24] e TOP [4] incluem aqueles já definidos pelas normas de padronização da ISO [32], mais a obrigatoriedade de implementar as classes de serviço de transferência de dados e de gerenciamento de arquivo. No caso do protocolo implementado, são oferecidas estas duas classes de serviço, havendo restrição quanto à classe de gerenciamento de arquivo pois, como foi mencionado anteriormente, não são obedecidos os requisitos de conformidade dinâmica no caso do serviço de leitura de atributos.

Os requisitos de conformidade estão vinculados somente à geração e aceitação correta dos elementos de protocolo. Não existem restrições na maneira como é implementada a interface entre o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM e o elemento de usuário, nem na maneira como são implementados estes elementos.

Tendo isto em vista, para o sistema implementado foram definidas primitivas de serviço diferentes daquelas especificadas pelas normas de padronização correspondentes [31]. A diferença mais significativa encontra-se na fase de transferência de dados. No caso do sistema implementado, se o elemento do usuário solicita, por exemplo, que seja lido um arquivo do sistema de arquivos remoto, através da primitiva de

serviço correspondente (LE), este elemento de usuário é informado do sucesso ou não da operação solicitada, assim que a transferência de arquivos especificada termina. No caso das especificações da ISO, o elemento de usuário receberia todas as primitivas de dados do arquivo lido da estação remota e seria responsável pelo tratamento das mesmas. Alterações deste tipo foram introduzidas com o objetivo de simplificar a implementação do elemento de usuário, e de diminuir o número de interações mantidas entre este elemento e o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM implementados. Estas alterações, por outro lado, acarretaram na diminuição da flexibilidade dos serviços oferecidos ao elemento de usuário.

Outras alterações referentes às funções atribuídas ao elemento de usuário e ao elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM também foram introduzidas. No caso do sistema implementado, o elemento de usuário da entidade de aplicação iniciadora é que determina a sequência de serviços a serem executados. Os elementos de serviço de aplicação SASE_FTAM interagem entre si e efetuam operações sobre os arquivos existentes nos sistemas de arquivos associados às respectivas estações de trabalho, de modo a prestarem tais serviços. O elemento de usuário da entidade de aplicação respondedora, por sua vez, não acompanha a transferência de dados em andamento, embora tenha meios de cancelá-la ou abortá-la. No caso das normas da ISO, tanto o elemento de usuário da entidade de aplicação iniciadora como também o da entidade de aplicação respondedora acompanham a transferência de arquivos em andamento e são responsáveis pelas operações efetuadas sobre os respectivos sistemas de arquivos. Aos elementos de serviço de aplicação SASE_FTAM cabem as funções de verificar a consistência das primitivas de serviços e mensagens de protocolo recebidas, e de gerar corretamente as correspondentes primitivas de serviço e/ou mensagens de protocolo.

Estas alterações visaram também simplificar a implementação do elemento de usuário e satisfazem

principalmente às necessidades da rede local do SDGD implantado numa unidade fabril. Nesta rede, os microcomputadores de 8 bits têm sempre a função de respondedores e, considerando as restrições de memória existentes nestas estações, é conveniente que o elemento de usuário seja o mais simples possível.

Por último, devem ser considerados os aspectos referentes ao desempenho dos serviços de transferência de arquivos oferecidos pelas duas redes locais. Conforme descrito no capítulo 6, no caso da REDUSP não foram considerados satisfatórios os tempos de resposta obtidos para o comando COPIA. Com objetivo de melhorar tais tempos, foram sugeridas duas alterações no sistema implementado: aumentar o tamanho das mensagens trocadas entre as estações da rede e melhorar a qualidade de serviço oferecida pelas camadas de protocolo inferiores. No caso do sistema implementado, devido a restrições impostas pelo Sistema de Comunicação (SC), o tamanho máximo das mensagens trocadas entre processos de uma mesma estação de trabalho ou entre estações distintas da rede é de 128 bytes, o que compromete o desempenho do sistema implementado. Outra restrição existente diz respeito ao tamanho da janela da própria camada de aplicação, que foi determinada em função da qualidade de serviço oferecida pela rede local considerada. Aumentando o tamanho desta janela, observou-se que ocorre uma melhora sensível nos tempos de resposta. No caso da rede local do SDGD, os tempos de resposta obtidos foram considerados satisfatórios, tendo em vista as necessidades da aplicação envolvida.

7.4. Trabalhos Futuros

Conforme mencionado anteriormente, as arquiteturas MAP e TOP definem perfis de implementação de protocolos de comunicação, baseados no modelo de referência da ISO, para redes locais usadas em ambientes de automação industrial e automação de escritório, respectivamente.

