

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG

CORPO VIRTUAL:

Uma aplicação de rede distribuída usando vinculação biométrica para implementação de sistemas anti-furto de bens eletrônicos.

RAIMUNDO CLÁUDIO SOUZA GOMES

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Cursos de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande – Campus I, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica

Área de Concentração:
Processamento da Informação

Orientador: Prof. Doutor. Elmar Uwe Kurt Melcher.

Campina Grande - 2002



G633c Gomes, Raimundo Cláudio Souza.
Corpo virtual : uma aplicação de rede distribuída usando vinculação biométrica para implementação de sistemas anti-furto de bens eletrônicos / Raimundo Cláudio Souza Gomes. - Campina Grande, 2002.
144 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, 2002.
Orientação: Prof. Dr. Elmar Uwe Kurt Melcher.
Referências.

1. Corpo Virtual. 2. Sistemas Distribuídos. 3. Sistemas de Comunicação Pessoal. 4. Tecnologia JINI. 5. Engenharia Elétrica - Dissertação. I. Melcher, Elmar Uwe Kurt . II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB) III. Título

CDU 621.391(043)

**CORPO VIRTUAL: REDE PESSOAL APLICADA À PERSONALIZAÇÃO NA POSSE
DE BENS PESSOAIS**

RAIMUNDO CLÁUDIO SOUZA GOMES

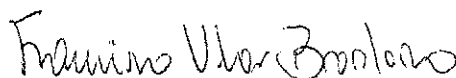
Dissertação Aprovada em 13.12.2002



PROF. ELMAR UWE KURT MELCHER, Dr., UFCG
Orientador



PROF. RAIMUNDO CARLOS SILVÉRIO FREIRE, Dr., UFCG
Componente da Banca



PROF. FRANCISCO VILAR BRASILEIRO, Dr., UFCG
Componente da Banca

CAMPINA GRANDE - PB
Dezembro - 2002

AGRADECIMENTOS

A Deus que me propiciou concluir este trabalho e vivenciar este momento.

Ao professor Elmar Melcher, pela paciência, amizade e profícua orientação a despeito de todas suas ocupações.

Ao casal de professores da Universidade do Amazonas (UFAM) Dr. Cícero e Dra. Marli, pela confiança e apoio decisivos ao meu ingresso no mestrado.

A todos professores e funcionários da COPELE que direta e indiretamente auxiliaram na concretização deste trabalho.

À DATAPREV – Empresa de Tecnologia e Informação da Previdência Social por disponibilizar um programa de incentivo a Pós-Graduação que me possibilitou o tempo e a estrutura necessária ao desenvolvimento desta dissertação.

DEDICATÓRIAS

Postumamente àqueles a quem devo tudo que hoje sou e tenho, meus queridos: avô Lício (Sen Lício) e mãe Margarida (Dona Dida), ambos de saudosa lembrança.

À minha esposa Judith e filha Camila, em reconhecimento aos muitos momentos roubados de nosso convívio durante a realização deste trabalho.

Ao meu pai Raimundo Lucivaldo de saudosa lembrança (falecido dois meses após a defesa deste trabalho) e demais familiares pelo incentivo em todos os momentos.

A muitos amigos próximos e colegas de trabalho que em várias etapas do desenvolvimento deste trabalho deram alguma forma de contribuição.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMO	XII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1. TEMÁTICA.....	2
1.2. PROBLEMÁTICA.....	3
1.2.1. Formulação do Problema	4
1.2.2. Questão Fundamental.....	6
1.2.3. Problemas Derivados	7
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.3.1. Objetivo Principal	8
1.3.2. Objetivos Intermediários	9
1.4. JUSTIFICATIVA	10
1.4.1. Relevância do Estudo.....	11
1.5. METODOLOGIA	12
1.6. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	13
1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	14
CAPÍTULO 2 - SOLUÇÃO PROPOSTA	16
2.1. INTRODUÇÃO	17
2.2. CENÁRIO DE VÍNCULOS.....	17
2.2.1. Vínculo Fraco	18
2.2.2. Vínculo Forte	19
2.3. MODELO CONCEITUAL.....	20

2.3.1. Componentes	20
2.3.1.a. Classe Especial de Produtos	20
2.3.1.b. Plataforma Especial de Comunicação	21
2.3.1.c. Unidade Sistêmica Pessoal de Comunicação	22
2.3.2. Definição	23
2.3.3. Analogias com o Corpo Biológico	25
2.4. CORPO VIRTUAL.....	28
2.4.1. Componentes Sistêmicos	29
2.4.1.a. Unidades Membro	30
2.4.1.b. Unidades de Vinculação	31
2.4.1.c. Sistema de Vinculação	33
2.4.2. Componentes Funcionais	35
2.4.2.a. Cliente_Membro	36
2.4.2.b. Servidor de Vínculos	37
2.4.2.c. Serviço de Vinculação	40
2.4.3. Análise Funcional	42
2.4.3.a. Operação Básica	42
2.4.3.b. Parâmetros de Controle	44
2.4.3.c. Compartilhamento de Recursos	47
2.4.4. Comentários sobre Segurança.....	48
2.4.4.a. Estratégias Básicas	49
2.4.4.b. Transações Encadeadas	50
2.4.5. Processos de Operacionais	51
2.4.5.a. Processo de Composição	52
2.4.5.b. Processo de Identificação	53
2.4.5.c. Processo de Validação	55
CAPÍTULO 3 - SISTEMAS MÓVEIS	58
3.1. REDES DE TRANSMISSÕES SEM FIO.....	59
3.1.1. Definição	59
3.1.2. Classificação	60
3.1.2.a. Redes Infra-Estruturadas	61

3.1.2.b. Redes Independentes (Ad Hoc).....	62
3.1.3. Tecnologia de Transmissão	63
3.1.3.a. Radiodifusão.....	63
3.1.3.b. Infravermelho	64
3.2. SISTEMA DE ESPECTRO ESPALHADO	66
3.2.1. Características Específicas	66
3.2.2. Técnicas de Codificação	69
3.2.2.a. Espalhamento Espectral de Sequência Direta	70
3.2.2.b. Espalhamento Espectral por Salto de Frequência.....	73
3.2.3. Observações	74
3.3. REDES DE COMPUTAÇÃO MÓVEL.....	74
3.3.1. Definição	75
3.3.2. Origem e Evolução.....	76
3.3.3. Arquitetura	77
3.3.3.a. Unidades de Comunicação	77
3.3.3.b. Sistema de Comunicação.....	79
3.4. TENDÊNCIAS	80
CAPÍTULO 4 - SISTEMA DE COMUNICAÇÃO PESSOAL	82
4.1. DEFINIÇÃO	82
4.2. CLASSIFICAÇÃO.....	83
4.3. TELEFONIA CELULAR	84
4.3.1. Evolução.....	84
4.3.2. Plataformas de 3º Geração	85
4.3.3. Transição das Gerações.....	85
4.4. PLATAFORMAS DE REDES PESSOAIS	87
4.4.1. Definições.....	88
4.4.1.a. Espaço Operacional Pessoal	88
4.4.1.b. Produtos para o Espaço Operacional Pessoal	89
4.4.2. Propriedades e Características	89
4.4.2.a. Serviços de Sistemas Distribuídos.....	89
4.4.2.b. Área de Cobertura.....	90

4.4.2.c. Formação de Picocélulas	90
4.4.3. Implementações Típicas	91
4.4.3.a. Redes de Escritórios Domésticos	91
4.4.3.b. Redes Domésticas	92
4.4.3.c. Computadores Vestíveis	92
4.5. PADRONIZAÇÃO	93
CAPÍTULO 5 - IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO	95
5.1. PLATAFORMA UTILIZADA	96
5.1.1. Critérios de Definição	97
5.1.2. O Padrão IEEE 802.11.....	98
5.1.2.a. Arquitetura	100
5.1.2.b. Topologias	103
5.1.2.c. Camada Física do Modelo	104
5.1.2.d. Acesso ao Meio.....	105
5.1.3. A Tecnologia JINI.....	109
5.1.3.a. Definição.....	110
5.1.3.b. Arquitetura.....	111
5.1.3.c. Ambiente de Execução	114
5.1.3.d. Modelo de Programação.....	120
5.2. MODELO FUNCIONAL E REPRESENTATIVO	122
5.2.1. Estrutura Sistêmica da Implementação	122
5.2.1.a. Desenho Esquemático.....	123
5.2.1.b. Unidade Membro	123
5.2.1.c. Unidade de Vinculação	124
5.2.1.d. Sistema de Vinculação.....	125
5.2.2. Características Funcionais da Implementação	127
5.2.2.a. Processos do Ambiente JINI.....	128
5.2.3. Dificuldades na Execução da Aplicação	131
5.3. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	132

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO	133
6.1. TRABALHOS FUTUROS.....	134
BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA.....	136
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 2-1 - Paralelismos entre os elementos de um organismo vivo em analogia com o Corpo Virtual.</i>	<i>26</i>
<i>Tabela 2-2 - Aspectos antagônicos na analogia do Corpo Virtual com o corpo biológico. ...</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 5-1 - Distribuição da Arquitetura JINI.</i>	<i>111</i>

<i>Figura 3-1 - Topologia Infrastructure Basic Service Set.</i>	62
<i>Figura 3-2 - Topologia de rede ad hoc numa implementação típica integrada a uma rede cliente servidor.</i>	63
<i>Figura 3-3 - Seletividade do Sistema de Espectro Espalhado.</i>	67
<i>Figura 3-4 - Recepção simultânea de sinais no Sistema de Espectro Espalhado.</i>	68
<i>Figura 3-5 - Imunidade às reflexões do Sistema de Espectro Espalhado.</i>	68
<i>Figura 3-6 - Imunidade a interferência no Sistema de Espectro Espalhado.</i>	69
<i>Figura 3-7 - Sinal no Sistema DSSS.</i>	71
<i>Figura 3-8 - Modulação do Sinal com o uso do Código de Dispersão no DSSS.</i>	72
<i>Figura 3-9 - Modelo do FHSS.</i>	73
<i>Figura 4-1 - Relação das implementações de transmissão sem fio com as respectivas áreas de abrangência.</i>	83
<i>Figura 4-2 - Representação esquemática dos sistemas de telefonia celular em cada geração.</i>	86
<i>Figura 4-3 - Implementações de Computador Vestível.</i>	93
<i>Figura 5-1 - Modelo de Camadas do padrão IEEE 802.11</i>	100
<i>Figura 5-2 - Ilustração de um sistema com a estrutura típica do modelo 802.11.</i>	101
<i>Figura 5-3 - Um sistema ESS com AP implementada em software.</i>	102
<i>Figura 5-4 - Redes Ad Hoc em comunicação ponto-a-ponto.</i>	103
<i>Figura 5-5 - Arquitetura DFWMAC.</i>	106
<i>Figura 5-6 - Superquadro PCF.</i>	108
<i>Figura 5-7 - Componentes Básicos do ambiente JINI.</i>	112
<i>Figura 5-8 - Ilustração do anúncio de serviço a um Serviço de Consulta.</i>	114

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2-1 - Relação de vínculo comum entre indivíduo e um único bem pessoal.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2-2 - Relação de vínculo comum entre indivíduo e um único bem pessoal.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2-3 - Relação de vínculo forte entre indivíduo e a coleção de seus bens pessoais. .</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2-4 - Relação de vínculo forte entre indivíduo e um único bem pessoal.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2-5 - Ilustração enfocando uma coleção de diferentes tipos de objetos (bens) tecnológicos que podem receber a classificação de CEP.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2-6 - Implementação de uma PEC interligando CEPs em rede.</i>	<i>22</i>
<i>Figura 2-7 - Implementação de uma USPC vinculada a seu proprietário através de um vínculo comum (vínculo fraco).....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 2-8 - Implementação de um vínculo condicionante (vínculo forte) entre uma USPC e seu proprietário.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2-9 - Ilustração simplificada dos componentes e interações do Corpo Virtual.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 2-10 - Classificação das Unidades Membro do Corpo Virtual quanto à mobilidade dos elementos.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 2-11 - Ilustração simplificada dos componentes e interações do Corpo Virtual.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 2-12 - Ilustração de UVs instaladas em diferentes tipos de Unidades Membro e sua Tabela de Registro (TR) interna.</i>	<i>38</i>
<i>Figura 2-13 - Quadro ilustrativo da hierarquia UV nas implementações de Corpo Virtual.</i>	<i>39</i>
<i>Figura 2-14 - Fluxograma da operação básica do sistema teórico Corpo Virtual.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 2-15 - Representação das principais etapas envolvidas no processo de identificação de proprietários e Unidades Membro do Corpo Virtual.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 2-16 - Fluxograma do processo de Validação.</i>	<i>56</i>

<i>Figura 5-9 - Envio de um Objeto de Serviço para registro no Serviço de Consulta.</i>	<i>115</i>
<i>Figura 5-10 - Envio do Registrar Serviço (Registrar) pelo Serviço de Consulta ao provedor de serviço confirmando o registro do Objeto de Serviço.</i>	<i>116</i>
<i>Figura 5-11 - Registro no Serviço de Consulta do Objeto de Serviço e dos Atributos de um Serviço fornecido por um provedor.</i>	<i>117</i>
<i>Figura 5-12 - Serviço de Consulta, uma vitrine dos Serviços oferecidos por provedores. .</i>	<i>118</i>
<i>Figura 5-13 - Ilustração do Processo Lookup para o carregamento Objeto de Serviço no cliente.</i>	<i>120</i>
<i>Figura 5-14 - Desenho Esquemático da Implementação em Laboratório.</i>	<i>123</i>
<i>Figura 5-15 - Diagrama de Interações do Processo de Autenticação.</i>	<i>127</i>
<i>Figura 5-16 - Tela de execução do módulo Cliente.</i>	<i>128</i>
<i>Figura 5-17 - Tela de execução do módulo de ativação do Servidor de Vínculos.....</i>	<i>129</i>
<i>Figura 5-18 - Tela de execução dos módulos Reggie (WebServer) e LookupBrowser através do StartService.</i>	<i>130</i>

RESUMO

Corpo Virtual é a denominação escolhida para nomear sistemas que vinculem, de forma personalizada, objetos tecnológicos a seus legítimos proprietários. A base conceitual da arquitetura desses sistemas é desenvolvida a partir de analogias com os mecanismos e interações observáveis em organismos vivos, os quais garantem a manutenção da vida de membros e órgãos ligados a um corpo e impedem ou dificultam a utilização desses membros e órgãos em outros corpos.

Neste trabalho, além de ser desenvolvida a base conceitual sobre a qual se estabelece a arquitetura denominada Corpo Virtual, são detalhados os elementos de sua estrutura. Para tal, um modelo sistêmico é apresentado, o qual tem por finalidade a implementação de sistemas interativos a partir do conjunto dos bens eletrônicos de um indivíduo, de tal sorte que as unidades subtraídas do sistema de forma não autorizada tenham sua utilização impossibilitada a estranhos.

Por definição, é indispensável que os bens eletrônicos que se constituem em unidades do referido sistema possuam recursos de controle e interatividade em ambiente de rede, quer por mídia cabeada, quer por mídia sem fio. Aliás, a aplicabilidade prática deste tema e sua pertinência serão demonstradas com base na constatação de que no cenário tecnológico atual já há indicação da expansão de tais recursos entre os diversos produtos eletro-eletrônicos, os quais abrangem um universo cada vez mais amplo de bens aplicáveis ao cotidiano humano.

As plataformas de *Personal Area Network (PAN)* terão nesta obra, também, um espaço dedicado a sua abordagem, uma vez que elas formam a base das implementações práticas do modelo teórico em proposição. Assim, até ao fim deste trabalho, teremos a descrição detalhada de uma implementação representativa do *Corpo Virtual* baseada no modelo teórico apresentado e fundamentada nas plataformas de *PAN*.

Nesta implementação a tecnologia JINI é empregada no desenvolvimento dos módulos que pelo modelo OSI correspondem à camada de Aplicação, enquanto que os módulos correspondentes à camada Física e de Enlace e, portanto, responsáveis pela conectividade entre as unidades de comunicação do sistema, são baseados no padrão 802.11b; por isso, essas tecnologias e padrões terão, também, sua abordagem garantida em tópicos específicos.

ABSTRACT

Virtual body is the title chosen to denominate systems that bind, in a personalized way, technological objects to their legitimate owners. The conceptual basis of the architecture this systems is developed from analogies with the mechanisms, and interactions observed in living organisms, which guarantee the maintenance of life of members of a body and they are used to hinder or to render difficult the use of these members in other bodies.

In this work, the author develops the conceptual basis on which the architecture denominated Virtual Body is established and details the elements of its structure. For such, a systemic model is shown, which has as its purpose the implementation of interactive systems from the set of electronic goods of an individual, so units taken off from the system without authorization are disabled.

From this definition, it is necessary that the electronic goods that make up the system units have control and interactivity capabilities in a network environment, be it through cabled media, or through wireless media. The practical applicability of this subject and its relevancy will be demonstrated from the observation that in the current technological scene there are indications of the expansion of such resources among diverse electric-electronic products, enclosing an increasing variety of applicable goods.

The Personal Area Network (PAN) platforms will also have a space dedicated in this work, as they form the practical implementation basis of the theoretical model being proposed. We will have the detailed description of a

representative implementation of a Virtual Body from the theoretical model presented and based on a PAN platform.

In this implementation the JINI technology is used in the development of the modules that by the OSI model correspond to the Application layer, while the modules corresponding to the Physical and Link layers and, therefore, responsible by connectivity of the system's communication units, are based on the standard 802.11b; thereby, these technologies and standards will also be treated in specific topics this work.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O filósofo francês Michel Serres [Serres 99], à luz dos novos conhecimentos da biologia e dos avanços tecnológicos, desenvolveu novas concepções sobre o corpo e os seres vivos. Segundo Serres o corpo humano não deve ser encarado de forma restrita, apenas sob o ponto de vista de sua configuração biológica estática, mas sim de forma mais ampla e extensiva a todos os elementos de expressão do homem.

Nesse contexto, objetos tecnológicos podem ser visto como órgãos externos do homem e a tecnologia uma extensão de seus sentidos. Com isso, obtemos a visão de um homem cujo corpo se expande¹ desde uma dimensão concreta e estável para outra virtual e dinâmica. Em qualquer dessas formas, o corpo é um conjunto em unidade através do qual o Eu (Ego) humano se expressa para si mesmo, para outros e ao mundo.

Temos então concluído que os objetos tecnológicos desenvolvidos pelo homem para exercerem funções complementares² àquelas que lhe são por

¹ Consta-nos que este corpo está em constante expansão e transformação, com o agregamento de novos elementos e o aperfeiçoamento dos já existentes. Isto no ritmo dos avanços tecnológicos.

² Complementaridade é algo digno de ser ressaltado, uma vez que o autor tem perfeita consciência de que a tecnologia necessitará evoluir muito até poder reproduzir elementos capazes de substituir

natureza limitadas, podem ser considerados membros extensivos do corpo natural e elementos de um corpo expandido. Portanto, em última análise, assim como braços e pernas são membros orgânicos do corpo concreto, elementos tecnológicos agregados podem ser considerados membros inorgânicos de um corpo virtual [Santaella 97].

Com o termo corpo virtual procura-se estabelecer uma distinção clara entre a forma *concreta* de ligação do corpo natural com seus membros e a ligação *virtual* presente entre os elementos daquele que aqui definimos como corpo expandido. O corpo natural estabelece com seus membros o que podemos definir como *vínculo forte*, uma vez que a funcionalidade desses membros está condicionada ao não rompimento do referido vínculo, pois do contrário o membro desvinculado morre.

Identidade é o atributo que converte o Eu genérico em indivíduos. O corpo orgânico possui uma identidade biológica que associada a um Eu particular estabelece um Ser único, um indivíduo. Portanto, seria natural pensar que a identidade que caracteriza o indivíduo e está presente em todos os componentes de seu corpo biológico ligando-os sob um vínculo forte, também, deveria estar presente nos demais membros não biológicos, sendo extensivo ao corpo virtual. Essa é, em síntese, a abordagem que este trabalho pretende apresentar.

1.1. TEMÁTICA

Um procedimento científico, em síntese, envolve dois passos fundamentais: o primeiro é a identificação de um problema e o segundo a solução do problema identificado. Entretanto, não só o processo de identificação

com a mesma e completa funcionalidade aos componentes naturais do corpo humano, e talvez isto nunca venha a ocorrer de fato.

como também o de solução de um problema requerem uma fundamentação teórica e conceitual que lhes forneçam uma base de formulação. Em geral, tal fundamentação encontra-se pronta para ser aplicada, porém algumas vezes se faz necessário criá-la.

Nesta obra, o tema abordado, tal como qualquer outro trabalho científico, também abrange a duas etapas básicas anteriormente descritas; porém, a fundamentação teórica e conceitual empregada, segundo nossas pesquisas, não fora até então proposta, pelo que se fez necessário concebê-la e haveremos de explicitá-la no transcurso de nossa abordagem. As principais considerações que inspiraram a concepção da base de formulação deste trabalho são:

- o surgimento de uma variedade de novas plataformas de comunicação capazes de agregar em rede o conjunto de distintos produtos tecnológicos de nosso cotidiano;
- o amplo e heterogêneo universo de produtos aos quais, a cada dia, os avanços tecnológicos vêm agregando maior poder de interatividade e controle eletrônico [Dhir 2001];
- os mecanismos desenvolvidos pela natureza que, por exemplo, no corpo humano mantém sua unidade e garantem a defesa contra eventuais ameaças à sua integridade (macros e microscópicas), dando-lhe identidade única e estabelecendo as interações entre seus membros.