Dentre os protocolos de comunicação propostos por estas arquiteturas, destaca-se o protocolo de transferência de

arquivos da ISO, ou seja, o FTAM (File Transfer Access and Management), embora a padronização MMS (Manufacturing Message Service), mais conhecida como RS-511, tenha sido adotada, ao invés do FTAM, pela arquitetura MAP, no caso de sistemas diretamente relacionados com o controle de processos em operações de tempo real.

Como um dos objetivos do Laboratório de Sistemas Digitais é desenvolver redes migrando, gradativamente, para as arquiteturas MAP e TOP, como continuação deste trabalho, devem ser implementados os protocolos de comunicação das demais camadas do modelo de referência da ISO.

Em relação aos protocolos das camadas superiores, a primeira etapa seria implementar o núcleo do protocolo de sessão e a classe 4 do protocolo de transporte proposto para as arquiteturas MAP e TOP [4], [24]. Contudo, a implementação do núcleo do protocolo de sessão não viabiliza a implementação do nível de serviço confiável para o protocolo de transferência de arquivos. Para que isso seja possível, deve-se ter o serviço de sincronização da conexão de sessão considerado opcional nestas arquiteturas, e que pode ser eventualmente implementado numa segunda etapa.

Além disso, para a rede local REDUSP é importante oferecer os serviços de submissão remota de tarefas a serem integrados aos serviços de transferência de arquivos. A especificação e implementação destes serviços constituem o tema de outra dissertação de mestrado em desenvolvimento na EPUSP.

E, por último, também para a REDUSP, deve ser estudada a viabilidade de implementar o elemento responsável pela geração e interpretação de PCI's usando as regras de codificação especificadas para a notação ASN.1. A implementação deste elemento pode ser desenvolvida em paralelo com as demais linhas de trabalho propostas.

APÊNDICE A-1
PARÂMETROS DAS PRIMITIVAS DE SERVIÇO PROPOSTAS PELA ISO

APÊNDICE A-1 - PARÂMETROS DAS PRIMITIVAS DE SERVIÇO PROPOSTAS PELA ISO

Na tabela A-1.1 são apresentadas as primitivas de serviço e seus parâmetros, correspondentes aos serviços especificados para o elemento de serviço de aplicação SASE_FTAM proposto pela ISO.

Os parâmetros destas primitivas, conforme constam nesta tabela, podem ser de um dos seguintes tipos:

- a) obrigatório - sem indicação nenhuma
- b) opcional - indicado através das iniciais OP
- c) dependente - indicado através das iniciais DP

A existência de um parâmetro deste tipo, nas primitivas de serviço de resposta e confirmação, depende da existência do parâmetro opcional correspondente nas primitivas de serviço de pedido e indicação. Como exemplo, pode-se citar o parâmetro UNIDADES FUNCIONAIS das primitivas de serviço F_INITIALIZE

- d) condicional - indicado através das iniciais COND

A existência de um parâmetro deste tipo depende de ser satisfeita ou não uma determinada condição. Como exemplo, pode-se citar o parâmetro JANELA DO PONTO DE VERIFICAÇÃO, que somente existe se for negociado o nível de serviço "corrigível pelo usuário".

Tipos de Serviço	Primitivas de Serviço	Parâmetros
Estabelecimento de Associação de Aplicação	F_INITIALIZE_request, F_INITIALIZE_indication	<ul style="list-style-type: none"> . Título da Aplicação Chamada . Título da Aplicação Chamadora . Endereço da Apresentação Chamada . Endereço da Apresentação Chamadora . Gerenciamento do Contexto de Apresentação . Nível de Serviço . Classe de Serviço . Unidades Funcionais (OP) . Subconjuntos de Atributos . Disponibilidade de Mecanismos de CCR (OP) . Qualidade de Serviço . Lista de Tipos de Dados (OP) . Identificador de Usuário (OP) . Conta do Usuário (OP) . Senha do Usuário (OP) . Janela do Ponto de Verificação (COND)
	F_INITIALIZE_response, F_INITIALIZE_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> . Resultado do Estado . Resultado da Ação . Título da Aplicação Respondedora . Endereço da Apresentação Respondedora . Gerenciamento do Contexto de Apresentação . Unidades Funcionais (DP) . Subconjuntos de Atributos . Disponibilidade de Mecanismos de CCR (DP) . Qualidade de Serviço . Lista de Tipos de Dados (DP) . Diagnóstico (OP) . Janela do Ponto de Verificação (COND)
Liberação Normal da Associação de Aplicação	F_TERMINATE_request, F_TERMINATE_indication	----
	F_TERMINATE_response, F_TERMINATE_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> . Tarificação (COND)

(Continua...)

Tabela A-1.1 - Serviços e suas respectivas Primitivas especificados para o Elemento de Serviço de Aplicação SASE_FTAM proposto pela ISO.

Tipos de Serviço	Primitivas de Serviço	Parâmetros
Liberação Abrupta da Associação de Aplicação	F_U_ABORT_request, F_U_ABORT_indication, F_P_ABORT_indication	<ul style="list-style-type: none"> Resultado da Ação Diagnóstico (OP)
Seleção de Arquivo	F_SELECT_request, F_SELECT_indication	<ul style="list-style-type: none"> Atributos Tipos de Acesso Senhas de Acesso (OP) Controle de Concorrência (COND) Controle dos Mecanismos de CCR (COND) Conta do Usuário (OP)
	F_SELECT_response, F_SELECT_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> Resultado do Estado Resultado da Ação Atributos Diagnóstico (OP)
"Deseleção" de Arquivo	F_DESELECT_request, F_DESELECT_indication	<ul style="list-style-type: none"> Controle dos Mecanismos de CCR (COND)
	F_DESELECT_response, F_DESELECT_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> Resultado da Ação Tarifação (COND) Controle dos Mecanismos de CCR (COND) Diagnóstico (OP)
Abertura de Arquivo	F_OPEN_request, F_OPEN_indication	<ul style="list-style-type: none"> Modo de Processamento Tipo de Dados Controle de Concorrência (OP) Controle dos Mecanismos de CCR (COND) Identificador de Atividade (COND) Modo de Recuperação (COND)
	F_OPEN_response, F_OPEN_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> Resultado do Estado Resultado da Ação Tipo de Dados Controle de Concorrência (OP) Controle dos Mecanismos de CCR (COND) Diagnóstico (OP) Modo de Recuperação (OP)

Tabela A-1.1 - Continuação

Tipos de Serviço	Primitivas de Serviço	Parâmetros
Fechamento de Arquivo	F_CLOSE_request, F_CLOSE_indication	<ul style="list-style-type: none"> Controle dos Mecanismos de CCR (COND)
	F_CLOSE_response, F_CLOSE_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> Resultado da Ação Controle dos Mecanismos de CCR (COND) Diagnóstico (OP)
Leitura de Arquivo	F_READ_request, F_READ_indication	<ul style="list-style-type: none"> Identificador da FADU Contexto de Acesso
Gravação de Arquivo	F_WRITE_request, F_WRITE_indication	<ul style="list-style-type: none"> Tipo de Operação sobre a FADU Identificador da FADU Contexto de Acesso
Transferência de Dados	F_DATA_request, F_DATA_indication	<ul style="list-style-type: none"> Dados
	F_DATA_END_request, F_DATA_END_indication	<ul style="list-style-type: none"> Resultado da Ação Diagnóstico (OP)
Liberação do Regime de Transferência de Dados	F_TRANSFER_END_request, F_TRANSFER_END_indication	<ul style="list-style-type: none"> Controle dos Mecanismos de CCR (COND)
	F_TRANSFER_END_response, F_TRANSFER_END_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> Resultado da Ação Controle dos Mecanismos de CCR (COND) Diagnóstico (OP)
Cancelamento da Transferência de Arquivo	F_CANCEL_request, F_CANCEL_indication, F_CANCEL_response, F_CANCEL_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> Resultado da Ação Diagnóstico (OP)
Criação de Arquivo	F_CREATE_request, F_CREATE_indication	<ul style="list-style-type: none"> Chave Atributos Iniciais Tipos de Acesso Senhas de Acesso (OP) Senha de Criação (OP) Senha de Remoção (OP) Controle de Concorrência (COND) Controle dos Mecanismos de CCR (COND) Conta do Usuário (OP)
	F_CREATE_response, F_CREATE_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> Resultado do Estado Resultado da Ação Atributos Iniciais Diagnóstico (OP)

Tabela A-1.1 - Continuação

Tipos de Serviço	Primitivas de Serviço	Parâmetros
Remoção de Arquivo	F_DELETE_request, F_DELETE_indication	<ul style="list-style-type: none"> • Senha de Remoção (OP)
	F_DELETE_response, F_DELETE_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> • Resultado da Ação • Tarificação (COND) • Diagnóstico (OP)
Leitura de Atributos	F_READ_ATTRIB_request, F_READ_ATTRIB_indication	<ul style="list-style-type: none"> • Nomes dos Atributos
	F_READ_ATTRIB_response, F_READ_ATTRIB_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> • Resultado da Ação • Valores dos Atributos (COND) • Diagnóstico (OP)
Alteração de Atributos	F_CHANGE_ATTRIB_request, F_CHANGE_ATTRIB_indication	<ul style="list-style-type: none"> • Nomes dos Atributos e seus novos Valores
	F_CHANGE_ATTRIB_response, F_CHANGE_ATTRIB_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> • Resultado da Ação • Nomes e os Novos Valores dos Atributos Alterados (COND) • Diagnóstico (OP)
Recriação do Regime de Acesso a Arquivo	F_RECOVER_request, F_RECOVER_indication	<ul style="list-style-type: none"> • Identificador de Atividade • Número do Procedimento de Transferência de Dados dentro do Regime de Acesso a Arquivo • Tipos de Acesso • Senhas de Acesso (OP) • Ponto de Recuperação (COND)
	F_RECOVER_response, F_RECOVER_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> • Resultado do Estado • Resultado da Ação • Tipo de Dados • Ponto de Recuperação (COND) • Diagnóstico (OP)
Reconhecimento de Primitivas de Dados	F_CHECK_request, F_CHECK_indication, F_CHECK_response, F_CHECK_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> • Número do Ponto de Verificação
Retransmissão de Transferência de Dados	F_RESTART_request, F_RESTART_indication, F_RESTART_response, F_RESTART_confirmation	<ul style="list-style-type: none"> • Número do Ponto de Verificação