1.2. PROBLEMÁTICA

Este tópico é dedicado à definição da problemática básica deste trabalho, abrangendo: a formulação do problema, a identificação da questão fundamental e a definição de seus problemas derivados. São repetidamente citados ao longo da abordagem dessa problemática os vínculos que a natureza

estabeleceu entre membros e corpo em um organismo vivo. Isso porque, conforme já temos destacado, as analogias com estes sistemas orgânicos, constituem-se na base conceitual e estratégia central utilizada na formulação dos problemas e sua subsequente solução.

1.2.1. Formulação do Problema

Quando uma pessoa adquire legalmente um bem, ela passa a ser o legítimo proprietário deste bem. A partir de então, essa pessoa tem o legítimo direito de usufruir todos os recursos que este novo bem é capaz de lhe proporcionar. Porém, se pelo contrário, uma pessoa vier a se apropriar de um bem, adquirindo-o de forma ilegal, em geral, poderá usufruir os recursos deste bem, tanto quanto seu legítimo proprietário poderia fazê-lo. Esse é o fundamento que, desde os primórdios da humanidade, tem estimulado a existência da prática do furto e do roubo de bens, sejam eles pessoais ou não.

Atualmente, uma das classificações aplicável aos bens é dada de acordo com sua utilização. No caso, quando um bem é de utilização exclusiva de uma pessoa, o chamamos de bem pessoal. Porém, a funcionalidade, mesmo de um bem pessoal, está disponível a qualquer um que detiver sua posse, não estando condicionada ao uso daquele que detém sua propriedade legítima. Isto nos faz concluir que hoje alguns importantes atributos associados a um bem, tais como: posse, propriedade, uso e funcionalidade, não estão efetiva e adequadamente correlacionados.

Idealmente, a funcionalidade de um bem deveria estar condicionada à utilização por seus legítimos proprietários e não a simples detenção de sua posse. Se assim o fosse, os recursos de um objeto tecnológico só poderiam ser

desfrutados pela pessoa³ que detivesse sua legítima propriedade ou por quem por esta fosse espontaneamente autorizado a compartilhá-lo. Desta maneira, a posse de um bem não necessariamente implicaria na possibilidade de seu uso; pois, sua funcionalidade pertenceria apenas a seu legítimo proprietário, e somente com ele tal objeto poderia apresentar sua *funcionalidade permanente*⁴.

As formulações que serão apresentadas a seguir visam estabelecer um quadro ilustrativo que tem por objetivo auxiliar na identificação e compreensão do que podemos definir como a questão fundamental focada por este trabalho. Elas bem esclarecem o que expusemos preliminarmente.

a) **Observação 1:** Pessoas estão passivas a perderem, por esquecimento, objetos de uso pessoal; porém, isto nunca ocorre com alguma parte (membro) de seu próprio corpo, como por exemplo: um dedo.

Dedução: Os membros do corpo humano, diferente dos objetos pessoais de um indivíduo, estão permanentemente ligados ao corpo; e o corpo é elemento indissociável de uma pessoa. Portanto, é possível perder objetos pessoais, porém, não é possível perder, por esquecimento, um membro do próprio corpo.

b) **Observação 2:** Pessoas podem ser vítimas de furtos e roubos de objetos pessoais; porém, fora condições excepcionais, isto nunca ocorrerá com membros de seu corpo.

³ O que aqui nos referimos como pessoa não necessariamente corresponde a um único indivíduo, mas pode, também, corresponder a uma coletividade com identidade comum, tal como uma família, uma empresa, uma escola e etc.

⁴ A *funcionalidade permanente* de um bem corresponde à disponibilidade de todas suas funções e recurso em qualquer momento e circunstância que for solicitado por seu proprietário, uma vez estando o objeto em sua posse. Tem como contraponto a *funcionalidade temporária* que se caracteriza no empréstimo ou compartilhamento de um bem, pela concessão espontânea, porém, momentânea

Dedução: Diferente dos objetos de uso pessoal, os membros do corpo de um indivíduo, exceto condições especiais, não são passíveis de utilização fora de seu corpo original. Portanto, objetos pessoais são roubados (ou furtados) porque sua funcionalidade não está condicionada a um vínculo direto com seu verdadeiro proprietário, tal como ocorre com os membros orgânicos do corpo de um indivíduo.

c) **Conclusão:** Nos corpos de organismos vivos, os membros são partes indissociáveis e exclusivas do corpo. Entretanto, entre os sistemas tecnológicos atuais não há, ainda, interações que relacione indivíduo e bens pessoais de forma equivalente a estas que a natureza implementa nos sistemas orgânicos.

1.2.2. Questão Fundamental

As relações entre observações e conclusões apresentadas no tópico anterior nos permitem estabelecer, neste ponto, a questão básica que fundamenta o desenvolvimento deste trabalho. No caso, esta dissertação baseia-se no pressuposto de que é possível uma resposta afirmativa à questão abaixo.

- Seria possível implementar entre os sistemas tecnológicos humanos, um análogo do eficaz mecanismo pelo qual a natureza atribui personalidade (pessoalidade⁵) aos membros e órgãos pertencentes ao corpo humano ?

A fim de trazer uma resposta efetiva à questão supracitada, teremos a proposição de um modelo teórico e o desenvolvimento de um modelo funcional

deste, por seu legítimo proprietário, a um terceiro, para o breve uso do bem ou para seu uso sob um tempo controlado.

⁵ Atributo de pertencer a uma única pessoa.

demonstrativo do sistema teórico proposto, juntamente com sua implementação prática.

1.2.3. Problemas Derivados

A questão fundamental descrita no tópico anterior confronta-nos com alguns problemas de ordem prática que necessitarão de solução satisfatória antes que se possa respondê-la efetivamente. Estes problemas são destacados a seguir e a solução deles será uma das metas que este trabalho de pesquisa buscará alcançar.

- Que estratégia poderia ser utilizada para a implementação de um sistema que permita personalizar o uso de bens tecnológicos, vinculando a funcionalidade destes ao uso por seus legítimos proprietários ?
- Quais seriam as características básicas e premissas gerais que um modelo sistêmico necessitaria para operacionalizar a referida implementação ?

1.3. OBJETIVOS

Quando na década de 50, Bernard Widrow introduziu as Redes Neurais, o fez através da apresentação de um *sistema de redução de ruído para a indústria de telecomunicações*; no caso, um *filtro adaptativo neural que limpava os ecos nas linhas telefônicas e reduzia os ruídos em modems* [Bentley 2002]. Resumidamente, seu trabalho definia como objetivo principal a eliminação do problema: *ruídos nas linhas de comunicação telefônicas*.

O processo empregado para solução deste problema foi o desenvolvimento de um sistema inteligente o suficiente não só para identificar diferentes tipos de ruídos, mais também as variações de impedância na rede, a

fim de poder ajustar-se à combinação destas situações. Entretanto, a real peculiaridade do trabalho de Widrow estava na base conceitual utilizada que era inédita na época e foi denominada de *Rede Neural*.

Obviamente, não se pode negar a excelente contribuição que o Filtro Adaptativo de Widrow trouxe aos sistemas de telecomunicações modernos. Entretanto, convenhamos que esta não foi a maior contribuição de seu trabalho, uma vez que hoje as Redes Neurais possuem aplicações muito mais amplas do que em simples sistemas para redução de ruídos.

Como no trabalho de Widrow ou qualquer outro trabalho científico, este também tem como objetivo central o estabelecimento de uma solução cientificamente consistente a um conjunto de problemas previamente identificados. Neste ponto, já identificamos o conjunto dos problemas de interesse na forma de uma questão fundamental e duas outras derivadas. Assim, é possível especificar de forma direta os objetivos: principal e intermediários, os quais estão diretamente relacionados as questões já especificadas.

1.3.1. Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho estará centrado em encontrar uma solução consistente ao problema da falta de um vínculo efetivo entre indivíduo proprietário e a coleção de seus bens tecnológicos legitimamente adquiridos; de tal sorte que isso possa contribuir para a redução drástica da prática de roubos e furtos destes bens. Isso pode ser expresso de forma mais explícita, conforme a seguir:

- Introduzir os conceitos de um sistema modelado com base em analogias com os organismos naturais que seja aplicado a estabelecer vínculo

forte entre um conjunto de bens tecnológicos dotados de recursos informáticos⁶ e seus legítimos proprietários.

Temos a presunção de que essa estratégia de modelamento do sistema esteja sendo empregada de forma inédita. Assim, trazendo à lembrança a estratégia de Widrow quando na introdução das Redes Neurais, indiretamente, este trabalho será o meio pelo qual o autor buscará introduzir e detalhar este novo conceito, cujo modelo teórico ou prático passaremos a denominar como Corpo Virtual.

1.3.2. Objetivos Intermediários

Para que um trabalho tenha consistência científica faz-se necessário demonstrar que sua implementação é possível e/ou viável. Por isso, buscaremos alcançar os dois seguintes objetivos intermediários que auxiliarão também no estabelecimento do objetivo principal já definido.

- Implementar em laboratório um sistema funcional básico, utilizando plataformas de comunicação já consolidadas, para assim estabelecer um modelo representativo do sistema teórico proposto.
- Apresentar os processos evolutivos que, na tecnologia moderna, indicam a viabilidade da implementação do sistema em questão; destacando alguns dos principais impactos que tal implementação poderá trazer ao cotidiano humano.

⁶ Esta não é uma palavra usual, não tem caráter coloquial ou erudito, porém já é possível ouvir seu emprego por palestrantes em eventos de âmbito diverso; uma vez que possui um sentido de evidência bastante direta.

1.4. JUSTIFICATIVA

Considerando superficialmente o panorama tecnológico atual, somos levados a pensar que talvez seja uma excentricidade a idéia de se estabelecer vínculos entre objetos e pessoas de forma semelhante aos vínculos que membros e órgãos têm no corpo humano. Porém, muitos dos avanços científicos e tecnológicos observados em nossos dias, permitem-nos vislumbrar, para um futuro não muito distante, o surgimento de sistemas que permitam estabelecer especiais interações entre indivíduos e objetos eletro-eletrônicos [Howe 2002].

A implementação de sistemas tecnológicos modelados a partir de analogias com processos naturais tem sido uma estratégia científica historicamente bem sucedida. Por isso buscaremos utilizar esta mesma estratégia no intuito de introduzir um novo conceito no que diz respeito a posse e uso de bens tecnológicos pessoais, tendo como modelo um sistema consolidado pela natureza ao rigor de longas eras de processos evolutivos, que são os organismos vivos complexos, em especial o corpo humano.

Uma das aplicações práticas e diretas desta proposta seria na implementação de um sistema anti-furto próprio a tornar desestimulante a apropriação indevida de produtos pessoais; uma vez que o custo e complexidade envolvida na tentativa de reutilização destes bens por outros que não o próprio dono seriam consideráveis.

Os sistemas anti-furto tradicionais utilizam uma chave mecânica ou eletrônica ou uma senha que o legítimo dono precisa usar para ter acesso à unidade a ser protegida. Estes sistemas funcionam de maneira confiável e eficiente, no entanto, eles apresentam determinadas restrições ou inconvenientes conforme descrito a seguir:

- antes de cada uso da unidade o dono legítimo precisa usar a chave ou a senha; porém, chaves podem ser perdidas e senhas podem ser esquecidas;

- o dono legítimo vê-se obrigado a administrar numerosas e diferentes chaves, travas e senhas para ter acesso ao seu sistema; porém, chaves podem ser roubadas e senhas podem ser descobertas;
- salvo exceções, as unidades não são capazes de detectar automaticamente que elas foram furtadas para assim alertar seu proprietário ou travar seu funcionamento;

Com isto, não há dúvidas de que o método mais eficiente de segurança é aquele que utiliza medidas biométricas para identificação e validação de seu usuário proprietário, e que estes processos sejam automáticos e transparentes. Por isso, ao contrário dos sistemas convencionais, a implementação aqui proposta dispensa a necessidade de se administrar chaves ou senhas, uma vez que o processo de validação é feito com base em informações individuais e intransferíveis do proprietário, as quais podem ser: impressões digitais, voz, íris, DNA ou qualquer outro recurso que o futuro possa nos reservar.

1.4:1. Relevância do Estudo

A motivação por este tema advém das seguintes observações:

- a relação de posse e uso entre indivíduo e bens "pessoais" não tem sofrido qualquer mudança nos últimos dois séculos, mesmo com todos os avanços sociais e tecnológicos ocorrido na sociedade moderna neste período. Também, não identificamos entre os sistemas atuais, algum que estabeleça uma correlação personalizada e eficaz entre uso e propriedade de tais bens;
- sob muitos aspectos, os objetos tecnológicos constituem-se numa extensão ao corpo de um indivíduo. Com isso, concebemos a possibilidade de estender aos elementos que formam este corpo extensivo, mecanismos análogos aos processos biológicos de proteção presentes no corpo humano;

- a possibilidade de apresentar uma proposta supostamente inédita, a qual pudesse introduzir uma nova perspectiva no tratamento das questões já destacadas e conduzir a uma ampla variedade de novos e diferentes trabalhos, que poderão viabilizar, até mesmo, a consolidação de um novo paradigma.

1.5. METODOLOGIA

A metodologia empregada na implementação deste trabalho de pesquisa pode ser dividida em três etapas distintas:

- A primeira corresponde aos capítulos 1 e 2. O capítulo 1 apresenta uma introdução ao tema, procurando explicitar, em linhas gerais, as definições básicas de um trabalho científico, referindo-se ao problema (ou problemas) que se pretende solucionar, o processo a ser empregado, a justificativa do trabalho e o tipo de abordagem empregada. O capítulo 2 é inteiramente dedicado à discussão detalhada do modelo proposto, de forma teórica e conceitual;
- A segunda etapa do trabalho corresponde aos capítulos 3 e 4 que tratam da contextualização do tema e do desenvolvimento de uma base teórica visando consubstanciar tanto o desenvolvimento do modelo funcional quanto dos argumentos a serem utilizados na justificativa lógica da proposição apresentada.
- A terceira e última parte, corresponde ao capítulo 5 e 6 que tratam, respectivamente, da descrição detalhada do modelo funcional representativo do sistema proposto e sua implementação em laboratório, havendo a abordagem da plataforma utilizada na implementação do modelo e os critérios que nortearam sua escolha. Finalizando, teremos as conclusões obtidas a indicação de trabalhos futuros.

Diante do exposto, é importante destacar que a implementação do modelo funcional em laboratório possui caráter exclusivamente experimental, não sendo impositivo às situações reais demandadas pelo mercado de consumo em uma implementação comercial. Por exemplo, o emprego de dispositivos baseados no padrão IEEE 802.11b para implementação do nível físico (PHY) e do método de acesso (MAC) do sistema decorre muito mais da conveniência para montagem no ambiente experimental do que uma opção entre plataformas mais apropriadas.

1.6. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A implementação prática do modelo teórico proposto tem um cunho eminentemente experimental, demonstrativo e didático; visando servir de artifício para comprovação científica do modelo sistêmico proposto. Não tendo, portanto, a pretensão de constituir-se num modelo único ou final ao Corpo Virtual.

Além da implementação prática do modelo teórico, nos moldes citados acima, este trabalho busca evidenciar os avanços tecnológicos em andamento, os quais indicam que, desde agora até o futuro, a capacidade de interatividade eletrônica⁷ passa a ser um atributo naturalmente presente a um universo cada vez mais amplo de produtos pertencentes ao conjunto dos bens denominados de pessoais. Fato este que consubstancia o tema abordado.

Buscou-se, ainda, demonstrar os processos de evolução tecnológica que tem culminado no surgimento das plataformas de comunicação capazes de integrar, em um único sistema, o universo heterogêneo dos produtos

⁷ Recurso proporcionado por um sistema eletrônico embutido ao produto que permite o processamento de comandos e a comunicação em rede.

supramencionados. Porém, para não comprometer a exequibilidade deste trabalho, os assuntos foram restritos, na base teórica, ao tratamento:

- das principais plataformas de comunicação pessoal, a partir da evolução dos sistemas convencionais de comunicação, determinando o processo de expansão destes sistemas e suas perspectivas futuras.
- de algumas das principais tendências tecnológicas para os atuais manufaturados eletro-eletrônicos, descrevendo a crescente sofisticação destes equipamentos e sua penetração no cotidiano do homem comum.
- da apresentação de alguns dos principais mecanismos no processo de convergência de diferentes segmentos tecnológicos, especificando a contribuição disso na implementação de produtos, sistemas e serviços interativos e integrados.

1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Objetivando o desenvolvimento do tema e suas proposições de forma progressiva e detalhada, esse trabalho está dividido em seis capítulos, cujas sínteses são apresentadas a seguir.

a) **Capítulo 1 - Introdução.** Faz uma apresentação geral do tema a ser dissertado, justificando e determinado seus objetivos, bem como, definindo as linhas gerais de atuação quanto ao desenvolvimento do trabalho.

b) **Capítulo 2 - Solução Proposta.** Apresenta um modelo teórico como proposta de solução às questões focalizadas pelo tema, em sua introdução. Descreve conceitualmente os componentes deste modelo, ressaltando suas principais características e vantagens, a fim de justificar sua implementação em modelos práticos.

c) **Capítulo 3 - Sistemas de Comunicação Móvel.** Faz um apanhado geral sobre as tecnologias de transmissão sem fio, destacando a evolução, as características, a relevância e a aplicação destas nos sistemas de comunicação móveis em consolidação e já consolidados. Também, destaca a evolução e ascensão da computação móvel em correlação à evolução das tecnologias de transmissão sem fio. Objetiva contextualizar a proposta apresentada e servir de base teórica para indicação das opções de plataformas disponíveis à implementação desta.

d) **Capítulo 4 - Sistemas de Comunicação Pessoais.** Define e classifica, em linhas gerais, os principais segmentos entre os sistemas de comunicação pessoais; ressaltando os aspectos mais relevantes à pertinência da proposta apresentada neste trabalho ante ao cenário tecnológico que se desenha. O destaque está para as *Personal Area Network - PAN*, uma vez que é a base de desenvolvimento do modelo em dissertação.

e) **Capítulo 5 - Implementação do Modelo.** Destaca a tecnologia JINI como bastante adequada à implementação comercial do modelo proposto na dissertação, definindo os critérios que justificam tal conclusão. Descreve, com razoável detalhe não só um modelo funcional representativo baseado no modelo teórico proposto, mas também as plataformas utilizadas na implementação, em laboratório, do referido modelo.

f) **Capítulo 6 - Conclusão.** Este capítulo é dedicado, exclusivamente, às observações/conclusões finais com referência aos resultados dos experimentos e à indicação de trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 - SOLUÇÃO PROPOSTA

Conforme a abordagem do capítulo 1, os objetos tecnológicos criados pelo homem podem ser definidos como membros extensivos de seu próprio corpo e, portanto, forma-lhe um corpo potencializado, que neste trabalho denominamos corpo virtual. Partindo dessa concepção, entendemos que a etapa natural e subsequente na evolução tecnológica desses objetos artificiais virtualmente ligados a seus usuários será a capacidade de estarem vinculados a seus proprietários de forma semelhante aos vínculos que os membros naturais têm com o corpo humano.

Um das possíveis contribuições práticas que esse novo conceito e arquitetura poderá trazer ao universo tecnológico contemporâneo é o desenvolvimento de sistemas anti-furto de operação espontânea⁸. Essa será a aplicação abordada neste trabalho, onde se buscará demonstrar que pela implementação da arquitetura em questão, furtar ou roubar objetos tecnológicos será tão viável quanto roubar ou o furtar um membro ou órgão natural de uma pessoa viva para implantar em outra.

Entretanto, devemos ter ciência que sistemas anti-furto implementados com a arquitetura Corpo Virtual não se constituirão numa solução definitiva à prática de furtos e às ações ilegais de apropriação do alheio. A clonagem e o roubo para desmanche provavelmente se constituirão em verdadeiros desafios para esta

⁸ O termo "espontânea" indica que o processo de proteção ocorre de forma transparente ao usuário sem sua intervenção consciente, semelhante aos mecanismos biológicos do sistema imunológico do corpo humano.

nova arquitetura, uma vez que seu conceito não está na restrição do acesso ao bem e sim na personalização funcional do objeto para impossibilitar (dificultar) sua reutilização após ter sido roubado.

2.1. INTRODUÇÃO

No capítulo 1, os organismos vivos, em especial o corpo humano, foram propostos como modelos na implementação de sistemas que se destinem a estabelecer mecanismos efetivos de interação (vínculo forte) entre indivíduos e bens tecnológicos. Neste contexto, foi apresentada a proposição de um trabalho de pesquisa visando a exploração científica desta temática; pelo que foram expostas as linhas gerais desta proposição, bem como, sua problemática inerente.

No presente capítulo, o objetivo é apresentar uma solução consistente à problemática identificada no capítulo 1, descrevendo um modelo teórico que possa servir de base para implementações de sistemas práticos. Iniciaremos a referida abordagem com a construção de cenários ilustrativos que, juntamente com a definição de um modelo conceitual, auxiliarão na determinação dos fundamentos de nosso modelo teórico. Assim, neste capítulo, definiremos as diretrizes básicas de caráter específico que, ao longo de todo o trabalho, deverão ser seguidas no intuito de produzir uma resposta concreta às questões destacadas no capítulo 1.

2.2. CENÁRIO DE VÍNCULOS

Com base nos argumentos desenvolvidos no capítulo 1, temos o entendimento de que a relação de vínculo estabelecida entre bens tecnológicos e seus respectivos proprietários constituem-se no ponto fundamental de abordagem deste trabalho; por isso, neste tópico, nos dedicaremos a conceituar os tipos básicos desses vínculos, usando cenários ilustrativos que simplificarão a exposição dos conceitos.

2.2.1. Vínculo Fraco

Vínculo fraco é a definição que atribuímos ao vínculo comum atualmente existente entre um bem legitimamente adquirido e seu proprietário legal. Conforme já temos abordado, esse é um vínculo que se dá apenas por força da lei na figura do direito de propriedade; porém, pela violação da lei (apropriação indébita, roubo, furto e etc.) qualquer um pode ter acesso a tais bens sem restrição de seu funcionamento, o que torna viável tal prática.

A Figura 2-1 e Figura 2-2, a seguir, correspondem a cenários que ilustram de forma simples e direta o conceito relativo ao tipo de vínculo que aqui estamos a destacar.

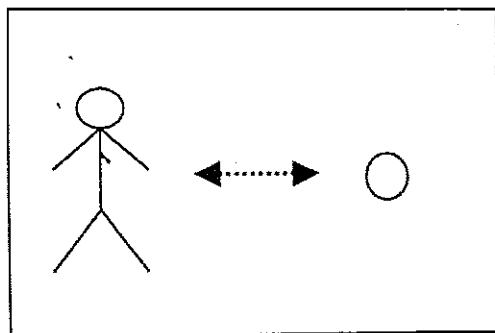


Figura 2-1 - Relação de vínculo comum entre indivíduo e um único bem pessoal.

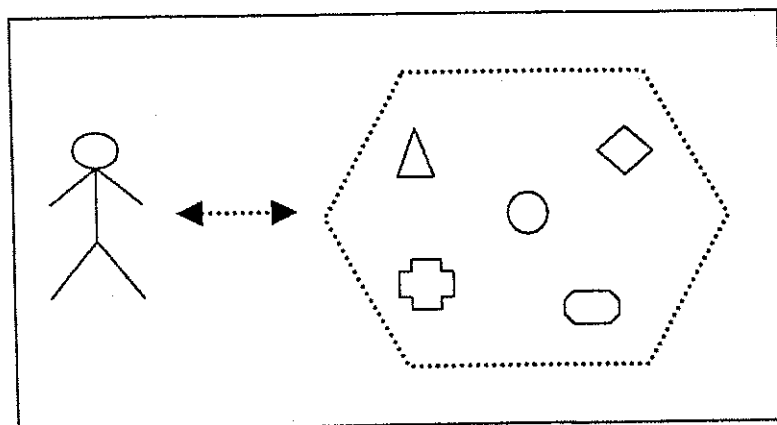


Figura 2-2 - Relação de vínculo comum entre indivíduo e um único bem pessoal.

2.2.2. Vínculo Forte

Nos organismos vivos, um órgão não funciona fora do seu corpo ou mesmo ligado em outro corpo, salvo condições muito especiais; talvez por isso sejam tão raros os casos de roubos de órgãos e não se tenha notícia do roubo de dedos, mãos, pés e etc. Os processos de transplante são complexos e caros para a maioria dos órgãos humanos, sem contar os sérios problemas de rejeição que ainda são determinantes no sucesso desse tipo de operação⁹.

Além do corpo humano, um outro exemplo prático de vínculo forte, ocorre no âmbito tecnológico nos equipamentos que requerem a introdução de uma senha pessoal ou a inserção de uma chave codificada para que possa disponibilizar o acesso a seus recursos. Dizemos então que há um vínculo forte entre o equipamento em questão e o usuário autorizado.

Tal como no tópico anterior, a Figura 2-3 e Figura 2-4 correspondem a cenários que ilustram o tipo de vínculo que aqui estamos a destacar.

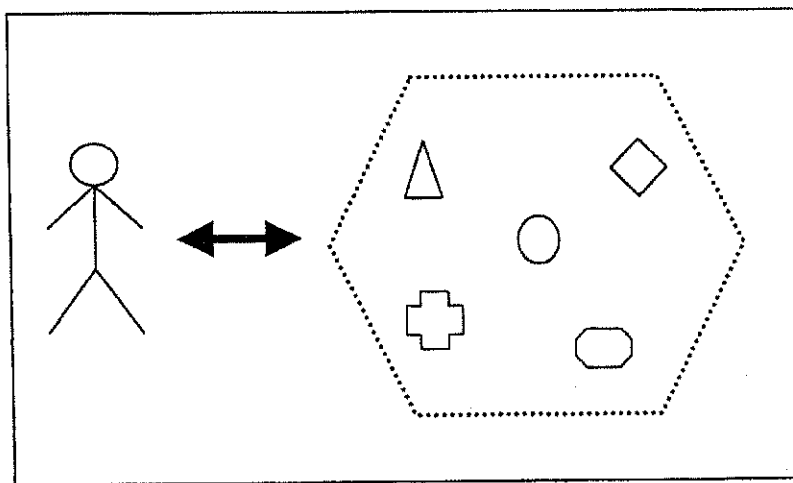


Figura 2-3 - Relação de vínculo forte entre indivíduo e a coleção de seus bens pessoais.

⁹ Ainda hoje a ciência busca solução para os problemas de rejeição que ocorrem nas operações de transplante. Muito já se evoluiu e muito ainda haverá de se evoluir nesta área; entretanto, outras linhas de trabalho buscam soluções coerentes e não agressivas aos mecanismos de defesa que corpo humano possui. Duas delas tratam, respectivamente, da auto-regeneração e da implantação de órgãos clonados.

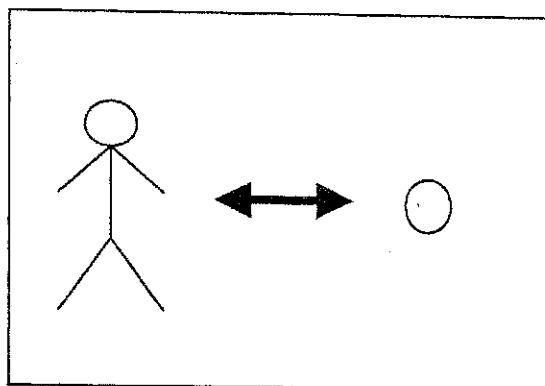


Figura 2-4 - Relação de vínculo forte entre indivíduo e um único bem pessoal.

2.3. MODELO CONCEITUAL

O modelo conceitual que definiremos neste tópico se fundamenta em um sistema cujas características e definição, à primeira vista, parecerão especulativas e hipotéticas. Porém, a intenção é que ao longo do trabalho fique evidente que este aparente cenário de hipóteses corresponde ou corresponderá a situações concretas do mundo tecnológico, visto que caracteriza produtos e plataformas que muito em breve se tornarão comuns ao cotidiano humano. Assim, através do referido modelo, estaremos aptos a introduzir a arquitetura que é proposta central deste trabalho.

2.3.1. Componentes

Antes de definirmos o que de fato nosso modelo representa, determinaremos os componentes de sua estrutura, cujas características antes de serem uma constatação são, na verdade, imposições hipotéticas cuja garantia de confirmação veremos ser, posteriormente, bem razoável.

2.3.1.a. Classe Especial de Produtos

O homem cria objetos tecnológicos para variadas aplicações. Cada tipo de objeto é dotado de um perfil funcional específico; alguns destinados à locomoção,

outros à comunicação e assim por diante [Santaella 2000]. Definiremos como *Classe Especial de Produtos - CEP*, o grupo de elementos deste amplo e heterogêneo universo de objetos que, por hipótese, tenham em comum as características discriminadas a seguir. Ou seja, são produtos:

- tecnológicos disponíveis comercialmente;
- de propriedade pessoal (ou familiar), quer de pessoa física, quer de pessoa jurídica;
- dotados de sistema eletrônico interno (hardware) capaz de controlar funções básicas, tais como, ligar e desligar;
- interativos, dotados de recursos de comunicação que lhes possibilita a conexão e a interoperação em ambiente de rede.

Na Figura 2-5 temos a proposta de uma representação ilustrativa de um conjunto de objetos classificados como *CEP* sob o enfoque de sua heterogeneidade.

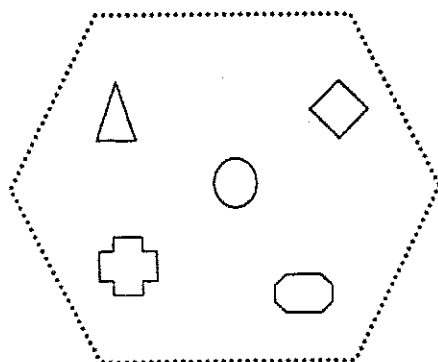


Figura 2-5 - Ilustração enfocando uma coleção de diferentes tipos de objetos (bens) tecnológicos que podem receber a classificação de CEP.

2.3.1.b. Plataforma Especial de Comunicação

Definiremos como uma *Plataforma Especial de Comunicação - PEC*, qualquer plataforma que (por hipótese) seja capaz de agregar num mesmo sistema de comunicação (em rede), unidades de perfis funcionais heterogêneos dotadas das

características básicas que foram definidas aos elementos de uma *CEP*¹⁰. Na Figura 2-6 temos uma representação ilustrativa de uma *PEC* implementada através da interligação de *CEPs* em rede.

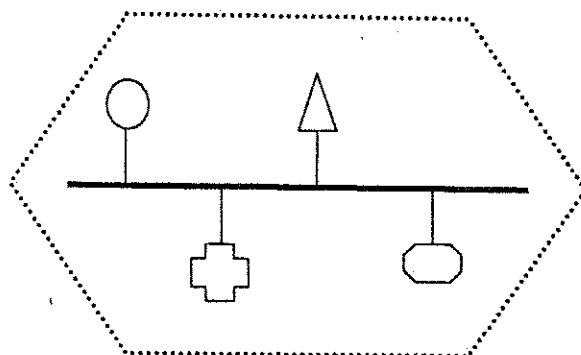


Figura 2-6 - Implementação de uma *PEC* interligando *CEPs* em rede.

Plataformas de comunicação com características semelhantes a que acabamos de descrever ainda não são comuns em nosso dia-a-dia; porém, atualmente inúmeras pesquisas e trabalhos estão sendo desenvolvidos no sentido de se estabelecer um padrão aberto e universal de plataformas com tais características. Os capítulos 3 e 4 deste trabalho abordam, mais detalhadamente, este assunto.

2.3.1.c. Unidade Sistêmica Pessoal de Comunicação

Consideremos a possibilidade de se implementar redes pessoais empregando uma *PEC*¹¹ para integrar, num só sistema, objetos tecnológicos de natureza diversa pertencentes a um proprietário específico. Sendo esses objetos dotados das mesmas características que atribuímos aos elementos de uma *CEP*, poderemos afirmar que uma *Unidade Sistêmica Pessoal de Comunicação - USPC* foi formada.

A Figura 2-7 ilustra uma *USPC* vinculada a seu proprietário através de um vínculo comum (Vínculo Fraco).

¹⁰ Classe Especial de Produtos (ver tópico 2.1.1).

¹¹ Plataforma Especial de Comunicação (ver tópico 2.3.1.b).

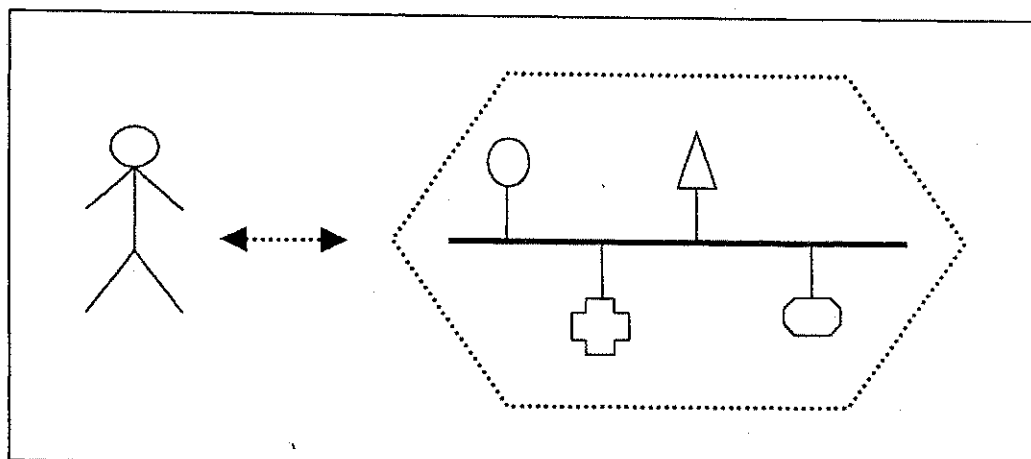


Figura 2-7 - Implementação de uma USPC vinculada a seu proprietário através de um vínculo comum (vínculo fraco).

2.3.2. Definição

Uma vez que determinamos os componentes do modelo conceitual em discussão e as nomenclaturas de seus elementos, estamos aptos a lhe atribuir uma definição. Nesse caso, podemos afirmar que nosso modelo corresponde a uma USPC¹² que implementa um *vínculo forte* entre o sistema que ela representa e seus legítimos proprietários. Assim, vínculos condicionantes definem os usuários¹³ autorizados ao livre uso de cada unidade pertencente ao sistema. O sistema é própria USPC, os elementos de comunicação são CEPs e a plataforma que os interliga é uma PEC. Ver Figura 2-8.

¹² Unidade Sistêmica Pessoal de Comunicação. Ver tópico 2.3.1.c

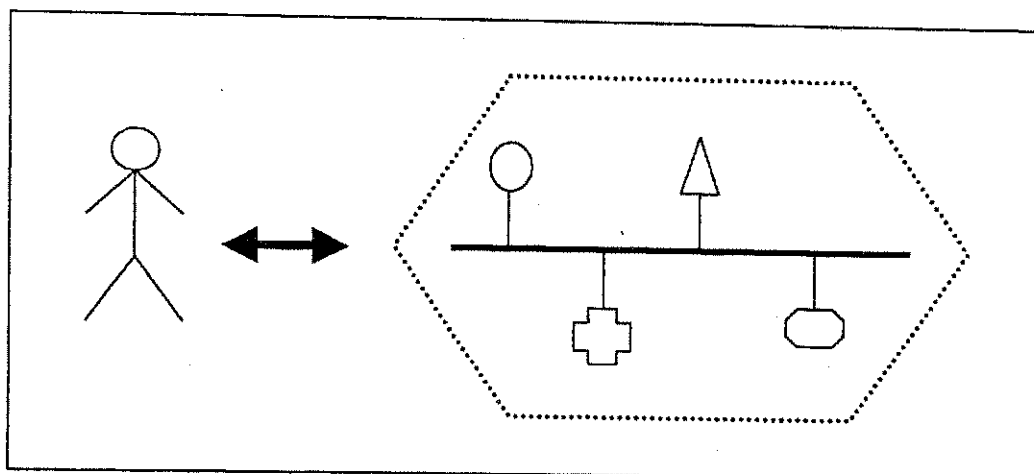


Figura 2-8 - Implementação de um vínculo condicionante (vínculo forte) entre uma USPC e seu proprietário.

Nesse contexto, é coerente imaginar uma USPC com um programa e um conjunto de protocolos apropriados que lhe permita condicionar o funcionamento de cada CEP do sistema à confirmação do vínculo com seu proprietário legítimo. Essa confirmação poderia acontecer através de um processo periódico de validação que, em sendo afirmativo, garantiria a operação normal das CEPs. Caso contrário, as CEPs deixariam de funcionar.

Agora, nosso modelo conceitual está plenamente estabelecido, ou seja, trata-se de uma USPC dotada de um conjunto de protocolos destinados a estabelecer um funcionamento condicionado das CEPs componentes do sistema a partir da adequada identificação de seu legítimo proprietário (ou proprietários). Observemos que o modelo conceitual aqui concebido apresenta um comportamento sistêmico que pode ser comparado a mecanismos biológicos presentes em um organismo vivo.

Prosseguindo nossa linha de raciocínio, se comparamos nosso modelo conceitual a um corpo biológico tal como o corpo humano, veremos que neste último os membros ligam-se ao corpo de forma concreta por uma rede sangüínea e

¹³ O sistema deve possibilitar existir usuário único quando constituído de apenas um indivíduo proprietário (caso de uso individual), ou múltiplos usuários com apenas um proprietário (caso de uma empresa), ou de múltiplos proprietários e usuários (caso de uma família)..

uma rede nervosa; por outro lado, em nosso modelo conceitual, os componentes do sistema (CEPs) são virtualmente ligados a este, através de um sistema de comunicação (PEC), cabeado ou não. Então, podemos afirmar que o corpo biológico é concreto, enquanto que nosso sistema modelo corresponde a um Corpo Virtual.

2.3.3. Analogias com o Corpo Biológico

A definição de um modelo conceitual cujo comportamento sistêmico, em alguns aspectos, pode ser comparado ao funcionamento de um corpo biológico, encerra uma das etapas básicas deste trabalho. Assim, neste tópico, haveremos de aprofundar essa interpretação destacando os aspectos que de fato confirmam a semelhança entre o nosso sistema conceitual e um organismo vivo, tal como o corpo humano natural.

O corpo humano natural possui membros e órgãos biológicos. O Corpo Virtual, que podemos considerar a extensão não natural e não biológica do corpo humano, também possui membros, que conforme já definido, correspondem a objetos tecnológicos aqui caracterizados como *CEPs*. Num corpo biológico, um membro não pode ser retirado do corpo, senão morre. A proposta em nosso sistema modelo (*USPC* mais vínculo condicionante) é que se um membro (*CEP*) for ausentado do sistema (sem conexão e interoperação com a *PEC*) por um intervalo de tempo superior a alguns ciclos de validação, ele deixará de funcionar; ou seja, morrerá.

Neste ponto, uma ressalva importante se faz necessária. Para que se conserve a analogia entre os dois sistemas, os processos de reconhecimento, validação e vinculação de membros no Corpo Virtual devem ocorrer de forma transparente ao usuário (sem requerer sua intervenção direta no processo); da mesma forma que, por exemplo, o controle dos batimentos cardíacos no corpo humano ocorre de forma involuntária e inconsciente ao seu dono.

Isso implica que tais processos devem utilizar mecanismos para coleta de uma ou mais informações exclusivas do proprietário, a fim de identificá-lo no

sistema sem, com isso, empregar os tradicionais esquemas de senhas e chaves que poderiam ser esquecidas ou roubadas e requerem a intervenção direta do usuário.

Informações biométricas caracterizam-se por: identificar exclusivamente seus proprietários, não requererem a memorização pelo usuário (estão sempre disponíveis e nunca são esquecidas) e são relativamente imunes a roubos. A soma dessas características indica que métodos de identificação empregando leituras biométricas são os mais adequados para compor processos de validação em qualquer sistema personalizado, tal como, é o Corpo Virtual.

RELAÇÃO DE EQUIVALÊNCIA ENTRE SISTEMAS		
CORPO BIOLÓGICO	⇔	SISTEMA CONCEITUAL
Membros e Órgãos	⇔	Bens Tecnológicos - Classe Especial de Produtos (CEP).
Nervos e vias sanguíneas	⇔	Sistema de Comunicação - Plataforma Especial de Comunicação (PEC).
hormônios, anticorpos e Impulsos Nervosos	⇔	Processo de Vinculação ¹⁴
Código Genético	⇔	Código de Identificação Biométrica ¹⁵ .

Tabela 2-1 - Paralelismos entre os elementos de um organismo vivo em analogia com o Corpo Virtual.

A Tabela 2-1 ilustra de forma sintética a relação de equivalência entre o sistema conceitual aqui definido (Corpo Virtual) e o corpo humano biológico. Entretanto, não precisamos levar ao extremo a analogia entre estes dois sistemas,

¹⁴ O processo de vinculação corresponde ao conjunto de protocolos responsáveis pela conexão lógica, identificação e autenticação das CEPs pertencentes à USPC. Este processo implica na troca permanente de informações de controle entre as unidades do sistema e será melhor discutido em tópicos posteriores.

¹⁵ O código de identificação biométrica corresponde à informação que determina a identidade da USPC e um vínculo exclusivo a seu proprietário. Esta informação gera parâmetros de controle determinantes no processo de vinculação. Também, será tratado com maiores detalhes em tópicos posteriores.

tentando reproduzir no primeiro cada detalhe e toda complexidade dos mecanismos biológicos que a natureza desenvolveu para o segundo.

RELAÇÃO DE ANTAGONISMO ENTRE OS SISTEMAS		
CORPO BIOLÓGICO	⇔	CORPO VIRTUAL
Dotado de seu próprio sistema de geração e distribuição de energia que alimenta a todos os membros e está sob o controle do sistema nervoso central (Cérebro).	⇔	Cada CEP (membros do corpo), em geral, é projetada com sua própria fonte de conversão e/ou geração de energia, e dela se utiliza autonomamente. Não prevêem um sistema centralizador.
Seus órgão e membros, apesar de dotados de funções especializadas e específicas, não são autônomos, pois são subordinados e funcionam sob a coordenação do cérebro.	⇔	Objetos tecnológicos constituem-se em membros do sistema. Estes, em geral, são produtos construídos para funcionar de forma autônoma e independente, subordinados apenas aquele que o manuseia.
É um sistema constituído de elementos (órgão e membros) agregados. O corpo, neste caso, tem uma forma (morfologia) estática e definida.	⇔	É um sistema tipicamente amorfo ou cuja forma se altera dinamicamente. Além de vários de seus membros (produtos móveis) se caracterizarem por funcionar desagregados do Corpo durante longos períodos.

Tabela 2-2 - Aspectos antagônicos na analogia do Corpo Virtual com o corpo biológico.

Para concluir este tópico, cabe ainda efetuar uma avaliação dos elementos antagônicos de nossa analogia, ou seja, levantar os principais aspectos que distinguem o corpo humano biológico do sistema conceitual que aqui definimos. Com este artifício, poderemos estabelecer com clareza as fronteiras entre um e outro sistema, bem como, as limitações dessa analogia. A Tabela 2-2 apresenta de

forma sintética uma comparação por antagonismo entre o Corpo Virtual e o biológico.