Tabela A-1.1 - Continuação

Tipos de Serviço	Primitivas de Serviço	Parâmetros
Localização de uma FADU num Arquivo	F Locate_request, F Locate_indication	. Identificador da FADU
	F Locate_response, F Locate_confirmation	. Resultado da Ação . Identificador da FADU (OP) . Diagnóstico (OP)
Remoção de uma FADU de um Arquivo	F ERASE_request, F ERASE_indication	. Identificador da FADU
	F ERASE_response, F ERASE_confirmation	. Resultado da Ação . Diagnóstico (OP)
Indicação do Início de um Grupo de Primitivas Concatenadas	F BEGIN_GROUP_request, F BEGIN_GROUP_indication,	. Número de Primitivas Concatenadas
	F BEGIN_GROUP_response, F BEGIN_GROUP_confirmation	----
Indicação do Fim do Grupo de Primitivas Concatenadas	F END_GROUP_request, F END_GROUP_indication, F END_GROUP_response, F END_GROUP_confirmation	----

Tabela A-1.1 - Continuação

APÊNDICE A-2
CAMPOS DE DIAGNÓSTICO DAS MENSAGENS DE PROTOCOLO

REDAÇÃO DE DIAGNÓSTICO - 02
COMISSÃO A-012
14032014-02-00-0000

APÊNDICE A-2 - Campos de Diagnóstico das Mensagens de Protocolo

As tabelas A-2.1, A-2.2, A-2.3, A-2.4 e A-2.5 contêm os campos de diagnóstico contidos em mensagens de protocolo usadas, respectivamente, nas fases de estabelecimento de associação de aplicação, de seleção e "deseleção" de arquivo, de gerenciamento de arquivo, de acesso e finalização de acesso a arquivo, e de transferência de dados.

O campo de diagnóstico de uma mensagem de protocolo é composto, basicamente, dos parâmetros: código e mensagem de diagnóstico.

CAMPO DE DIAGNÓSTICO	CAUSA
2000 ASSOCIAÇÃO NÃO PERMITIDA	Identificador e/ou versão do protocolo de transferência de arquivos inválidos.
2001 NÍVEL DE SERVIÇO INCOMPATÍVEL	Nível de serviço não oferecido.
2002 CLASSE DE SERVIÇO INCOMPATÍVEL	Classe de serviço não oferecida.
2003 UNIDADE FUNCIONAL INCOMPATÍVEL	Unidade(s) funcional(is) (subconjunto(s) de serviços) não oferecidas.
2004 CONJ. ATRIBUTOS INCOMPATÍVEL	Conjunto de atributos não definidos.
2050 ESTAÇÃO REMOTA DESCONECTADA	Estação remota pediu liberação normal ou abrupta da associação de aplicação.
2051 REMOTA PEDIU CONEXÃO	Estação remota pediu estabelecimento da associação de aplicação.

Tabela A-2.1 - Campos de Diagnóstico Usados na Fase de Estabelecimento de Associação de Aplicação

CAMPO DE DIAGNÓSTICO	CAUSA
3000 ARQUIVO INEXISTENTE	Tentativa de selecionar um arquivo inexistente.
3005 ARQUIVO JÁ EXISTE	Tentativa de criar um arquivo que já existe.
3006 ARQUIVO NÃO PODE SER CRIADO	Erro na criação do arquivo especificado.
3007 ARQUIVO NÃO PODE SER REMOVIDO	Erro na remoção do arquivo selecionado.
3012 ARQUIVO JÁ SELECIONADO	Arquivo já selecionado para outra associação de aplicação (controle de concorrência).
3013 NÃO EXISTE ARQUIVO SELECIONADO	Tentativa de desfazer a seleção ou de remover um arquivo que não foi selecionado.
3050 EXISTE ARQUIVO EM SELEÇÃO	Existência de pedido pendente de seleção de arquivo.
3051 ESTACÃO REMOTA DESSELECIONADA	Estação remota pediu liberação do regime de seleção de arquivo.
3052 EXISTE ARQUIVO EM DESSELEÇÃO	Existência de pedido pendente de "desseleção" de arquivo.
3053 EXISTE ARQUIVO EM CRIAÇÃO	Existência de pedido de criação de arquivo pendente.
3054 EXISTE ARQUIVO EM DELEÇÃO	Existência de pedido pendente de remoção de arquivo.
3055 JÁ EXISTE ARQUIVO SELECIONADO	Tentativa de selecionar outro arquivo para uma dada associação de aplicação

Tabela A-2.2 - Campos de Diagnóstico Usados na Fase de Seleção e "Desseleção" de Arquivo

CAMPO DE DIAGNÓSTICO	CAUSA
4000 DIRETÓRIO VAZIO	Diretório corrente não contém nenhum arquivo catalogado.
4001 ERRO LEITURA DIRETÓRIO	Erro de leitura dos atributos do arquivo (ou do conjunto de arquivos) selecionado no diretório corrente da estação remota.
4002 ERRO RENOMEAÇÃO ARQUIVO	Erro na alteração do nome do arquivo selecionado na estação remota.
4003 TIPO DE ACESSO NÃO PREVISTO	Tentativa de efetuar um tipo de acesso não especificado na fase de seleção de arquivo.
4050 LEITURA ATRIB EM ANDAMENTO	Leitura em andamento dos atributos do arquivo (ou do conjunto de arquivos) selecionado na estação remota.

Tabela A-2.3 - Campos de Diagnóstico Usados na Fase de Gerenciamento de Arquivo

CAMPO DE DIAGNÓSTICO	CAUSA
5015 ARQ SELECIONADO ESTAÇÃO REMOTA	Tentativa de abrir um arquivo que foi selecionado pela estação remota.
5017 EXISTE ARQUIVO ABERTO	Tentativa de abrir um arquivo já aberto.
5031 ERRO ABERTURA ARQUIVO	Erro na abertura do arquivo da estação local ou remota.
5050 ESTAÇÃO REMOTA FECHA ARQUIVO	Estação remota pediu liberação do regime de acesso a arquivo.
5051 EXISTE ARQUIVO SENDO FECHADO	Existência de pedido pendente de fechamento de arquivo.
5071 NÃO EXISTE ARQUIVO ABERTO	Tentativa de fechar um arquivo que não foi aberto.

Tabela A-2.4 - Campos de Diagnóstico Usados nas Fases de Acesso e Finalização de Acesso a Arquivo

CAMPO DE DIAGNÓSTICO	CAUSA
6000 PONTO DE VERIFICAÇÃO INVÁLIDO	Ponto de verificação fora da Janela.
6003 NÃO EXISTE TRANSF EM CURSO	Tentativa de cancelar uma transferência de dados inexistente.
6050 EXISTE PEDIDO LEITURA PENDENTE	Existência de pedido pendente de leitura de arquivo da estação remota.
6051 EXISTE PED GRAVAÇÃO PENDENTE	Existência de pedido pendente de gravação de arquivo na estação remota.
6052 CANCELAMENTO EM ANDAMENTO	Pedido pendente de cancelamento da transferência de dados.
6053 EXISTE TRANSFERÊNCIA EM CURSO	Transferência de arquivos em andamento.
6054 ERRO DE ACESSO A ARQUIVO	Erro na leitura e/ou gravação dos arquivos envolvidos numa transferência.

Tabela A-2.5 - Campos de Diagnóstico Usados na Fase de Transferência de Dados

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASFORA S. Neto; JUREMA M. Filho. Transferência de Arquivos numa Rede Heterogênea de Longa Distância. In: XVIII CONGRESSO NACIONAL DE INFORMÁTICA. Anais... São Paulo, 1985. v.2, p. 1178 - 1182.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Modelo Básico de Referência - Sistemas de Processamento de Informação - Interconexão de Sistemas Abertos. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986. 60 p.
- [3] BIRRELL, A. D.; NEEDHAM R. M. A Universal File Server. IEEE Transactions on Software Engineering 8 (5): 450-53, set. 1980.
- [4] BOEING. Technical and Office Protocols - Version 1.0. EUA, The Boeing Company, 1985. n.p.
- [5] BUCCIARELLI, P.; POUBLAN, A.; SCHUMACHER, J.; THIELE, W. ECMA Virtual File Protocol - an Overview. European Computer Manufacturers Association, 1982. p.859 - 64.
- [6] BUTSCHER, B.; HEINZE, W. A File Transfer Protocol and Implementation. Berlin, Hann - Meitner - Institute, 1980. 12p.
- [7] CAMPOS, Edit G. L.; CARVALHO, Antonio J. C. Projeto de Uma Infra-estrutura de Comunicação para Uma Rede Local na Escola Politécnica. In: XVIII CONGRESSO NACIONAL DE INFORMÁTICA. Anais... São Paulo, 1985. v.2, p.1092 - 1098.
- [8] CAMPOS, Edit G. L. Projeto e Implementação de uma Rede Local na Escola Politécnica/USP - 1o. Relatório Científico. São Paulo, Laboratório de Sistemas Digitais da Escola Politécnica da USP, 1985. 127p.