Alguns dos aspectos antagônicos destacados na Tabela 2-2 podem ser eliminados na própria proposição do modelo que se apresenta; como é o caso, da definição de *CEP* como sendo objetos tecnológicos dotados de circuito eletrônico capaz de controlar suas funções básicas, tais como, ligar e desligar. Esta consideração, que para as condições tecnológicas atuais, não se constitui em nenhuma impossibilidade, permitiu-nos conceber em nosso modelo um processo de vinculação que condiciona o funcionamento de cada *CEP* do sistema conceitual à validação de seu usuário.

Outros aspectos da relação em destaque são de difícil eliminação. Por exemplo, estabelecer uma *USPC* com um sistema central que controle o fornecimento de energia para cada *CEP* é algo pouco desejável se considerarmos a natureza diversa desses objetos tecnológicos. Assim, para alguns destes aspectos antagônicos, nosso modelo buscará determinar soluções de alternativas ao invés de sua pura eliminação.

2.4. CORPO VIRTUAL

As definições determinadas nos tópicos anteriores, mesmo partindo de considerações hipotéticas, foram eficazes em descrever conceitualmente o Corpo Virtual enquanto sistema. Sobre esta base, tornamo-nos aptos à determinar um modelo teórico consistente à realidade tecnológica dos dias atuais e suas tendências; modelo esse que haverá de fundamentar implementações práticas subseqüentes.

No presente tópico, buscaremos precisamente a transição, evoluindo do modelo conceitual de Corpo Virtual para um modelo teórico aplicado à implementação de um sistema prático (anti-furto). Então, discutiremos com detalhes aspectos, tais como: funcionalidade, estrutura sistêmica e estrutura

funcional do referido modelo. Essas definições e conceitos, apesar de ainda serem teóricas, serão úteis à implementação prática do referido sistema.

2.4.1. Componentes Sistêmicos

O Corpo Virtual, seja em seu modelo conceitual, seja em seu modelo teórico ou mesmo em seu modelo funcional (prático) que haveremos de definir posteriormente, é um sistema constituído dos seguintes elementos: objetos tecnológicos da família CEP, uma plataforma de comunicação do tipo PEC para interligação das unidades do sistema, um ou mais módulos de leitura biométrica e os proprietários do conjunto. Na Figura 2-9 apresenta-se ilustrativamente a interação entre esses elementos dentro do sistema.

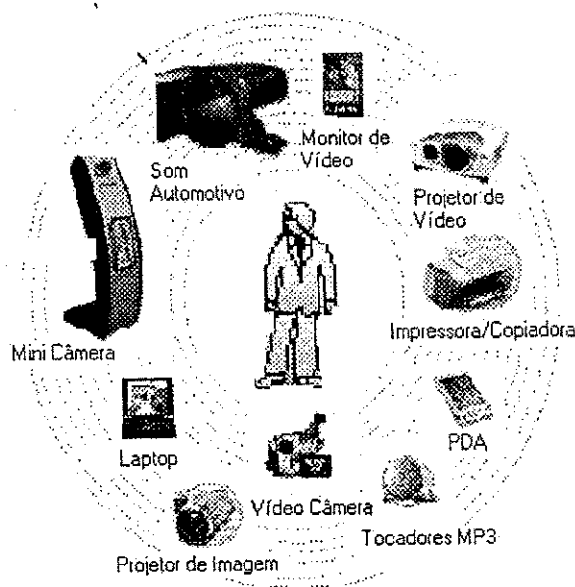


Figura 2-9 - Ilustração simplificada dos componentes e interações do Corpo Virtual.

Associados a um ou mais dos elementos que acabamos de destacar temos os componentes sistêmicos do Corpo Virtual, os quais serão definidos com mais detalhes a seguir. O inter-relacionamento entre esses componentes definem as características funcionais e operacionais do sistema.

2.4.2. Unidades Membro

O Corpo Virtual, assim como qualquer outro corpo, é formado por membros e órgãos. No caso, bens tecnológicos pertencentes a um indivíduo ou grupo individual¹⁶ e que tenham as propriedades de uma CEP, após a devida configuração, tornam-se Unidades Membro do Corpo Virtual. Assim, os dois principais atributos dessas unidades são: poder de processamento eletrônico e capacidade de conexão em ambiente de rede (conectividade e interatividade).

O poder de processamento eletrônico presente nos objetos tecnológicos definidos, permite que uma Unidade Membro implemente um controle sobre seu modo de operação. No caso, são dois os modos de operação possíveis em uma Unidade Membro: ou a unidade está *Autorizada a permanecer ativa (APA)* ou está *Não Autorizada a Permanecer Ativa (NAPA)*. No Corpo Virtual um agente funcional denominado *Cliente_Membro*, que será discutido com maiores detalhes em tópico posterior, determina o modo de operação de cada Unidade Membro a partir da troca de informações de controle dentro do sistema.

A capacidade de conexão em ambiente de rede de um objeto tecnológico está diretamente relacionada a suas características de mobilidade que, por sua vez, são relevantes na classificação dos membros do Corpo Virtual. Existem objetos tecnológicos cuja natureza é estritamente fixa, enquanto outros têm natureza eminentemente móvel.

Por isso, no Corpo Virtual as Unidades Membro podem ser classificadas: ou como Unidades Membro Fixas ou como Unidades Membro Móveis. A mobilidade é uma propriedade que influi diretamente na estratégia de conectividade empregada pelo sistema de comunicação do Corpo Virtual às Unidades Membro. Principalmente, quanto à mídia e a plataforma de comunicação empregada. Ver Figura 2-10.

¹⁶ Grupo individual corresponde a um conjunto de dois ou mais indivíduos compartilhando de uma mesma identidade, tal como uma família, uma empresa, uma escola e etc.

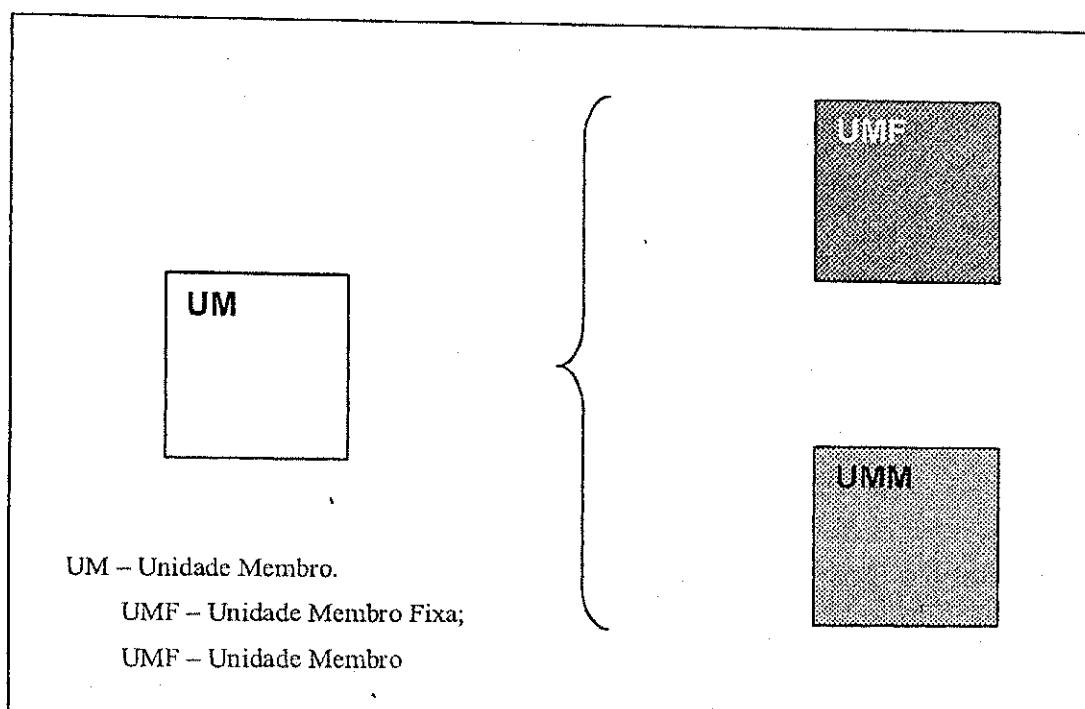


Figura 2-10 - Classificação das Unidades Membro do Corpo Virtual quanto à mobilidade dos elementos.

Em Unidades Membro Fixas, que correspondem a produtos, tais como: geladeira, televisão ou computador de mesa (*desktop*) a mídia de conexão em rede tanto pode ser cabeada como não cabeada, enquanto que a plataforma de comunicação tende a ser do tipo infra-estruturada [3Com1 2000, Soares 95 e Sumuano 2001]. Por outro lado, nas Unidades Membro Móveis, que correspondem a produtos, tais como: PDAs, computadores portáteis (*Laptops*) ou veículos a mídia de conexão é obrigatoriamente não cabeada, enquanto que a plataforma de comunicação mais apropriada é ad hoc [3Com1 2000 e Silva 96].

2.4.2.a. Unidades de Vinculação

As Unidades de Vinculação (UV) correspondem a dispositivos dotados de um ou mais Módulos de Leitura Biométrica (MLB) que realizam a *interface* de identificação entre o proprietário legítimo do sistema e o Corpo Virtual, a fim de estabelecer o funcionamento condicionado das Unidades Membro do sistema. Uma

UV tanto pode ser um equipamento dedicado como pode ser uma Unidade Membro contendo uma ULB.

Uma das propriedades fundamentais de um corpo é sua identidade, a qual se projeta a todos seus membros. Na natureza, a identidade de um corpo se estabelece através de informações genéticas únicas. Para citar como base: no corpo humano biológico essa estratégia garante que, por exemplo, o dedo (do corpo) de João não possa ser utilizado, por implante, no corpo de José, salvo com a intervenção de processos difíceis, complexos e, em geral, mal sucedidos.

Por meio das Unidades de Vinculação se estabelece a identidade do Corpo Virtual¹⁷ e o chamado Vínculo Forte. Dessa forma, uma ou mais Unidades de Vinculação realizam a identificação periódica do legítimo proprietário do sistema e geram os códigos de controle a serem empregados nos *processos de vinculação*. Esses processos estabelecem a identidade do Corpo, condicionando o funcionamento (modo de operação) das Unidades Membro do sistema ao vínculo exclusivo com seu proprietário.

Há a possibilidade de, no Corpo Virtual, haver diferentes Unidades de Vinculação, cada uma com um tipo específico de MLB. Outra possibilidade é de uma UV possuir diferentes tipos de MLB. Em qualquer dos casos, o sistema deve ser capaz de capturar diferentes formas de informações biométricas (exemplos: leitura de voz, impressões digitais, íris e até, quem sabe no futuro, o próprio DNA do proprietário), combinar e codificar essas informações para gerar o que podemos classificar como o código genético do Corpo Virtual.

Na Figura 2-11 temos a representação do sistema Corpo Virtual onde a UV apresenta-se composta por dois módulos funcionais distintos: um denominado *Ponto de Acesso* e o outro de *Servidor de Licenças*. O primeiro corresponde à possibilidade da UV atuar como uma *interface* para conexões controladas, através da qual unidades de natureza fixa ligadas à rede infra-estruturada possam se

¹⁷ Ou seja, é o que transforma o corpo virtual com iniciais minúsculas em Corpo Virtual iniciais maiúsculas.

conectar à rede *ad hoc* formada pelos membros de natureza móvel. A segunda refere-se ao elemento de controle da distribuição de licenças de operação entre as Unidades Membro do sistema; assunto que será tratado com mais detalhes adiante.

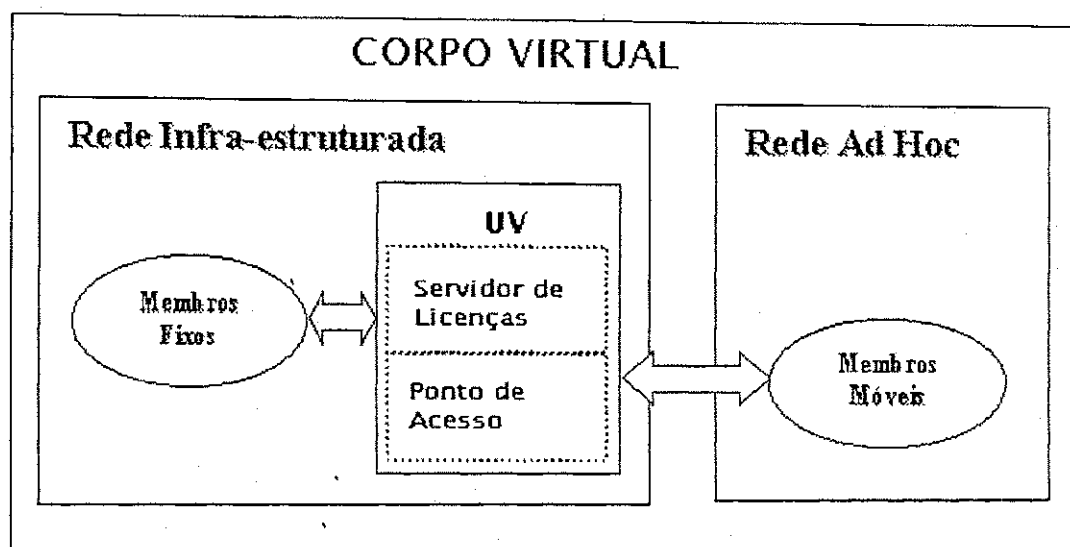


Figura 2-11 - Ilustração simplificada dos componentes e interações do Corpo Virtual.

Numa síntese de sua operação, uma UV realiza periódicas leituras biométricas do usuário do sistema, gerando códigos que serão empregados em processos de conferência, batimento e confirmação da identidade desse usuário, num análogo aos processos biológicos existentes no corpo humano natural. Os parâmetros resultantes dos processos supramencionados serão empregados na geração de comandos hierárquicos que irão condicionar o modo de operação dos objetos tecnológicos configurados como Unidade Membro do sistema.

2.4.2.b. Sistema de Vinculação

A proposta de aplicação prática do modelo em discussão é um sistema anti-furto. Nesse caso, o sistema deve garantir que um objeto tecnológico estando configurado em um Corpo Virtual, se for roubado, torne-se inutilizável àquele que o roubou ou a qualquer outro que não o seu legítimo dono. Para tal, é necessário

assegurar a adequada identificação (autenticação) dos componentes do sistema, bem como, o sigilo das informações de controle que compõem esses processos.

O Sistema de Vinculação é o ambiente físico e lógico onde ocorrem os processos de vinculação (Composição e Autenticação) das unidades do Corpo Virtual e onde tramitam informações de controle referente a esses processos; portanto, constitui-se num ambiente onde aspectos sobre segurança são de extrema relevância. Entre as funções básicas do Sistema de Vinculação está:

- manter um fluxo de informações de supervisão e controle que determinem o vínculo, a identidade e o modo de operação de cada membro do Corpo;
- efetuar a conferência periódica dos parâmetros de identificação do(s) proprietário(s) do sistema, a fim de confirmar a presença deste(s) no Corpo¹⁸ e, assim, manter as Unidades Membro APA;
- realizar a autenticação de Unidades Membros a partir dos parâmetros de identificação dessas unidades.

Assim, podemos definir o *Sistema de Vinculação* como o conjunto dos componentes (hardware e software) responsáveis por implementar a conexão lógica entre os membros do Corpo Virtual, a fim de manter uma troca permanente de informações de controle que garantam a funcionalidade desses membros e a proteção contra intrusos que tentem violar o sigilo dessas informações e a identidade exclusiva do sistema. Trata-se de algo análogo à combinação do sistema arterial, sangüíneo e imunológico do corpo humano natural.

Os membros do Corpo Virtual ligam-se ao sistema por meio de uma implementação em rede que é parte do *sistema de vinculação*. Entretanto, não é só a ligação entre seus componentes membros que atribui a configuração de um corpo. Num corpo biológico, por exemplo, existem mecanismos responsáveis por garantir a vida, a identidade e o vínculo entre cada um de seus membros. Assim, o Sistema de Vinculação reúne no Corpo Virtual componentes físicos e lógicos,

desempenhando um papel análogo ao mecanismo biológico que acabamos de mencionar.

O principal mecanismo implementado pelo Sistema de Vinculação chama-se *Serviço de Vinculação* que foi superficialmente mencionado em tópicos anteriores, mas que será melhor detalhado em tópico posterior. Noutras palavras, a fim de implementar os *processos de vinculação* o *Sistema de Vinculação* utiliza-se de um agente funcional denominado *Serviço de Vinculação*.

2.4.3. Componentes Funcionais

A proposta básica do sistema Corpo Virtual é: *estabelecer uma relação de vínculo efetivo e exclusivo (Vínculo Forte) entre usuário proprietário e o conjunto de seus bens tecnológicos dotados dos recursos de uma CEP de forma que o funcionamento de tais bens esteja condicionado ao não rompimento deste vínculo.* Para tal, o Corpo Virtual necessita inter-relacionar componentes funcionais através de transações eletrônicas em ambiente de rede numa típica implementação de sistema distribuído.

O conjunto de ações que um sistema realiza é denominado de **Serviço** do sistema. Para prover serviços a um usuário (**Cliente**) o sistema irá interagir com o mesmo, ocorrendo então uma interação sistema/ambiente. Outrossim, denominamos de **Objetos** os agentes que causam ação ou são sujeitos a ela dentro de um sistema. Partindo do parágrafo anterior podemos identificar três componentes básicos de um sistema, que são: Serviço, Provedor de Serviço(s) e Cliente.

No presente tópico, além da funcionalidade de cada parte do sistema Corpo Virtual (partes funcionais), também serão consideradas as relações que ocorrem entre estas através de interações eletrônicas; ou seja, como a interação entre as partes determina ou colabora no comportamento global do sistema ao cumprimento de sua proposição básica. Assim os sub-tópicos a seguir irão definir o

que são: o *Cliente_Membro*, o *Servidor de Vínculos* e o *Serviço de Vinculação do Corpo Virtual*.

2.4.3.a. *Cliente_Membro*

Cliente_Membro é a aplicação (agente funcional) que ao ser instalada em um objeto tecnológico o converte em uma *Unidade Membro (Objeto)* do *Corpo Virtual*. Sua função básica é determinar o **modo de operação** dessas unidades. Quando uma *Unidade Membro* é ligada à aplicação *Cliente_Membro* nela instalada solicita uma **licença de operação** a um *Servidor de licenças*, caso sua solicitação seja adequadamente atendida, os serviços nela disponíveis serão mantidos ativos (*APA*), caso contrário esses serviços serão desabilitados (*NAPA*).

Para que uma *Unidade Membro* tenha sua solicitação de **licença de operação** atendida, ela deverá possuir a **marca de identidade** apropriada em sua requisição, a fim de que possa ser reconhecida pelo *Servidor de licenças*. Também, para que a **licença de operação** enviada por um *Servidor de Licenças* seja reconhecida pela aplicação *Cliente_Membro* é necessário que ela tenha a **marca de identidade** certa. Tanto as referidas licenças quanto a marca de identidade são códigos gerados a partir de dados cadastrais e informações biométricas lidas do proprietário do sistema.

Podemos resumir as ações básicas referentes a uma aplicação *Cliente_Membro* conforme a seguir:

- estabelecer um registro interno das informações e parâmetros de identificação do sistema;
- solicitar *Licença de Operação* à *Unidade Membro* configurada, assim que esta é ligada e em intervalos pré-programados;
- avaliar com seus registros internos o código e os parâmetros de vinculação contidos no *pacote de confirmação* enviado pelo servidor de licenças, a fim de determinar o modo de operação da *Unidade Membro* configurada.

2.4.3.b. Servidor de Vínculos

O Servidor de Vínculos é a aplicação (agente funcional) instalada em Unidades de Vinculação do Corpo Virtual, a fim de efetuar o gerenciamento das distribuições das *licenças de operação* às aplicações *Cliente_Membro* ativas ou que desejarem ser ativas no sistema. Conforme já mencionado, quando uma Unidade Membro é ligada a aplicação *Cliente_Membro* nela instalada solicita uma *licença de operação* a um *Servidor de licenças*, o qual aqui será denominado de *Servidor de Vínculos*, visto que as licenças por ele distribuídas determinam o vínculo das Unidades Membro ao Corpo Virtual.

O princípio de operação de Servidor de Vínculos do Corpo Virtual é semelhante ao mecanismo empregado na proteção da propriedade de cópias de programas (*softwares*) executados em ambiente de rede, que empregam serviços de gerenciamento de licenças (*License Management Services - LMS*) [Brasileiro 99].

A inexistência de um mecanismo de gerenciamento e distribuição de *licenças de operação* para unidades válidas do sistema tornaria o Corpo Virtual vulnerável à ação de agentes fraudadores que poderiam, por exemplo, se fazer passar uma Unidade de Vinculação apta à validar uma Unidade Membro de outro sistema e que haja sido apropriada de forma ilegal. Assim, o *Servidor de Licenças* opera visando garantir que somente unidades efetivamente pertencentes ao sistema possam participar do *processo de vinculação*.

O trabalho do *Servidor de Vínculos* é receber os pacotes de requisição enviados periodicamente pelos *Clientes_Membros* e verificar se o conteúdo desses pacotes está de acordo com os parâmetros e informações de controle pré-definidos ao cliente solicitante (**marcas de identidade**); caso esses dados estejam condizentes com o esperado, a licença é liberada àquele que solicitou. Assim, o *Servidor de Vínculos* mantém uma tabela interna com o registro de importantes informações de controle do sistema (Ver Figura 2-12), basicamente, essas informações correspondem:

- ao registro das leituras biométricas e os dados cadastrais dos proprietários do sistema (Código de Identificação do Corpo - CIC);
- a uma lista com os dados de identificação das Unidades Membro (Lista do Código de Identificação dos Membros - LCIM);
- a parâmetros de controle fixos ou negociados com as Unidades Membro.