- [9] CARMO, Luiz F. R. G.; PACITI, Esther G. Análise dos Serviços de Transferência e Manipulação de Tarefas (JTM) Para um Contexto de Interconexão de Sistemas Abertos. In: XX CONGRESSO NACIONAL DE INFORMÁTICA. Anais... São Paulo, 1987. v.2, p.656 - 67.
- [10] CARVALHO, Tereza G. M. B.; CARVALHO, Antonio J. G. Aplicação de Redes de Computadores em Automação Industrial. In: 5o. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES. Anais... São Paulo, 1987. p.21 - 54.
- [11] CARVALHO, Tereza C.M.B. Um Protocolo de Transferência de Arquivos Aplicado a uma Rede de Automação Industrial. In: XX CONGRESSO NACIONAL DE INFORMÁTICA. Anais... São Paulo, 1987. v.2, p.624 - 632.
- [12] CARVALHO, Tereza C.M.B. Serviços de Transferência de Arquivos em Redes de Automação de Escritório. In: 6o. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES. Anais... Belo Horizonte, 1988. n.p.
- [13] CHAPPELL, David. A Tutorial on Abstract Syntax Notation One (ASN.1). Open Systems Data Transfer. EUA, Omnicom, Inc., (25):13, dez. 1986.
- [14] CROWDER, Robert. The MAP Specification. Control Engineering (10): 22-25, out. 1985.
- [15] DAVIDSON, Ian. COS Activities in OSI Protocol Testing. In: 6o. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES. Anais... Belo Horizonte, 1988. n.p.
- [16] DAY, John D. Terminal, File Transfer, and Remote Job Protocols for Heterogeneous Computer Networks. In: _____ Protocols and Techniques for Data Communication Networks. EUA, Prentice-Hall, Inc., 1981. p.78 - 121.

- [17] DAY, John D.; ZIMMERMANN, Hubert. The OSI Reference Model. Proceedings of IEEE 71 (12): 1334 - 40, dez. 1983.
- [18] FAROWICH, Steven A. Communicating in the Technical Office. IEEE Spectrum (4): 63 - 67. abr. 1986.
- [19] FITZPATRIK, N.; PURSER, M.; REILLEY, P.; STAROVIC, G. The Performance of a File Transfer Protocol Across Packet-Switched Networks. In: ____ Performance of Computer - Communication Systems. Holanda, Elsevier Science Publishers B. V., 1984. p. 481 - 92.
- [20] FONG, Kester L.; AMARANTH, Patricia A. MAP Application Layer Interface and Application Layer Management Structure. Part 1: Management Structure. In: ____ Computer Communications: Architectures, Protocols and Standards. EUA, IEEE Computer Society Press, 1985. p. 28 - 57.
- [21] FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA. Estudo Comparativo dos Sistemas Operacionais SISNE 3.0F e PC - DOS 3.0 - Relatório Técnico. São Paulo, Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia, 1987. 67p.
- [22] FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA. Manual do Usuário do SG. São Paulo, Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia, 1984. n.p.
- [23] FURTADO, A. L.; SANTOS, C. S. Organização de Banco de Dados. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda, 1979. 281p.
- [24] GENERAL MOTORS. Manufacturing Automation Protocol Specification - Version 2.1. EUA, General Motors, 1986. n.p.

- [25] GIEN, Michel. A File Transfer Protocol (FTP).
Computer Networks (2): 312 - 19, 1978.
- [26] HALE, Roger. File Transfer Protocols: a Comparison
and Critique. Inglaterra, National Physical
Laboratory, 1982. p. 889 - 95.
- [27] HIGGINSON, Peter; MOULTON, Ruth. Experience with Use
of the UK Network Independent File Transfer
Protocol on Several Networks. Inglaterra,
University College London, 1982. p. 913 - 18.
- [28] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS.
IEEE Standards for Local Area Networks: Carrier
Sense Multiple Access with Collision Detection
(CSMA/CD) - Access Methods and Physical Layer
Specifications. EUA, Institute of Electrical and
Electronics Engineers, Inc, 1985. 140p.
- [29] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
DIS 8571/1 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - File Transfer, Access
and Management - Part 1: General Introduction.
International Organization for Standardization,
1986. 40p.
- [30] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
DIS 8571/2 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - File Transfer, Access
and Management - Part 2: The Virtual Filestore
Definition. International Organization for
Standardization, 1986. 52p.
- [31] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
DIS 8571/3 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - File Transfer, Access
and Management - Part 3: The File Service
Definition. International Organization for
Standardization, 1986. 109p.