Por questões óbvias, vemos que o Corpo Virtual não pode ficar sem uma unidade disponível para validação de Clientes_Membros; portanto, é interessante que o maior número possível de unidades do sistema estejam habilitadas à executar a aplicação *Servidor de Vínculos*. Entretanto, não nos parece seguro que qualquer unidade, sem um critério de controle, possa validar unidades requisitantes; por isso, sugerimos que apenas uma unidade devidamente conhecida do sistema seja autorizada ao processo de validação de membros. Somente em caso emergenciais essa função poderia ser outorgada a outra unidade, também devidamente conhecida do sistema.

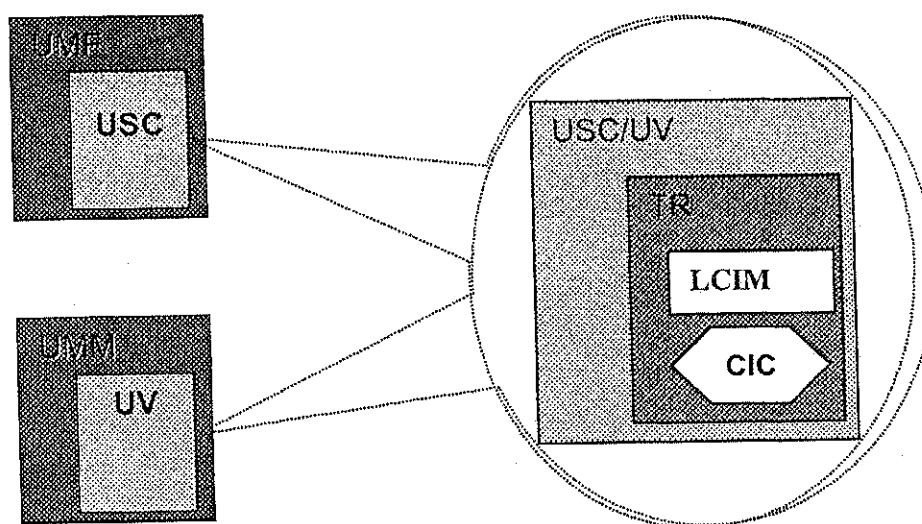


Figura 2-12 - Ilustração de UVs instaladas em diferentes tipos de Unidades Membro e sua Tabela de Registro (TR) interna.

Assim, temos estabelecido uma hierarquia entre as Unidades de Vinculação. No caso, teremos uma UV com a aplicação de Servidor de Vínculos ativa e as

demais UVs com esta aplicação latente e em prontidão. Ao primeiro caso, atribuiremos a nomenclatura de *Unidade de Supervisão e Controle (USC)*, enquanto que o segundo caso manteremos a nomenclatura de UV. Ressaltamos que a implementação de uma hierarquia entre UVs durante a operação do sistema é apenas uma sugestão e, portanto, deve ser implementada apenas em caráter opcional. Ver Figura 2-13.

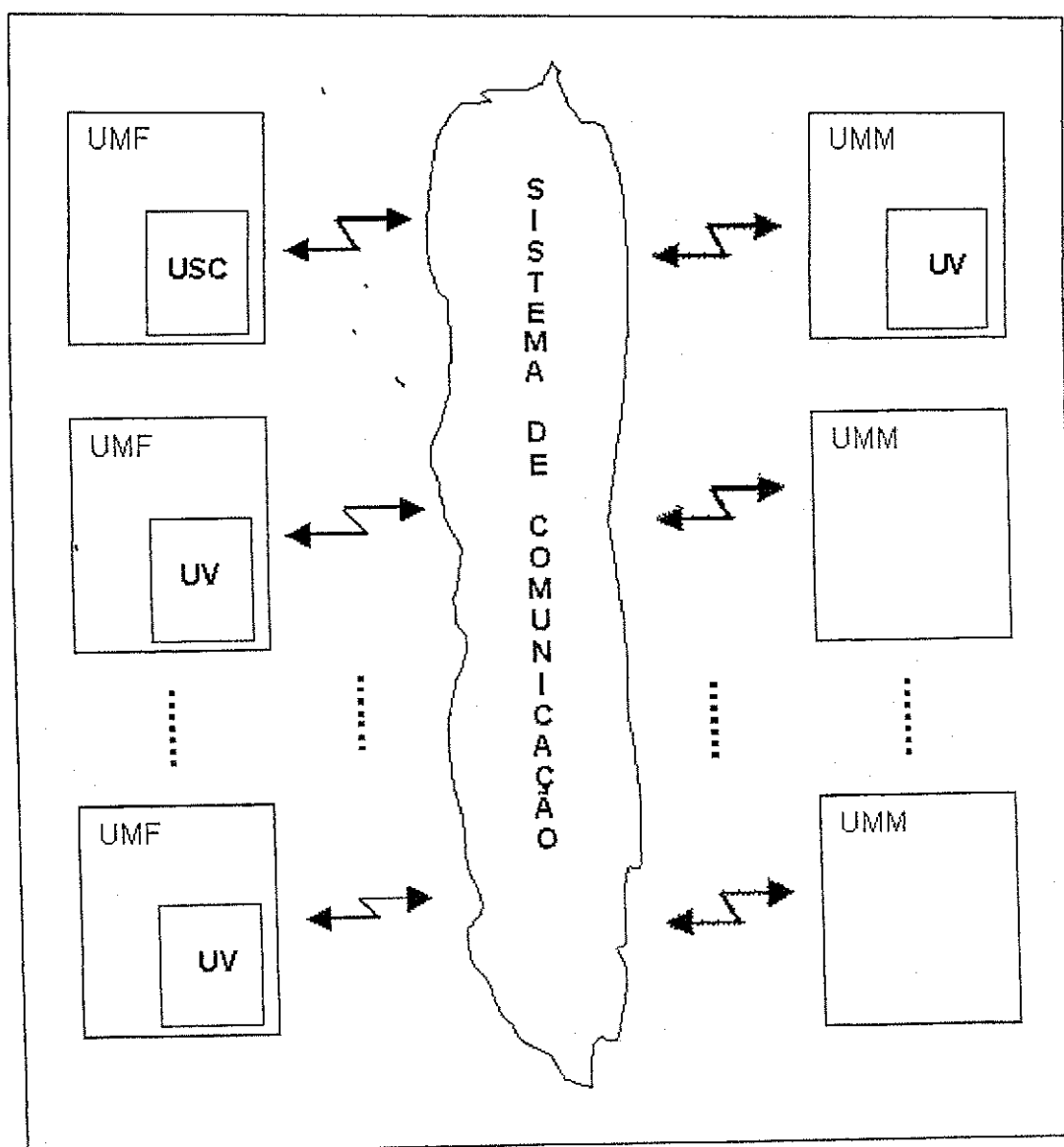


Figura 2-13 - Quadro ilustrativo da hierarquia UV nas implementações de Corpo Virtual.

Um processo de controle hierárquico estabelece permanente comunicação entre UVs, no intuito de garantir que no caso de uma falha na USC outra UV dentro da hierarquia estabelecida possa assumir imediatamente essa função, passando a autenticar as unidades válidas do sistema. Esse processo será descrito com detalhes em um tópico específico a diante.

Apesar de nada impedir que se desenvolva um hardware ou equipamento dedicado exclusivamente a função de USC, isto não se constitui num imperativo do sistema em proposição. A USC é, basicamente, uma implementação em software (Aplicação) que pode estar presente em qualquer unidade do sistema sem, com isso, comprometer a função elementar dessas unidades. Este é outro aspecto também ilustrado na Figura 2-13.

2.4.3.c. Serviço de Vinculação

Até o momento, temos destacado os agentes funcionais que formam a estrutura do Corpo Virtual; porém, neste tópico abordaremos sobre os mecanismos que promovem as interações entre esses agentes dentro do sistema. Sob esta perspectiva, podemos definir a interação como uma ação comum de certas partes de um sistema necessárias para prover o serviço. A definição de todas as possibilidades de interação entre as partes de um sistema e seus relacionamentos e dependências corresponde à definição de um Sistema de interação (interface e protocolo).

O Serviço de Vinculação é o agente funcional que promove o sistema de interação necessário a garantir as estratégias básicas de segurança do sistema Corpo Virtual; uma delas já descrita no tópico anterior. Ele, como o nome mesmo sugere, estabelece um vínculo dinâmico de cada objeto a seu sistema e do sistema a seu proprietário, condicionando a disponibilização dos serviços que rodam nesses objetos à confirmação do referido vínculo.

O *Serviço de Vinculação* implementa processos baseados em analogias com os mecanismos do sistema imunológico, o qual em síntese opera identificando o

que pertence e o que não pertence ao corpo biológico através da verificação das **marcas de identidade** apresentadas pelos elementos presentes no sistema. Qualquer elemento que tentar se apresentar como componente do corpo e que não possui a **marca de identidade** apropriada é considerado intruso e, portanto, rejeitado pelo corpo.

O Serviço de *Vinculação* constitui-se num conjunto de protocolos que tramitam no Sistema de Vinculação objetivando implementar as regras de comunicação que atribuem as características operacionais peculiares do Corpo Virtual. Estas regras correspondem à troca de um conjunto de parâmetros e informações negociadas que estabelecem um *processo de vinculação* entre as unidades funcionais do sistema. Os tópicos a seguir descrevem os dois principais elementos de comunicação empregados por esses protocolos no desenvolvimento de suas funções básicas.

- **Código de Requisição**

O Código de Requisição (CR) é usado nas solicitações enviadas pelos Clientes_Membros ao Servidor de Vínculos da USC ativa no sistema e corresponde a um pacote de comunicação cujo cabeçalho contém basicamente: a indicação de sua função (no caso, requisição) e parâmetros de identificação do Corpo a quem o membro pertence.

O parâmetro identificador do Corpo é obtido a partir dos registros internos do membro que lá foram armazenados durante o *processo de composição* (a ser discutido posteriormente). No campo de dados do referido pacote constará o identificador (ID) do membro, seu endereço atual na rede e os parâmetros de controle negociados previamente com a USC.

A USC ao receber um CR, lê a *senha de permissão* (parâmetro recebido pelo membro na *Licença de Operação*) nele contida e enviada pelo dispositivo requisitante, bem como, seu ID_Cliente_Membro. Então, a USC verifica o relacionamento entre estes parâmetros e, somente reconhecerá um membro como sendo de seu Corpo, se estas informações juntamente com os demais parâmetros

extraídos do pacote de requisição forem coincidentes com o que está previsto e armazenado em sua tabela interna.

▪ **Código de Confirmação**

O Código de Confirmação corresponde à resposta afirmativa de uma USC a um Código de Requisição enviado por uma aplicação Cliente_Membro e constitui-se num pacote de comunicação com o mesmo formato do pacote descrito anteriormente. Entretanto, seu cabeçalho difere do anterior somente porque a função é a de confirmação ao invés de requisição. Também, ao contrário do anterior, esse é um pacote enviado pela USC a uma Unidade Membro requisitante.

No seu campo de dados constará a **Licença de Operação** da unidade, parâmetros e informações de controle atualizadas pela USC que deverão ser utilizadas pela Unidade Membro quando na renovação de sua licença.

Vale ressaltar que um Pacote de Confirmação somente é enviado a uma Unidade Membro requisitante se esta tinha sido identificada como válida, caso contrário, o dispositivo requisitante é completamente ignorado havendo apenas a geração de um código de evento falho por parte da USC que poderá ser usado para disparar mecanismos de segurança adicionais àqueles previstos em nossa proposta.

2.4.4. Análise Funcional

A seguir, apresentamos a proposição básica das características operacionais de nosso modelo teórico. Discutiremos uma síntese de sua operação, seus principais parâmetros de controle e as características típicas de seu compartilhamento de recursos, ou seja, como o Corpo Virtual pode compartilhar com outros usuários não proprietários a função de seus membros sem se desconstituir.

2.4.4.a. Operação Básica

Assim que um dispositivo configurado como membro de um Corpo Virtual é ligado, a aplicação Cliente_Membro nele instalada anuncia-lhe ao sistema enviando

um *código de requisição* à USC ativa e passa a aguardar um *código de confirmação* a ser recebido em seguida, o qual lhe enviará a *Licença de Operação* que lhe autorizará permanecer ativo (APA) até à expiração dessa licença, quando terá que efetuar nova requisição. Até este ínterim, tudo deve ocorrer de forma transparente ao usuário e sem nenhum impacto direto ao funcionamento normal do dispositivo em questão.

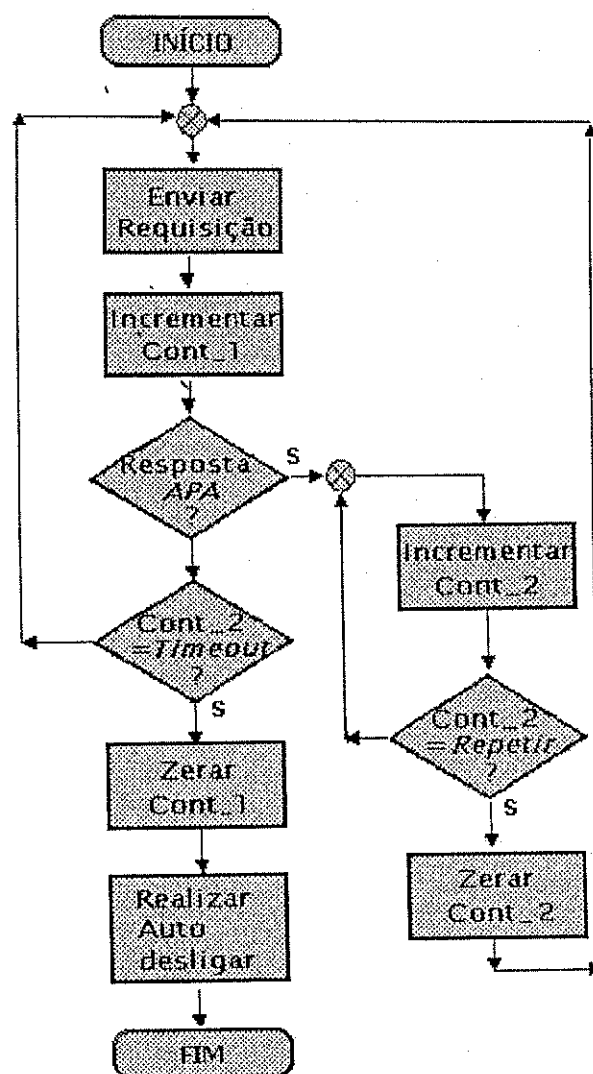


Figura 2-14 - Fluxograma da operação básica do sistema teórico Corpo Virtual.

Caso as informações contidas no *código de requisição* enviado à USC estiverem em coincidência com o conjunto de registros armazenados na tabela da USC referentes à unidade requisitante, ela será reconhecida como membro do

Corpo e receberá um *código de confirmação* que lhe permitirá manter estabelecidas suas funções normais de operação (APA). Caso contrário, se nenhuma resposta for recebida, após um número pré-definido de requisições consecutivas, o dispositivo executará uma função de autodesligamento (NAPA). Na Figura 2-14 apresentamos um fluxograma que sintetiza o processo que acabamos de descrever.

É possível perceber que apesar da atuação destacada da USC como unidade responsável pela comunicação de toda e qualquer informação de controle no corpo referente validação de membros, ela não atua sozinha. Parte importante no trabalho de validação, depende da ação da aplicação *Cliente_Membro* em cada Unidade Membro do Corpo Virtual. Logo, em última instância, é o *Serviço de Vinculação* quem realiza o efetivo controle do Corpo Virtual.

2.4.4.b. Parâmetros de Controle

A fim de dar sustentação ao funcionamento do sistema Corpo Virtual, tal como está sendo proposto neste trabalho, é necessário estabelecer alguns parâmetros a serem empregados nos processos de controle aqui determinados. No caso, neste tópico definiremos e descreveremos os principais parâmetros de controle utilizados nos processos operacionais do sistema em proposição.

- **Chave de Identificação do Corpo - CIC**

A CIC corresponde à informação de controle codificada em parâmetro fixo que relaciona o Sistema (Corpo Virtual) a seu legítimo proprietário. É montada a partir do conteúdo da leitura biométrica (Identificador Biométrico do Proprietário - IBP) efetuada durante o processo de composição, por isso, é único.

Dada a relevância deste parâmetro em processos importantes de identificação e validação de Unidades Membro no Corpo Virtual, este deve ser um código protegido por criptografia, pois sua violação implicaria no comprometimento da identidade única do Corpo.

- **Chave de Identificação do Membro - CIM**

A CIM é também denominada de Identificador de membro (ID_Cliente_Membro) e, tal como o CIC, corresponde à informação de controle codificada em parâmetro fixo que identifica exclusivamente um membro no sistema. Cada Unidade Membro possui seu CIM armazenado em sua memória interna (não volátil), onde cada CIM é diferente do CIM de qualquer outra unidade do sistema. O CIM é gerado pela USC e é montado na forma de código a partir das informações cadastrais do membro, introduzidas no momento de sua incorporação no sistema.

- **Tempo de Reenvio**

Trata-se de um parâmetro fixo, porém configurável referente ao tempo de espera correspondente ao intervalo entre o envio de um *pacote de requisição* e o respectivo retorno de um *pacote de confirmação*. Expirado este tempo e não havendo o devido retorno ao requisitante, este incrementará um registro de contagem para enviar nova requisição.

- **Tempo de Resposta (Timeout)**

Refere-se ao limite do registro de contagem incrementado durante o processo de reenvio de requisições; ou seja, é definido para o sistema um número máximo de envio de requisições sem o devido retorno de sua confirmação, este número máximo é um parâmetro fixo, porém, configurável que aqui denominamos de *tempo de resposta* (timeout). Baseado neste parâmetro o sistema poderá tomar decisões de controle, as quais já foram parcialmente apresentadas, mas que serão detalhadas posteriormente.

- **Tempo de Sincronismo**

Corresponde à informação de controle codificada em parâmetro negociado (dinâmico) utilizada como referência de tempo nas comunicações entre USC e Unidades Membro durante o Processo Validação.

Neste caso, a cada comunicação, a USC negocia com a Unidade Membro e define um novo tempo de sincronismo que deverá ser utilizado na próxima comunicação entre ambos; esta informação fica armazenada nos registros internos de cada uma destas unidades.

O *Tempo de Sincronismo* corresponde, no mínimo, à soma do *tempo de Reenvio* com o *tempo de resposta (timeout)*, ambos parâmetros fixos. Entretanto, o *tempo de sincronismo* é, por definição, um parâmetro negociado e, portanto, de comportamento dinâmico (mutável).

- **Licença de Operação**

Também denominada de Código APA, corresponde à informação de controle codificada no campo de dados do *Pacote de Confirmação* enviado pela USC a uma Unidade Membro cuja identidade haja sido autenticada. É um parâmetro dinâmico, de validade limitada no tempo e que requerer periódica renovação por parte da USC. Com a Licença de Operação uma Unidade membro pode manter seu funcionamento. Caso sua licença não apresente a **marca de identidade** apropriada ou expire e não seja renovada, a aplicação *Cliente_Membro* instalada na unidade ativará uma função de autodesligamento do equipamento.

Quando a USC envia um *Pacote de Confirmação*, este pacote contém a Licença de Operação codificada com uma *Senha de Permissão* (marca de identidade) que deverá ser usada pela aplicação *Cliente_Membro* para renovar a licença após sua expiração. Esse parâmetro (Senha) é gerado dinamicamente e controlado pela USC, portanto, não requer intervenção do usuário.

- **Código de Evento Falho**

Sempre que um dos processos ou eventos do sistema não se desenvolver conforme sua previsão normal, o Sistema registrará um *Código de Evento Falho*. Para cada tipo evento mal sucedido teremos um código específico que é obtido de uma tabela de eventos. Os registros destes eventos ficam disponíveis para implementação de procedimentos de segurança adicionais aos já previstos no sistema.

- **Código de Desligamento**

Corresponde ao código de evento gerado pela USC para o registro do desligamento (desativação temporária) de um membro do sistema. Em nossa proposição prevemos que qualquer Unidade Membro possua o recurso de comunicar seu desligamento antes de desativar todo seu sistema eletrônico. Assim, este código é encaminhado a qualquer Unidade Membro, quando esta comunicar seu desligamento, e deverá ser encaminhada como um dos parâmetros do *pacote de requisição* da unidade no momento que esta quiser ser reativada no sistema (for ligada novamente).

2.4.4.c. Compartilhamento de Recursos

Dois aspectos importantes são detalhados neste tópico, um corresponde à herança de um Corpo e o outro trata da disponibilização dos recursos funcionais¹⁹ de um membro do Corpo Virtual para uma pessoa que não seja o proprietário do sistema.

O primeiro caso, trata do funcionamento do sistema quando na ausência, por longo período ou definitiva, de seu proprietário. Neste caso, o *processo de validação* ocorrerá através da informação biométrica de um herdeiro (ou herdeiros) previamente definido.

¹⁹ Por exemplo, o recurso funcional básico de um telefone é estabelecer conexão de voz com uma unidade remota (outro telefone), através de um sistema telefônico específico.

O segundo caso, não chega a se constituir em um problema, pois os recursos funcionais de um membro estarão permanentemente disponíveis a qualquer um, enquanto os *processos de identificação e validação* estiverem garantidos, ou seja, sempre que o membro estiver dentro da área de abrangência do sistema, estará com sua funcionalidade potencialmente disponível.