- [32] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
DIS 8571/4 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - File Transfer, Access
and Management - Part 4: The File Protocol
Specification. International Organization for
Standardization, 1986. 131p.
- [33] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
DIS 8649/2 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - Service Definition for
Common Application Service Elements - Part 2:
Association Control. International Organization
for Standardization, 1986. 9p.
- [34] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
DIS 8649/3 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - Definition of Common
Application Service Elements - Part 3:
Commitment, Concurrency and Recovery.
International Organization for Standardization,
1985. 46p.
- [35] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
DIS 8650/2 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - Protocol Specification
for Common Application Service Elements -
Part 2: Association Protocol. International
Organization for Standardization, 1986. 23p.
- [36] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
DIS 8650/3 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - Specification of
Protocols for Common Application Service Elements
- Part 3: Commitment, Concurrency and Recovery,
1985. 42p.

- [37] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
DIS 8824 - Information Processing - Open Systems
Interconnection - Specification of Abstract Syntax
Notation One (ASN.1). International Organization
for Standardization, 1985. 83p.
- [38] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
DIS 8825 - Information Processing - Open Systems
Interconnection - Specification of Basic Rules or
Abstract Syntax Notation One (ASN.1).
International Organization for Standardization,
1985. 20p.
- [39] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
Information Processing Systems - Local Area
Networks - Part 2: Logical Link Control.
International Organization for Standardization,
1987. 82p.
- [40] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
ISO 7498 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - Basic Reference Model.
EUA, American National Standards Association,
Inc., 1984. 40p.
- [41] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
ISO 8072 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - Transport Service
Definition. International Organization for
Standardization, 1986. 16p.
- [42] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
ISO 8073 - Information Processing Systems - Open
Systems Interconnection - Transport Protocol
Specification. International Organization for
Standardization, 1986. 67p.

- [43] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
N 1190 - Working Draft on File Transfer, Access
and Management - Part 1 - General Description.
International Organization for Standardization,
1982. 15p.
- [44] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
N 1222 - Working Draft on File Transfer, Access
and Management - Part 2 - The Virtual Filestore.
International Organization for Standardization,
1982. 27p.
- [45] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
N 1223 - Working Draft on File Transfer, Access
and Management - Part 3 - The File Service
Definition. International Organization for
Standardization, 1982. 49p.
- [46] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.
N 1224 - Working Draft on File Transfer, Access
and Management - Part 4 - The File Protocol
Definition. International Organization for
Standardization, 1982. 58p.
- [47] KAMINSKI Jr., Michel A. Protocols for Communicating
In the Factory. IEEE Spectrum (4): 56 - 62, abr.
1986.
- [48] KINGHTSON, K.G. Open Systems Interconnection
Conformance and Conformance Testing. Open Systems
Data Transfer. EUA, Omnicom Inc., (21): 18,
abr. 1986.
- [49] LARMOUTH, John. Common Application Service Element
(CASE) Standardization. Open Systems Data
Transfer. EUA, Omnicom, Inc., (19): 19, dez. 1985.

- [50] LEITE, José R. E.; MAGALHÃES, Maurício F. Protocolos de Aplicação em Redes Locais de Computadores na Automação Industrial (Protocolos MAP/TOP). In: 5o. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES. Anais... São Paulo, 1987. p.1 - 20.
- [51] LEWAN, Douglas; LONG, H. Garrett. The OSI File Service. Proceedings of the IEEE 71 (12): 1414 - 19, dez. 1983.
- [52] LEWAN, Douglas. Elements of the FTAM Standard. Open Systems Data Transfer. EUA, Omnicom, Inc., (24): 21, out. 1986.
- [53] LININGTON, Peter F. The Virtual Filestore Concept Computer Networks (8): 13 - 16, 1984.
- [54] MANTELMAN, Lee. Upper Layers: From Bizarre to Bazaar. Data Communications 17 (1): 110 - 28, Jan. 1988.
- [55] MATSUYAMA, Flávio; YAJIMA, Lúcio G.; HIRAMA, Kechi; CARVALHO, Tereza G.M.B. Protocolo de Transferência de Arquivos (PTA). Curso de Pós-Graduação: Protocolos para Redes de Computadores. Escola Politécnica da USP, 1982.
- [56] MITCHELL, J.G. File Servers. In: ____ Lecture Notes in Computer Science. EUA, Springer - Verlag, 1984. n.p.
- [57] MITCHELL, J.G.; DION, Jeremy. A Comparison of Two Network-Based File Servers. Communications of the ACM 25 (4): 233 - 45, abr. 1982.
- [58] MOON, Dan. Developing Standards Smooth the Integration of Programmable Factory Floor Devices. Control Engineering (10): 49 - 52, out. 1985.