2.4.5. Comentários sobre Segurança

Além de importante, segurança é um tema abrangente que pode ser abordado por diferentes aspectos e, portanto, um assunto que independente do enfoque que lhe seja dado, nunca se esgota. Assim, a fim de que este trabalho não se converta em mais um tratado sobre segurança em ambiente de rede, buscaremos em nossa abordagem não fugir da proposição inicial, por isso, aqui nos restringiremos apenas à definição de mecanismos (recursos) básicos que visam proteger o sistema Corpo Virtual contra intrusos, tal como, o sistema imunológico faz no corpo humano natural.

·Não havendo garantia de segurança das informações que tramitam no ambiente do Corpo Virtual, também, não haverá garantia de que o sistema possa evitar o ataque de intrusos e a quebra de seus códigos mais secretos. Isso poderia levar à situação que um bem pertencente a um determinado dono legítimo, mesmo estando configurado em Corpo Virtual, estaria passivo a ser roubado e repassado a um terceiro sem restrições de utilização.

Isto porque com uma cópia dos códigos de configuração do sistema original um estranho poderia burlar a configuração do equipamento e passar a utilizá-lo normalmente; o que descaracterizaria profundamente o sistema em sua proposição básica e eliminaria a propriedade elementar do Corpo Virtual que é o fato de cada implementação possuir identidade exclusiva.

No Corpo Virtual temos mecanismos que visam dificultar ou tornar complexas quaisquer tentativas de violação do sistema. Conforme já temos discutido, esses mecanismos se estabelecem através da permanente troca de

códigos de controle que são montados a partir de informações biométricas, dados cadastrais do proprietário e parâmetros negociados do sistema. Entretanto, um mecanismo adicional de segurança deve ser agregado ao sistema a fim de assegurar o sigilo de suas transações internas, onde tramitam informações e códigos determinantes à garantia da identidade exclusiva do sistema.

2.4.5.a. Estratégias Básicas

Para proteção das informações de controle que transitam no sistema durante o *processo de vinculação* (identificação, validação e outros) a criptografia é, sem dúvida, uma estratégia de segurança imprescindível, uma vez que o Corpo Virtual apresenta todas as características de um criptosistema. Entretanto, a definição de qual ferramenta de criptografia empregar e como empregar é algo que está além do escopo deste trabalho, uma vez que envolve pesquisas, análises e estudos de casos.

Conforme já temos visto, a operação do Servidor de Vínculos já implementa mecanismos de segurança análogos às estruturas LMS. Porém, esse processo necessita de recursos adicionais de segurança, a fim de garantir o sigilo das informações que tramitam no sistema contra intrusos oportunistas que possam replicá-las fraudulentamente.

Entretanto, além das estruturas de LMS e da criptografia necessitamos empregar o *encadeamento de transações para implementar um controle fim-a-fim* das comunicações dentro do sistema, os quais são baseados na *associação de senhas com alguns elementos dinâmicos e de validade temporária* que dificulta grandemente a fraude ou as tentativas de quebra do sigilo das informações secretas do sistema [Costa 99].

Vale ressaltar que outras ferramentas convencionais de segurança, atuando em diferentes níveis, são admitidas no Corpo Virtual e podem ser empregados livremente, porém, deixaremos que elas sejam abordadas em trabalhos futuros e,

por hora, nos dedicaremos a descrever os recursos de segurança adicionais citados no parágrafo anterior.

2.4.5.b. Transações Encadeadas

Os tópicos a seguir apresentam alguns dos principais recursos desenvolvidos no sistema Corpo Virtual, a fim de incrementar os aspectos de segurança das transações recorrentes nesse sistema.

- **Licença de Operação com prazo de expiração**

A Licença de Operação com prazo de expiração é um recurso de segurança que visa dificultar que intrusos entrem no sistema fazendo-se passar por Unidades Membro do Corpo. No caso, em intervalos regulares de tempo as aplicações Cliente_Membro devem negociar com a USC a renovação de suas Licenças de Operação contendo novas *senhas de permissão* personalizadas e correlacionadas ao ID de cada Membro. Caso um membro esteja ausente (desligado ou fora da área) esse procedimento ocorrerá assim que vier a ser ligado ou entrado novamente na área de abrangência do sistema²⁰.

- **Comunicação por Tempo Negociado**

Esse recurso impõe que a comunicação entre USC e Clientes_Membro ocorra num tempo (*tempo de sincronismo*) que haja sido previamente estabelecido por eles em comunicação anterior (tempo negociado); assim, se alguém tentar burlar o sistema, fazendo-se passar por um membro, dificilmente conseguirá descobrir o tempo adequado para sincronizar-se com a USC e será logo descartado da comunicação.

- **Liberação Condicionada**

²⁰ Para membros do sistema cuja comunicação seja por mídia sem fio, a área de abrangência corresponderá à dimensão de uma picocélula em torno de uma USC, que conforme referência ao padrão IEEE 802.15, corresponde a uma área de aproximadamente 10 metros.

Corresponde ao recurso de segurança que condiciona a liberação efetiva do sistema para novas configurações, somente a partir de um tipo específico de leitura ou combinação de leituras biométricas. Assim, novos membros poderão ser incorporados ao sistema ou membros já incorporados poderão, quando de forma espontânea, ser transferidos a outros sistemas, com um menor risco de violações.

Consideremos o caso em que um proprietário seja constrangido pela força a liberar o acesso à configuração de seu bem pessoal, a fim de possibilitar a transferência da propriedade do referido bem a um contraventor (ladrão). Nesse caso, entre os procedimentos previstos na *liberação condicionada* temos a possibilidade do proprietário utilizar um padrão diferente daquele previamente estabelecido na combinação leitura biométrica e senha para, assim, simular a liberação do bem à nova configuração, sendo que algum tempo depois (horas, dias ou semanas) teríamos paralisadas todas funções do referido bem, sem riscos à integridade física de seu proprietário.

2.4.6. Processos de Operacionais

O funcionamento do Corpo Virtual pode ser descrito através do que podemos chamar de processos operacionais elementares. O processo fundamental que caracteriza o Corpo Virtual é denominado *processo de vinculação* que está associado ao Serviço de Vinculação, ou seja, esse é responsável pela vinculação ou desvinculação dinâmica de Unidades Membro do Corpo.

O Processo de Vinculação pode ser melhor definido a partir da descrição dos sub-processos básicos que o compõe. No caso, o processo de vinculação pode ser dividido em dois processos elementares que são: Composição e Autenticação. O primeiro possibilita a configuração inicial do Corpo Virtual, a inclusão de novos Membros ou sua transferência a outros. O segundo é composto por dois protocolos (Identificação e Validação) usados para identificar requisições válidas, distribuir licenças de operação e identificar biometricamente o proprietário do sistema. Neste tópico, apresentaremos com detalhes cada um desses sub-processos.

2.4.6.a. Processo de Composição

O processo de composição, conforme já definido, corresponde aos procedimentos de configuração necessários à formação e estabelecimento inicial de um Corpo Virtual. Também, corresponde às rotinas que implementam e possibilitam a incorporação de um novo membro ou a desincorporação e transferência de um membro de forma segura. Por analogia organismos vivos diríamos que esse processo correspondente às ações cirúrgicas de: parto, amputação e implante²¹ de membros e órgão.

Em um bem tecnológico apto à composição em Corpo Virtual deve ser instalada a aplicação Cliente_Membro, que apresentará uma *interface* apropriada à entrada dos dados cadastrais referentes às informações pessoais e individuais de seu(s) proprietário(s). Por conexão à USC (primeira a ser configurada), a aplicação Cliente_Membro carregará o código de informação biométrica do proprietário do sistema. Essas ações estabelecem, no novo membro, a identidade única do Corpo ao qual estão passando a pertencer, convertendo-o em uma Unidade Membro.

Os dados obtidos conforme descrição acima comporão um registro em memória não volátil que é associado, pela aplicação Cliente-Membro, a um código exclusivo denominado de ID_Cliente_Membro que identifica de forma única o novo membro no sistema. Durante o processo de composição, as informações supramencionadas são replicadas na Tabela de Registros da USC e serão empregadas na montagem dos pacotes utilizados no processo de autenticação do referido membro.

O primeiro passo na conformação de Corpo Virtual ocorre com a configuração da USC do sistema. Isso é feito com a instalação da aplicação *Servidor de Vinculos* (com o modo USC setado) numa *Unidade de Vinculação*, preferencialmente, que corresponda a uma *Unidade Membro Fixa* ou um dispositivo dedicado; a fim de que a USC esteja sempre disponível ao *processo de autenticação* de membros.

²¹ Podemos citar o *transplante* como um processo, também, digno de analogia; porém, podemos considerá-lo como a combinação dos processos de *amputação* (extração) e *implante*.

Durante o procedimento em análise, o usuário proprietário deve entrar com uma senha especial de configuração²² e registrar na USC seu dado biométrico, bem como, suas informações pessoais para serem utilizadas na codificação da *Chave de Identificação do Corpo* (CIC) usada como parâmetro nas distribuições das Licenças de Operação entre as Unidades Membro do sistema.

Durante o processo de composição a USC possui participação ativa gerando os *códigos de identificação* (ID_Cliente_Membro) a cada novo membro incorporado e suas respectivas *senhas de permissão* iniciais. Esses dados ficarão registrados em campos específicos da Tabela de Registro interna à USC.

Fundamentalmente, o *processo de composição* de um Corpo Virtual corresponde à configuração de um grupo com identidade única, a qual é repassada, na forma de um código identificador único, a todas as Unidades Membro quando incorporados ao sistema. Assim, após a incorporação, as Unidades Membro terão um registro, em parâmetros fixos, das seguintes informações: a identificação do grupo (sistema ou Corpo) ao qual a unidade está sendo incorporada e seu código de identificação individual como novo membro do sistema.

O processo de composição é um procedimento restrito que só deve ocorrer sob condições bem específicas. No caso de uma primeira configuração, nenhuma prevenção maior, além da confirmação da senha de acesso e dos dados biométricos, se faz necessária; porém, os casos de transferência de um bem a um novo proprietário (revenda) deverá, por medida de segurança, submeter-se a condições rígidas de controle, tal como, a *liberação condicionada*.

2.4.6.b. Processo de Identificação

Conforme já temos discutido, uma das funções básicas do *Serviço de Vinculação* do Corpo Virtual é distribuir, a efetivos membros do sistema, o *Código de Confirmação* que é gerado a partir da leitura e confirmação dos parâmetros contidos no *Pacote de Requisição* recebido pela USC. Alguns destes parâmetros são

²² Um dos poucos momentos em que uma senha é pedida. Durante o funcionamento do sistema, nenhuma senha é solicitada.

fixos e montados através da codificação de informações obtidas, pela USC, do registro de leitura biométrica do indivíduo proprietário do sistema. Assim, cada membro durante o processo de incorporação recebe seu ID com parâmetros específicos.

Com os dados biométricos coletados periodicamente através de seu(s) MLB(s), a USC monta o código que define a identidade exclusiva de um Corpo Virtual, relacionando-o a seu proprietário. Além disso, a USC tem a incumbência de manter o registro das informações específicas de cada membro, obtidas durante o processo de composição e, ainda, determinar um código para identificação desses membros a partir dos referidos dados. Figura 2-15.

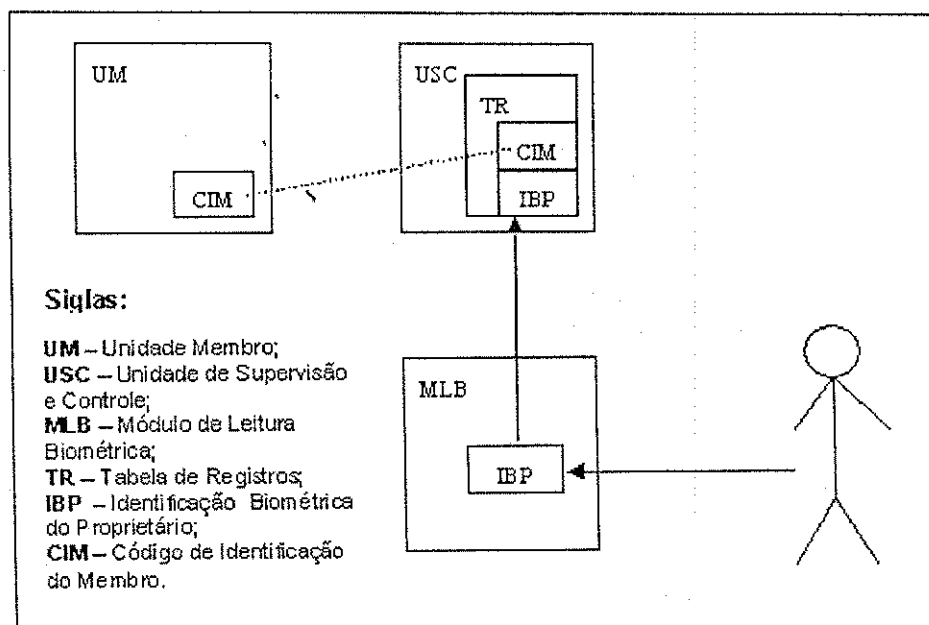


Figura 2-15 - Representação das principais etapas envolvidas no processo de identificação de proprietários e Unidades Membro do Corpo Virtual.

Se, por um lado, USCs têm a função de gerenciar as informações biométricas individuais e exclusivas do proprietário do Corpo para montagem dos parâmetros de identificação; do outro lado, em cada membro, a aplicação Cliente_membro tem a função de determinar a condição de "vida" ou a "morte" do membro, a partir do recebimento ou não do *código de confirmação* enviado pela USC após o processo de validação.

Assim como num organismo vivo um membro morre quando é arrancado do corpo, no Corpo Virtual um membro “morre” quando sai definitivamente da área de abrangência do sistema e deixa de receber seu código de autenticação.

2.4.6.c. Processo de Validação

O processo de validação é implementado por um protocolo que tem a incumbência de transportar informações de controle usadas pela USC para distribuir códigos de confirmação em resposta a requisições válidas enviadas por aplicações Cliente_Membro instaladas em Unidades Membros do sistema. Esse processo está ligado ao processo de identificação, visto que parâmetros de identificação são usados na montagem dos pacotes, tanto de requisição quanto de confirmação.

Por questão de segurança, esses parâmetros necessitam ser periodicamente conferidos, confirmados e reavivados, a partir de um ou mais pontos de leitura automática²³ de informações biométricas. Aliás, vale ressaltar que esta é uma das poucas *interfaces* direta do sistema com seu proprietário.

No Processo de Validação, o dispositivo pretendente a ativar-se como Unidade Membro do sistema envia um *pacote de requisição* à USC e aguarda um tempo de reenvio como espera do, respectivo, retorno do *código de permissão*. Caso este tempo seja expirado sem o devido retorno por parte da USC, o membro em questão incrementará um registro de contagem e reenviará seu código.

O processo de requisição do código de permissão por parte de um membro repetir-se-á durante um *tempo de resposta*, enquanto não houver o devido retorno do código de confirmação por parte da USC. Caso a informação de controle apropriada não se apresentar disponível ao fim do prazo estabelecido (*time-out*), o

²³ O processo de validação que envolverá a leitura de informações biométricas deverá ocorrer de forma espontânea, portanto, com o mínimo de intervenção técnica humana.

hardware interno do dispositivo desligará suas funções básicas, ou seja, o membro "morrerá"²⁴. Ver Figura 2-16.

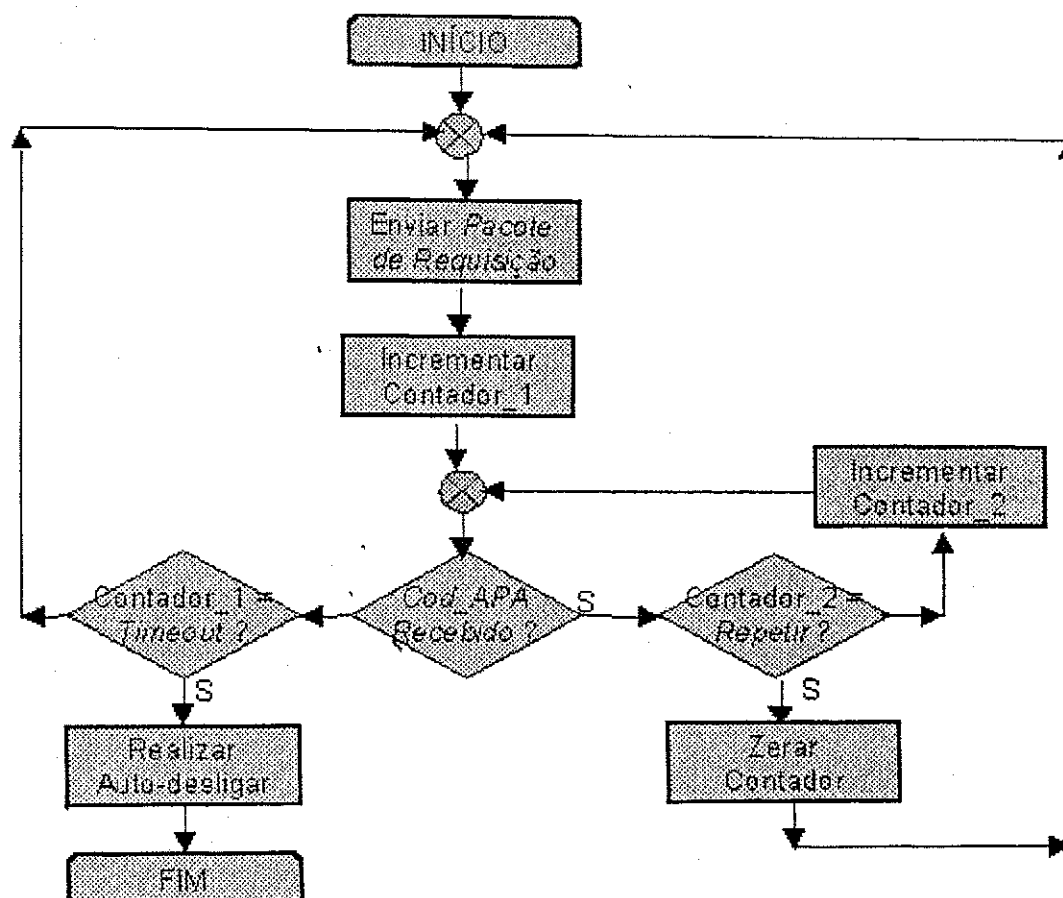


Figura 2-16 - Fluxograma do processo de Validação.

autovalidação de uma Unidade Membro, para o caso extremo da ausência (roubo), ao mesmo tempo, de todas as demais unidades do sistema. Neste caso, uma Unidade Membro remanescente, ainda que configurada como UV módulo USC, poderá se autovalidar, desde que se dê entrada com a combinação apropriada das senhas de configuração e lhe seja instalada uma aplicação Servidor de Vínculos e acoplado um Módulo Leitura Biométrica para identificação do proprietário.

Ressalta-se que o processo de autovalidação só poderá ocorrer em situações emergenciais, para evitar que um dispositivo mesmo estando na posse de seu

²⁴ Ressalta-se que a "morte" de um membro é implementada de fato pelo hardware e protocolo

legítimo proprietário perca sua funcionalidade pela falta de quem lhe valide²⁵; entretanto, por segurança, este processo deverá requerer, além da validação biométrica, duas senhas especiais, uma verdadeira para liberação do uso normal e outra falsa para liberação temporária.

interno ao próprio membro e não pela USC.

²⁵ Por exemplo, alguém que tenha viajado e ao retornar encontre sua casa arrombada e com todos seus bens roubados; restando-lhe apenas os pertences de mão.

CAPÍTULO 3 - SISTEMAS MÓVEIS

Ainda hoje, as tecnologias de transmissão sem fio têm sido vistas como uma mera alternativa aos tradicionais cabos (trançados ou coaxial) usados para interligar computadores e impressoras em rede. Isso devido sua simplicidade de instalação, facilidade de operação e, na maioria das situações, a capacidade de prover um custo razoavelmente menor em relação às estratégias convencionais de implementação de redes. Porém, é perceptível a relevância das tecnologias de transmissão sem fio entre sistemas, tais quais os de comunicações móveis.

É fato que a mobilidade é incompatível com utilização de cabos; uma vez que é impossível obter a mobilidade absoluta de um dispositivo se este estiver preso a um cabo. Assim, no contexto das comunicações móveis, a tecnologia de transmissão sem fio tem lugar cativo e dificilmente superável; ou seja, a medida que cresce a demanda por dispositivos móveis aderentes à rede, também há de aumentar a demanda por implementações de transmissões sem fio.

As plataformas de transmissão sem fio estão assumindo uma posição de destaque no cenário tecnológico mundial, à medida que a computação móvel vem se consolidando no mundo das comunicações modernas. Assim, é fato que a computação móvel é a grande propulsora para a eminente ascensão das plataformas de transmissão sem fio, que certamente continuarão seu desenvolvimento nas aplicações convencionais no âmbito da telefonia celular e na implementação de *loop local* e *backbones* por enlaces via satélite e microondas.

3.1. REDES DE TRANSMISSÕES SEM FIO

O termo *Redes* é muito abrangente e pode ser aplicado em distintas situações. Como ocorre nos exemplos: *redes* elétricas, *redes* de telefonia e *redes* de computadores. Mesmo se nos restringirmos apenas ao âmbito das redes de comunicação, ainda assim, teremos um universo muito amplo; conforme, podemos confirmar a partir da interpretação de: "Rede é qualquer tipo de sistema interativo para transporte de informações" [Defler 95].

Porém, neste trabalho, não se tem interesse em qualquer tipo de sistema. O foco está direcionado às redes de comunicação conforme a definição:

"[redes de comunicação constituem-se de] (...) arranjo[s] topológico[s] inteligando (...) vários módulos processadores (MPs)²⁶ através de enlaces físicos (meios de transmissão) e de um conjunto de regras com fim de organizar a comunicação (protocolos)". [Soares 95]

Em sistemas onde os MPs são exclusivamente computadores temos o que denominamos: *redes de computadores*. Em outra definição temos: *rede de computadores* como "um conjunto de computadores autônomos, interconectados"²⁷ [Tanenbaum 94].

3.1.1. Definição

Em geral, as redes sem fio são definidas na ótica de um campo específico de aplicação²⁸ [Amorim 2001 e Rayes 2001]. Entretanto, é desejável que se possa obter uma definição genérica e abrangente a todo tipo de rede sem fio, incluindo desde sistemas orientados exclusivamente à comunicação de dados (computadores) com sua ampla variedade de topologias (LAN, MAN e WAN), até sistemas especializados à comunicação de voz como a telefonia celular.

²⁶ "A definição de módulos processadores se refere a qualquer dispositivo capaz de comunicar através do sistema de comunicação por troca de mensagens...", nota de rodapé em SOARES (1995:10).

²⁷ "...computadores são [ditos] interconectados se eles são capazes de trocar informações" (TANENBAUM, 1994:2)

²⁸ Amorim (2001:3); define rede sem fio com enfoque exclusivo às redes de computadores (LANs), já em Rayes (2001:passim) aborda sobre as redes sem fio, considerando-as no âmbito dos sistemas de telefonia celular e fixed wireless (WLL)..

A frase: "Redes sem fio conectam dispositivos sem [utilizar] cabos" [3Com 01], apesar de sintética, expõe com razoável precisão a essência do que seja uma rede sem fio (*wireless*). No entanto, podemos expandir esta definição, mesclando os conceitos tratados nos parágrafos anteriores. Tal definição seria:

Redes de transmissão sem fio são redes formadas por um conjunto de módulos processadores (MPs) capazes de trocar informações e/ou compartilhar recursos, através de um sistema de comunicação baseado em mídias que não utilizam fios ou cabos como suporte ao tráfego da informação eletrônica.

3.1.2. Classificação

Podemos classificar dois tipos de interações²⁹ recorrentes nas arquiteturas de redes de computadores: um tipo é denominado *Cliente-Servidor* e o outro é chamado *Ponto-a-Ponto*³⁰ [Soares 95].

As redes *Cliente-Servidor* apresentam uma hierarquia, onde "a entidade que solicita um serviço é chamada *cliente* e a que presta o serviço é o *servidor*" (Ibid.); portanto, neste tipo de arquitetura, em geral, as entidades são especializadas com funções exclusivas, ou de *Cliente* ou de *Servidor*.

No caso das redes do tipo *Ponto-a-Ponto*, não existe obrigatoriamente uma hierarquia entre as estações (entidades), e estas, comumente, possuem duplo comportamento, ora de *Cliente*, ora de *Servidor*, podendo tanto solicitar quanto fornecer serviços de rede [Silva 96].

A classificação dada pelo "...Padrão 802.11 [que] define dois modos [de operação em redes sem fio]: O modo infra-estrutura [(ou infra-estruturado)] e o modo ad hoc" [3Com 2001], guarda uma certa correlação com a frase: "As Redes Sem Fio podem se basear na utilização da rede fixa como ponto de apoio ou ainda considerar a possibilidade de ligação direta entre os computadores [(estações)]

²⁹ Em computadores, a "interface entre as aplicações e o sistema operacional baseia-se, usualmente, em interações solicitação/resposta..." Soares (1995:400).

³⁰ Tradução de *ponto-a-ponto* [Freedman 95].

móveis” [Amorim 2001]. Ambas, em essência, estão em harmonia com a classificação de apresentada no parágrafo anterior.

Isso nos indica, que com os devidos ajustes de nomenclaturas e considerando as definições peculiares e abrangentes de cada aplicação, é possível estender aos demais sistemas de comunicação em rede as correlações acima observadas; pelo que, continuaremos tratando com maiores detalhes sobre essa taxinomia.

3.1.2.a. Redes Infra-Estruturadas

Com base nos parágrafos anteriores, podemos considerar a seguinte definição, atribuída às redes de transmissão sem fio do tipo Cliente-Servidor [Soares 95 e Sumuano 2001]:

“...[redes infra-estruturadas são] redes wireless [que] consistem de pelo menos um ponto de acesso conectado a uma infra-estrutura de rede cabeada (...). Esta configuração é chamada de Basic Service Set (BSS)³¹” [3Com 2001].

Nas redes infra-estruturadas a área total de cobertura do sistema é dividida em áreas menores denominadas de células, onde “...em cada célula, [deve haver] pelo menos uma estação de suporte à mobilidade (estação base) [a qual] é alocada para [atender] os *hosts* móveis na célula” [Amorim 2001].

A Figura 3-1 ilustra uma implementação particular do tipo de rede discutida anteriormente. Nela a comunicação somente se realiza via Estação de Suporte à Mobilidade - ESM. A telefonia celular é um dos principais exemplos desse tipo de configuração; visto que, nesse tipo de serviço, toda comunicação deve necessariamente passar por uma Estação Rádio Base - ERB, mesmo quando os telefones estão a uma distância que lhes permitiriam, eventualmente, manter comunicação diretamente entre elas. [Guimarães 99].

³¹ “Um *Extended Service Set* - ESS corresponde a um conjunto de dois ou mais modos BSSs” [Amorim 2001].

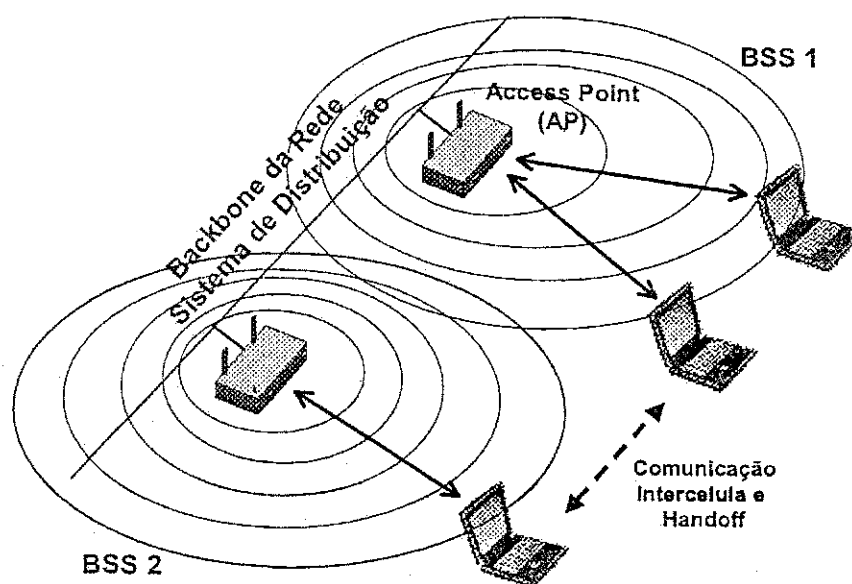


Figura 3-1 - Topologia Infrastructure Basic Service Set.

3.1.2.b. Redes Independentes (Ad Hoc)

“...tipicamente, uma rede ad hoc é aquela que se estabelece de forma espontânea; [e cuja] principal característica de distinção (...) é sua limitada extensão espacial e temporal. Essas limitações possibilitam que o ato de criar e dissolver uma rede ad hoc seja suficientemente direto e conveniente, tal que, possa ser realizada por usuários leigos [(não técnicos)] das facilidades da rede; isto é, nenhuma ‘habilidade técnica’ especializada é exigida e pouco ou nenhum investimento de tempo ou recursos adicionais são requeridos além das [próprias] estações [que integraram a rede]” [IEEE 99].

A Figura 3-2, a seguir, ilustra uma rede ad hoc implementada com computadores portáteis e fixos (de mesa). Por definição, as estações de uma rede ad hoc são autoconfiguráveis, o que simplifica significativamente a utilização por seus usuários; porém, os procedimentos de instalação dessas redes e a tecnologia por trás desses sistemas não são tão acessíveis à compreensão dos leigos.

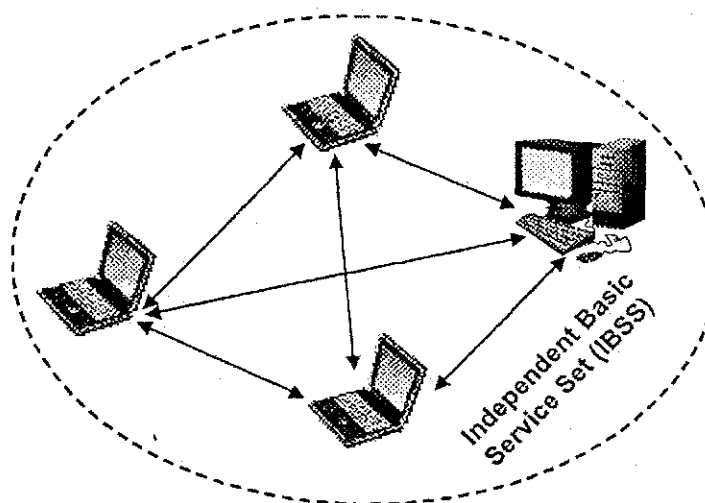


Figura 3-2 - Topologia de rede ad hoc numa implementação típica integrada a uma rede cliente servidor.

3.1.3. Tecnologia de Transmissão

O principal elemento de distinção das estações de comunicação sem fio para estações cuja comunicação é cabeada está em suas unidades de transmissão. No caso, "as três camadas físicas originalmente definidas no 802.11 envolvem, no nível físico, duas técnicas de rádio com espalhamento espectral e uma especificação de infravermelho difuso" [3Com 2001].

Conforme acima, o padrão 802.11 define apenas duas plataformas de transmissão: uma plataforma baseada na radiodifusão e a outra na propagação, não guiada, de ondas do espectro luminoso (o infravermelho). Essa divisão se tornou predominante em praticamente todos os demais sistemas atuais de comunicação sem fio.

3.1.3.a. Radiodifusão

"até antes da segunda guerra mundial, os sistemas de rádio móvel eram grandemente dominados pelas aplicações militares e paramilitares, para cujos setores as pesquisas, os desenvolvimentos e os padrões eram dirigidos. Mais recentemente, esta tendência

sofre [sic] uma reversão, com as aplicações civis tomando a liderança" [Waldman 99].

Essa mudança de cenário tem ocorrido, fundamentalmente, devido aos progressos da microeletrônica entre os sistemas eletrônicos digitais com uma crescente oferta de circuitos integrados (CI) de elevada escala de integração³². Esses dispositivos vêm substituindo, com maior eficiência e funcionalidade, sistemas analógicos antigos e ultrapassados. Isso tem contribuído com a redução das dimensões dos produtos eletrônicos, como também, na diminuição do custo de aquisição e manutenção destes.

Percebe-se, ainda, grandes avanços nas técnicas aplicadas à otimização da utilização do espectro de radiodifusão (modulação, multiplexação e etc.). Isso tem possibilitado que um maior número de unidades de comunicação compartilhem uma mesma banda de transmissão [Waldman 99].

No âmbito das comunicações móveis de curto alcance em radiodifusão, despontam as implementações na faixa não licenciada ISM (*industrial scientific medical*) de 2,4 GHz; como resultado do trabalho da *Federal Communications Commission (FCC)*³³ que "em 1985, após quatro anos de estudo, (...) desenvolveu a Faixa ISM ..." [Zimmerman 99].

Nas regras estabelecidas pela FCC, não existem restrições quanto ao tipo de modulação utilizada para transmissões com potências abaixo de 1 mW; para níveis maiores de potência é requerido o uso da modulação baseado em *espalhamento espectral*³⁴ [Bisdikian 98].

3.1.3.b. Infravermelho

Os raios infravermelhos foram introduzidos ao mundo das comunicações sendo usados em controles remotos de televisão. Através dessa aplicação,

³² Alta concentração de micro-componentes básicos (transistores, diodos e etc.) e micro-circuitos, numa reduzida área de pastilha de silício de CI.

³³ "A parte 15 das regras da FCC destinadas as transmissões de rádio não licenciadas impõe limitações na potência de transmissão em aproximadamente 100mW (20dBm)..." BISDIKIAN (1998:18).

demonstrou-se “como um método de baixo custo, faixa [de alcance] moderada, baixa taxa [de transmissão] em comunicação de dados wireless” [Zimmerman 99].

Vale destacar que

“em meados da década de 80, a HP lançou uma calculadora de mão que podia se comunicar com sua impressora através de um feixe de luz infravermelha (...) A partir daí, a tecnologia de acesso sem fio em distâncias curtas através do infravermelho evoluiu e se diversificou, chegando hoje às LANs (redes locais)”. [Waldman 99]

Atualmente, existem padrões que possibilitam, por exemplo, que “computadores laptops (...) [usem] transceptores de infravermelho rápidos para prover intercâmbio de dados acima de 1 Mbps para [distâncias de até] 1 metro” [Guimarães 99]; tendo-se conhecimento, a algum tempo, de trabalhos demonstrando ser possível alcançar velocidade de até 100 Mbps [Kahn 95].

“Existem, basicamente, duas modalidades de enlace curto por infravermelho: a conexão por linha visada (...) e o chamado infravermelho difuso...” [Waldman 99].

No primeiro caso, ocorre que

“dois pontos são interconectados por um feixe diretivo que vai do transmissor ao receptor (...) a ausência de múltiplos caminhos entre transmissor e receptor permite que se alcancem taxas maiores de transmissão, mas o sistema é totalmente vulnerável à presença de obstáculos que eventualmente se coloquem na linha de visada” (Ibid).

No segundo caso,

“...o transmissor ‘inunda’ o recinto com luz infravermelha que é lançada em todas as direções, reverberando pelas paredes e assim alcançando todos os receptores do recinto (mas sem ultrapassar nem paredes nem portas, o que pode ser interessante para proteger o sigilo da informação)” (Ibid.).

3.2. SISTEMA DE ESPECTRO ESPALHADO ³⁵

Segurança é um dos aspectos relevantes na proposição deste trabalho, por esta razão dedicamos um tópico específico para tratar com maior profundidade sobre os Sistemas de Espectro Espalhado (*Spread Spectrum System - SSS*), uma vez que técnica de modulação e transmissão empregada nesse sistema já correspondeu ao estado da arte no que tange a segurança nas comunicações sem fio. Entretanto, hoje seu emprego é muito mais motivado pelo fato de trazer solução a um problema típico deste tipo de comunicação que é o desvanecimento seletivo.

A Dispersão de Espectro³⁶ é uma técnica de alocação de canal para transmissão de sinais, tais como: TDM e FDM. O exército americano vem utilizando sinais de espectro espalhado nas comunicações por satélite a, no mínimo, 25 anos. Os primeiros desenvolvimentos visavam melhorar os sistemas de radares, a comunicação e a navegação, entretanto, várias aplicações civis surgiram se beneficiando das importantes características da técnica de espalhamento do espectro.

Exemplos de aplicações beneficiadas pelas características vantajosas dos sistemas com dispersão de espectro são: a rejeição de múltiplos caminhos numa estação terrestre de rádio comunicação móvel e as comunicações de múltiplo acesso no qual um número de usuários independente compartilha um mesmo canal sem a existência de um mecanismo de sincronização externa.

3.2.1. Características Específicas

A técnica de codificação do *SSS (Spread Spectrum System)* modifica o espectro do sinal, espalhando-o de tal forma que o novo espectro possui uma densidade de potência muito menor, mas a mesma potência total. Essa é, então, a primeira importante característica deste sistema: *a largura de banda do sinal*

³⁵ Este tópico é baseado no trabalho apresentado por estudantes de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações da PUC-MG, na disciplina de Telecomunicações VII - Teoria das Comunicações, em Setembro de 2000; que foi disponibilizado na Internet.

³⁶ Como tradução do termo em inglês *Spread Spectrum* pode a parecer no texto como: espalhamento espectral, espectro espalhado ou dispersão de espectro.

transmitido é muito maior do que a largura de banda da informação propriamente dita.

O espalhamento do espectro é feito antes da transmissão, através do uso de um código que independe da seqüência de dados. Um mesmo código é usado no receptor, que deve operar em sincronismo com o transmissor para decodificar o sinal recebido e então recuperar a seqüência original de dados. A expansão da largura de banda transmitida se dá devido a inserção desses códigos, chamados "Pseudo Randômicos" ou "Pseudo Ruídos", e minimiza a interferência de outros usuários, pois abaixa a densidade de potência como já dito anteriormente.

A operação de decodificação no receptor é que impede a interferência e o desvanecimento por múltiplos caminhos. Essa é, então, a segunda importante característica da técnica de espalhamento espectral: *a seqüência de pseudo-códigos é que determina o sinal a ser recebido. Portanto, através de códigos PN os dados podem ser endereçados.* Podemos ilustrar algumas das propriedades e características do SSS conforme a seguir:

a) Quando, por exemplo, um receptor B recebe sinais vindo de outros transmissores A, D e C, ele é capaz de decodificar apenas o primeiro sinal de chegada. Conforme ilustra a Figura 3-3.

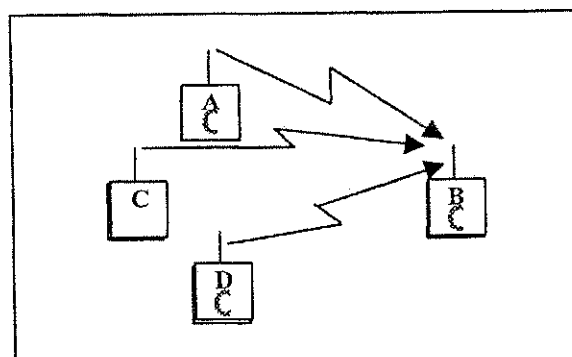


Figura 3-3 - Seletividade do Sistema de Espectro Espalhado.

b) Noutro exemplo, o Sistema de Espectro Espalhado admite que receptores B e D recebam simultaneamente sinais de transmissores A e C, como mostra a Figura 3-4.

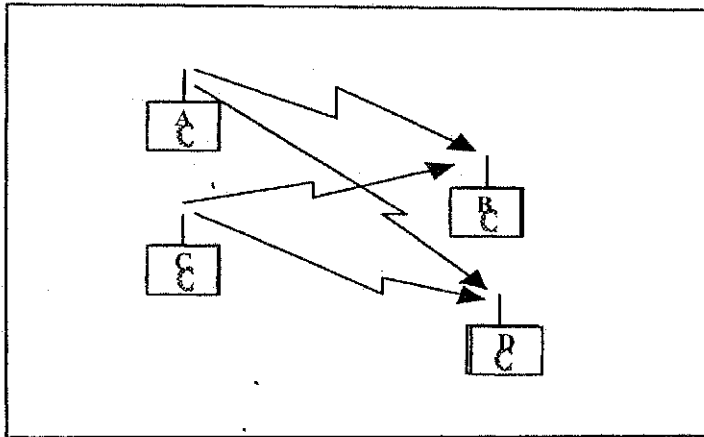


Figura 3-4 - Recepção simultânea de sinais no Sistema de Espectro Espalhado.

c) Conforme ilustra a Figura 3-5, observa-se ainda que a técnica de espalhamento espectral é praticamente imune a sinais refletidos

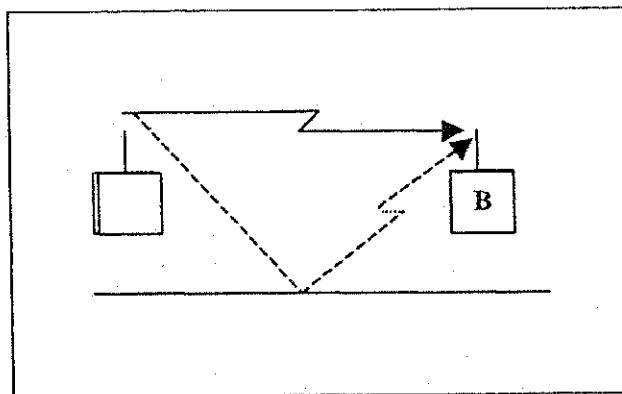


Figura 3-5 - Imunidade às reflexões do Sistema de Espectro Espalhado.

d) Num exemplo final, a Figura 3-6 ilustra que um sinal de banda estreita não interfere em um sinal de espectro espalhado ou vice-versa, sendo que o primeiro ocupará apenas uma pequena banda do segundo e tem uma densidade de potência muito maior.

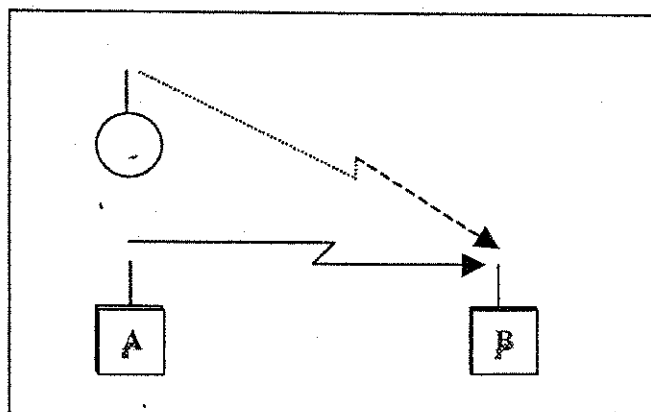


Figura 3-6 - Imunidade a interferência no Sistema de Espectro Espalhado.