- [59] MOURA, José A.B.; SAUVÉ, Jacques P.; GIOZZA, William F.; ARAÚJO, José F. M. Redes Locais de Computadores - Protocolos de Alto Nível e Avaliação de Desempenho. São Paulo, McGraw-Hill, 1986. 446p.
- [60] NATIONAL BUREAU OF STANDARDS. Report No. ICST/HLNP - 80-9 - Service Specification of the File Transfer Protocol (FTP) and the Data Presentation Protocol (DPP). EUA, Bolt Beranek and Newman, Inc., 1980. 78p.
- [61] NEEDHAM, Roger M. Adding Capability Access to Conventional File Server. Operating Systems Review 13 (1): 3 - 4, Jan. 1979.
- [62] NEIGUS, N.J. NIC 17759 - File Transfer Protocol for ARPA Computer Network. EUA, Network Working Group, 1973. 50p.
- [63] NEUMANN, John. OSI Session Layer Services and Protocol. Open Systems Data Transfer. EUA, Omnicom, Inc., (6): 29, set. 1983.
- [64] PEREZ, Victor R. A. Redes Locais: Níveis "0" e "1/2". Boletim Scopus 8 (85): 1 - 15, Jul. 1985.
- [65] PETERSEN, Niels K.; SKOVGAARD, Tom. Anticipating the ISO File Transfer Standards in an Open Systems Implementation. Computer Networks (9): 267 - 80, 1985.
- [66] RAYNER, D. A System for Testing Protocol Implementations. In: ____ Protocol Specification, Testing and Verification. Holanda, North-Holland Publishing Company, 1982. p.539 - 54.
- [67] RIBEIRO Filho, Henrique; NAVARRO, Luiz C. Protocolo de Comunicação da Rede Scopus. Boletim Scopus 8 (69): 9 - 20, mar. 1984.

- [68] ROUX, Evelyne. OSI's Final Frontier: The Application Layer. Data Communications 17 (1): 137 - 145, Jan. 1988.
- [69] SANTOS, José R. G.; ALMEIDA, Wagner D.; SALLES, Roberto L.; ARIZA, Carlos A. CI P26 - 013/87 - Versão Final das Rotinas das Bibliotecas BIB 86 e BIB 85 - Circular Interna. São Paulo, Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia, 1987. 6p.
- [70] SARIKAYA, Behcet; BOCHMANN, Gregor V. Some Experience with Test Sequence Generation for Protocols. In: ____ Protocol Specification, Testing and Verification. Holanda, North-Holland Publishing Company, 1982. p.555 - 67.
- [71] SARIKAYA, Behcet. Recent Developments in Protocol Testing. In: 5o. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES. Anais... São Paulo, 1987. p.372 - 92.
- [72] SARIKAYA, Behcet; BOCHMANN, Gregor V. Synchronization and Specification Issues in Protocol Testing. IEEE Transactions On Communications 32. (4): 389 - 395, abr. 1984.
- [73] SCOPIUS TECNOLOGIA S. A.. SISNE - Manual do Usuário. São Paulo, Scopus Tecnologia S.A., 1987. 460p.
- [74] SECRETARIA ESPECIAL DE INFORMÁTICA. Grupo de Especificações para Aquisição de Redes Locais de Computadores para Uso no Setor Federal - Relatório Final. Brasília, Secretaria Especial de Informática, 1987. 51p.
- [75] STRAUSS, Paul. OSI Throughput Performance: Breakthrough or Bottleneck? Data Communications 16 (5): 53 - 56, maio 1987.

- [76] STURGIS, H.; MITCHELL, J.; ISRAEL, J. Issues in the Design and Use of a Distributed File System. Operating Systems Review 14 (3): 55 - 69, Jul. 1980.
- [77] TANENBAUM, Andrew S. Computer Networks. EUA, Prentice-Hall Inc., 1981. 517p.
- [78] TAROUGO, Liane M.R. Redes de Computadores Locais e de Longa Distância. São Paulo, McGraw-Hill, 1986. 353p.
- [79] WILKES, M.V. Hardware Support for Memory Protection Capability Implementations. Communications of the ACM 25 (3): 108 - 16, mar. 1982.
- [80] ZIMMERMANN, Hubert. A Standard Layer Protocol. In: ---- Computer Network Architectures and Protocol. EUA, Plenum Press, 1982. p.33 - 54.