A parte mais complicada num Sistema de Espectro Espalhado consiste em assegurar uma rápida e confiável sincronização no receptor. O receptor precisa correlacionar o sinal entrante e demodulá-lo. O correlacionador remove o código e o demodulador recupera a informação na banda base. Ambos precisam ser síncronos com o sinal transmitido.

3.2.2. Técnicas de Codificação

Existem quatro diferentes técnicas de codificação de espalhamento espectral, os quais são: o Sistema de Sequência Direta (*Direct Sequence System - DSS*), o Sistema de Saltos de Frequência (*Frequency Hopping System - FHS*), o Sistema de Saltos de Tempo (*Time Hopping System - THS*) e o Sistema *Chirp*. As técnicas *DSS* e a *FHS*, que são as mais utilizadas, empregam o princípio do código de espalhamento chamado "Pseudo Randômico" ou "Pseudo Ruído". Devido ao fato de serem raramente empregadas, as técnicas *THS* e *Chirp* não serão discutidas neste trabalho.

Existem diferenças fundamentais entre os dois sistemas acima mencionados. Por exemplo:

- No método *DSS* a taxa do sinal pseudo-aleatório chega a 200 Mbps, enquanto que no método *FHS* ela não ultrapassa a 100 Mbps. A razão desta diferença está na dificuldade tecnológica em se implementar sintetizadores com deslocamentos de frequência muito rápidos.
- método *DSS* só trabalha com modulações digitais e a demodulação do sinal de informação é síncrona. Em contrapartida, o método *FHS* suporta tanto modulações analógicas quanto digitais; porém, é extremamente difícil manter coerência total das frequências sintetizadas.

Uma seqüência de pseudo-ruídos (PN - Pseudo Noise) é uma seqüência binária periódica com uma forma de onda semelhante a um ruído, que geralmente é gerada por um registrador de deslocamento realimentado. Uma seqüência de códigos de espalhamento tem baixa (ou nenhuma) *correlação cruzada*³⁷ e uma mínima interferência ocorre entre usuários. Isto possibilita a um receptor ajustado com um determinado código ser alcançado somente pelo sinal proveniente do transmissor que estiver enviando aquele mesmo código.

3.2.2.a. Espalhamento Espectral de Seqüência Direta

O Espalhamento Espectral de Seqüência Direta (*Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS*) é a técnica de codificação mais usada em redes de transmissões sem fio, onde um sinal de portadora é primeiramente modulado com um sinal digital de dados e depois re-modulado com um sinal de espalhamento de alta velocidade (banda larga).

Nessa técnica, o que determina o espalhamento do espectro é a taxa de variação da seqüência de pseudo-ruídos por bits de informação. Quanto maior for a seqüência de pseudo-ruídos, mais difícil de ser detectado e interceptado será o sinal, porém uma maior sofisticação tecnológica é exigida dos equipamentos de detecção e correlação.

Com mais detalhes, na técnica de Sequenciamento Direto a fase da portadora do sinal transmitido é variada de acordo com a seqüência de pseudo-ruídos. Isto é geralmente conseguido, multiplicando-se o sinal digital com uma seqüência de *chips*³⁸. Como a seqüência de *chips* varia a uma taxa muito mais alta que o sinal digital, a largura de banda é significativamente expandida em relação à do sinal que efetivamente contém a informação. O Padrão 802.11 definiu o número de onze *chips* para o DSSS, podendo chegar a taxas de 1 Mbps, 2 Mbps, 5.5 Mbps e 11 Mbps.

No receptor, a informação é recuperada multiplicando-se novamente o sinal, agora por uma réplica da seqüência de pseudo-ruídos, gerada localmente. Isso efetivamente comprime o sinal de volta à sua largura de banda original, entretanto, no processo de multiplicação do sinal que acontece com o receptor alguma interferência é espalhada junto ao sinal, mas que pode ser facilmente removida com filtragem. Ver Figura 3-7 e Figura 3-8.

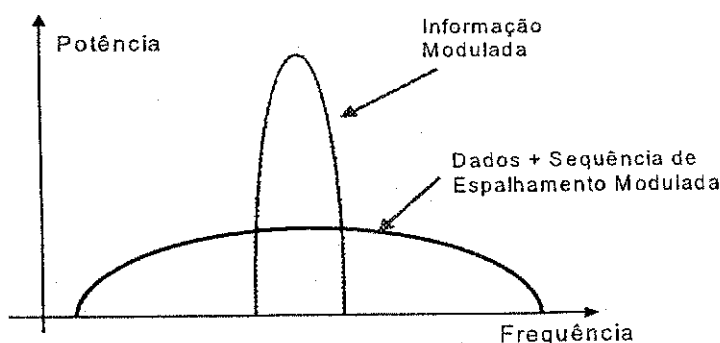


Figura 3-7 - Sinal no Sistema DSSS.

³⁷ Correlação cruzada é a medida de concordância entre dois diferentes códigos.

³⁸ *Chip* é o período de uma seqüência de pseudo-ruídos.

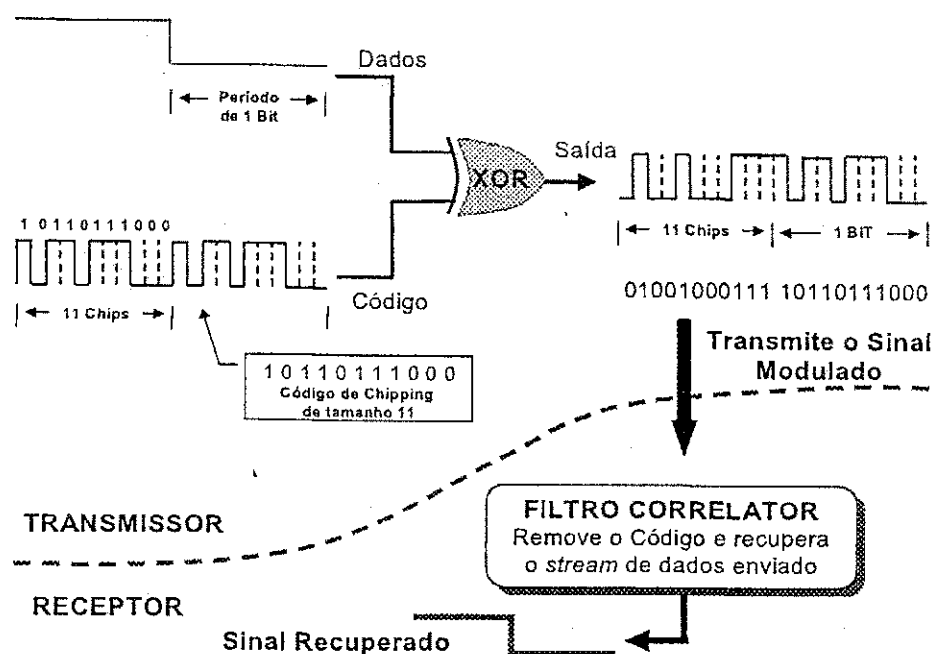


Figura 3-8 - Modulação do Sinal com o uso do Código de Dispersão no DSSS.

As principais vantagens do método *Seqüência Direta* são:

- Maior imunidade a ruídos;
- Baixa Probabilidade de Interferência (*Low Probability of Intercept - LPI*),
- Boa imunidade a reflexões.

Como desvantagens, o método *Seqüência Direta* apresenta:

- Largura de banda muito grande;
- Canal requer baixa distorção de fase;
- Maior efeito *Near-Far*³⁹.

³⁹ É o fenômeno de um transmissor indesejável destruir o sinal que se deseja receber, pelo fato de estar mais próximo do equipamento receptor.

3.2.2.b. Espalhamento Espectral por Salto de Frequência

Na técnica de Espalhamento Espectral por Saltos de Frequência (*Frequency Hopping Spread Spectrum - FHSS*) um transmissor envia o sinal sobre uma série aparentemente randômica de frequências de rádio. Um receptor capta o sinal saltando entre estas frequências em sincronia com o transmissor. Para ser mais exato, nos sistemas FHSS, a frequência da portadora do sinal transmitido é variada (ou saltada) de acordo com a seqüência pseudo-aleatória.

A ordem das frequências selecionadas pelo transmissor é pré-determinada pela seqüência de códigos, e o receptor rastreia essas variações de frequência e produz um sinal de FI (frequência intermediária) constante. A interferência não é rastreada, entretanto, pode ocasionalmente estar incluída no sinal de FI, e o rastreamento pode ser do tipo rápido (*Fast Frequency Hopping*) ou lento (*Slow Frequency Hopping*).

A Figura 3-9 ilustra uma visão geral do FHSS. A entrada alimenta um Codificador de Canal que produz um sinal analógico de banda estreita, este sinal é modulado usando a seqüência de saltos (*hops*) randomicamente gerada, aumentando assim a banda utilizada (Dispersão no Espectro). Na Estação receptora do sinal, a mesma seqüência é utilizada para demodular o sinal que está disperso no Espectro. Este sinal alimenta o decodificador, gerando assim o reconhecimento dos dados enviados.

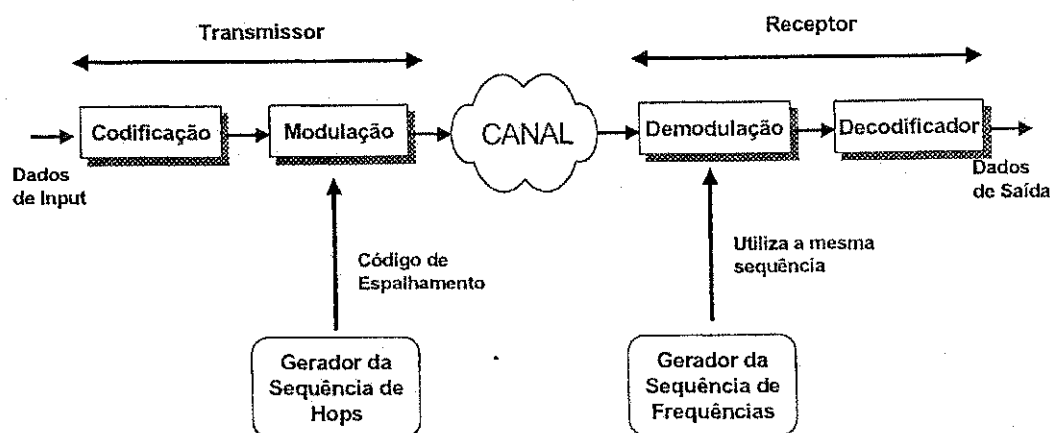


Figura 3-9 - Modelo do FHSS.

As principais vantagens do método FHSS são:

- Pode-se evitar sinal de banda estreita
- Menor efeito *Near-Far*.

Como desvantagens, o método FHSS apresenta:

- Complexo sintetizador de frequências;
- Correção de erro;
- Velocidade de transmissão de dados limitada a 2Mbps.

3.2.3. Observações

O SSS é uma técnica de codificação para transmissão digital bastante resistente à interferência e interceptação, pois transforma o sinal de informação em algo semelhante a um ruído. A técnica baseia-se na implementação de seqüências binárias no processo de modulação. Estas seqüências conferem ao sistema características especiais, não alcançáveis por métodos convencionais.

Entre tais características destacam-se uma grande imunidade às interferências (intencionais⁴⁰ ou não), um alto nível de segurança contra a interceptação da informação e a possibilidade de multiplexação por código (*CDMA - Code Division Multiple Access*). Porém, esse é apenas um nível no esquema de segurança de um sistema, que deve contar com outras estratégias para se tornar realmente seguro.

3.3. REDES DE COMPUTAÇÃO MÓVEL

Os antigos e novos sistemas de comunicação móvel estão a cada dia incorporando maiores recursos computacionais em suas unidades de comunicação

⁴⁰ As interferências intencionais são denominadas de *Jammers*.

(estações), o que indica uma forte tendência de que, num futuro próximo, não haja qualquer distinção quanto a classificação de rede móvel e computação móvel, visto que, significarão exatamente a mesma coisa.

O principal exemplo da afirmação acima está na telefonia celular que, de forma contínua, vem agregando a seus sistemas propriedades que vão muito além da função natural de transmissão e recepção de voz [Bisdikian 98]. Essas propriedades adicionais, podem ser definidas como "poder computacional", uma vez que eram características ditas inatas aos computadores; porém agora, estão tornando-se atributos presentes em outros e diferentes tipos de equipamentos do amplo repertório tecnológico moderno.

Os produtos que implementam a computação móvel na atualidade são de natureza diversificada; portanto, a implementação de tais unidades em rede impõe a existência de um sistema capaz de agregar produtos de uso pessoal ou de uso coletivo, de uso doméstico ou escritório, e talvez a mescla disso tudo. Esses produtos serão aqui definidos como *Unidades Computacionais Móveis - UCM*, numa adaptação do termo "*mobile computing devices*" que encontramos em algumas literaturas [Zimmerman 99].

3.3.1. Definição

As Redes de Computação Móvel (ou redes móveis) podem ser definidas, classicamente e genericamente, como *um sistema capaz de promover a interação de unidades computacionais móveis (UCM) entre si ou com outras entidades (fixas ou móveis) de serviços computacionais, através de um sistema de comunicação independente de cabos.*

Dada a independência de cabos de seu sistema de comunicação, as Redes de Computação Móvel podem ser classificadas como um sistema de transmissão sem fio. Entretanto, fiquemos atentos ao fato de que apesar de toda rede móvel ser obrigatoriamente com transmissão sem fios, nem toda rede de transmissão sem fio é uma rede móvel.

O principal conceito associado às redes de computação móvel refere-se a capacidade de suas unidades de comunicação, dentro de previstas restrições de alcance, operarem em rede, independente de sua localização geo-espacial instantânea. Ou seja, a rede admite, em qualquer ponto de seu espaço de abrangência, que uma estação seja capaz de estabelecer comunicação, mesmo em deslocamento. Na verdade esta é uma propriedade introduzida ao mundo das redes móveis, pela telefonia celular [Bisdikian 98].

3.3.2. Origem e Evolução

Sob certo aspecto, pode-se considerar o advento das primeiras calculadoras de bolso como o marco inicial da computação móvel. Uma história que prosseguiu com os sucessivos lançamentos de novos e sofisticados modelos de calculadoras científicas portáteis, até culminar com aparecimento das primeiras agendas eletrônicas. Desde então, o que se viu foi a explosão comercial de sofisticados dispositivos de mão e de bolso que deram origem aos mais diversos tipos equipamentos computacionais portáteis que hoje temos conhecimento.

Até pouco tempo, estes equipamentos possuíam apenas toscas interfaces de comunicação que lhes permitiam conexão serial de baixa velocidade a impressoras ou computadores desktop [Zimmerman 99]. Obviamente, tal condição limitava o principal atributo desses equipamentos que é a mobilidade.

A Internet e a Telefonia Celular encontravam-se em franca expansão e massificação quando os computadores portáteis (*laptops*) começaram a ganhar popularidade. Não demorou muito para que surgissem modelos destes equipamentos dotados da capacidade de aderência à rede. No início, suportando apenas mídias fixas e com o tempo fazendo surgir as primeiras interfaces para conexão sem fio de equipamentos portáteis. Possivelmente, está tenha sido a incubadora das primeiras redes de computação móvel.

Os anos de experiência com a telefonia celular, despertaram na grande massa de consumidores o interesse por acesso móvel às informações digitais disponíveis nos mais variados sistemas de dados existentes. Assim, uma grande

computação móvel. Noutra leitura, isto implica em produtos com funções primárias distintas, porém, com os seguintes e importantes pontos em comum. São produtos:

- direcionados ao estabelecimento de um estilo de vida baseado na comunicação e na informação;
- dotados de mobilidade e interatividade em rede.

Classificaremos como Dispositivos de Processamento da Informação - DPI⁴¹ toda família de produtos eletrônicos digitais que, além de suas funções primárias, são dotados de capacidade de processamento de informação. Na lista desses produtos temos um amplo e variado leque de equipamentos, donde destacam-se:

"... *personal digital assistants (PDAs), laptops, telefone celular, terminais de informação, equipamentos de comunicação de dados, impressoras, aparelhos domésticos e de escritório ...*" [Bisdikian 98].

Assim, podemos concluir que nem todo API é móvel, logo, somente alguns tipos específicos de DPIs podem ser classificados como unidades de comunicação em uma rede de computação móvel, pelo que, apenas um subconjunto da ampla família dos DPIs interessa-nos neste tópico.

Tais produtos, receberão de nós uma nomenclatura específica, que é Assistente Pessoal de Computação e Comunicação - APCC, baseado no termo em inglês "*personal computing and communication assistants - PCCAs*" [Ibid.]. Em geral, esses produtos "... usados para auxiliar usuários com o gerenciamento de informações pessoais (PIM⁴²)" [Ibid.] ou nos serviços de comunicação pessoal e acesso à Internet.

Uma outra propriedade começa a se destacar entre os sistemas computacionais a ponto de estabelecer um novo, particular e independente segmento entre as plataformas de comunicação modernas. Estas plataformas terão

⁴¹ Esse acrônimo é baseado na nomenclatura americana "*information processing appliance - IPA*" [Bisdikian 98].

⁴² Um acrônimo de *Personal Information Management*. Inclui coisas como listas de tarefas, calendários e agendas telefônicas. Os dados PIM são normalmente mantidos em sincronia com os dados residentes em um computador *desktop*".

abordagem própria e especial em tópicos posteriores; trata-se das *Personal Area Networks - PANs*.

A propriedade em destaque, que está relacionada às estações de uma PAN, refere-se ao fato desses produtos serem destinados ao uso pessoa. A essa característica denominaremos de *personalidade*, a qual se agrega à tríade de propriedades das redes móveis modernas; que são: *Poder Computacional, Mobilidade e Interatividade*⁴³.

3.3.3.b. Sistema de Comunicação

As redes de computação móvel são sistemas obrigatoriamente sem fio, pois caso contrário, estaria comprometido seu principal atributo que é associar interatividade em rede com mobilidade. Sendo um sistema de transmissões sem fio, essas redes admitem tanto implementações do tipo *infra-estruturado* quanto *ad hoc* (independente).

Uma UCM (ou APCC) pode se estabelecer em rede e compartilhar recursos/serviços com outras UCMs, numa implementação tipicamente *Ad Hoc*. Em contrapartida, caso uma UCM necessite acessar à *Internet*, poderá fazê-lo através de um equipamento que centralize este tipo de conexão, o qual pode ser um *Gateway*⁴⁴ (ou *access point*), caracterizando assim, uma configuração do tipo *infra-estruturada*.

Predominantemente, o meio de transmissão empregado pelas plataformas atuais de redes móveis, é a radiodifusão. A predominância desse tipo de mídia, decorre das

"...vantagens no uso da banda não licenciada de frequências da Industrial, Scientific, Medical (ISM), especialmente na banda de 2.4 GHz e, possivelmente, na banda de 5.0 GHz num futuro não tão

⁴³ Aderência à Rede: Recurso que habilita um dispositivo a interagir e se comunicar em um ambiente de rede.

⁴⁴ Um celular com um micobrowser interno (ex.: WAP) pode fornecer serviços de gateway (access point) para conexão a um provedor de acesso à Internet.

distante⁴⁵. Uma vez que a banda ISM não é licenciada, soluções de conectividade baseadas em RF podem ser livremente desenvolvidas sem a necessidade de obter os direitos de uso exclusivo (normalmente de alto custo) dessas faixas de frequências por parte de órgãos [(entidades)] regulatórios ...” [Bisdikian 98].

A principal resistência apresentada por muitos para a aceitação das plataformas de redes móveis é com respeito a suposta vulnerabilidade de seus sistemas de transmissão via radiodifusão. Talvez antevendo esse tipo de preocupação do mercado de consumo, os projetistas desses sistemas foram em busca do que havia de mais sofisticado em termos de segurança para implementação do protocolo de nível físico.

3.4. TENDÊNCIAS

“Em sua revisão das previsões feitas para a última década que passou, Jean-Paul Jacob⁴⁶ observa que a explosão e o efeito das tecnologias de comunicação e infra-estrutura foram constantemente subestimados. Poucos conseguiram prever a importância e a [quase] onipresença da telefonia celular e da Internet.” [Zimmerman 99].

O texto acima, demonstra a dificuldade de se prever com exatidão a direção e o resultado dos constantes avanços tecnológicos que estão ocorrendo nos últimos anos, no âmbito das comunicações móveis. Certamente, a predição não é uma arte científica, porém, através da análise das tendências podemos identificar um cenário de maior probabilidade para o futuro.

Vejamos a seguinte afirmação: “Os sistemas de computação móvel representam o próximo passo lógico na evolução dos sistemas de computação e na sua relação com o usuário” [Kartiz 99]. Podemos dizer que já a geração atual está diante da concretização desta previsão.

⁴⁵ Atualmente, a faixa de 5.0 GHz já vem sendo amplamente utilizada nos novos padrões ou versões de plataformas da computação móvel, como é o caso dos padrões: IEEE 802.11a e o HiperLAN2.

⁴⁶ Conferencista e membro do programa de desenvolvimento de negócios do Centro de Pesquisa da Almaden e Pesquisas IBM.

Até vinte anos atrás, as plataformas tecnológicas que formam a base das redes móveis modernas, não pareciam apresentar qualquer mútua correlação; afinal, a duas décadas atrás, que relação se poderia imaginar que haveria entre um aparelho telefônico e uma calculadora, ou até mesmo com um computador.

Entretanto, os atributos *Poder Computacional* e *Aderência à Rede* convergiram diferentes tecnologias para fundi-las numa única plataforma chamada *Computação Móvel* (ou *Rede Móvel Moderna*). Assim, haveremos de concordar com a seguinte declaração: "os dispositivos digitais interagindo em implementações de redes sem fio introduzem um novo paradigma à computação convencional" [Zimmerman 98].

A grande atenção que consórcios de empresas, institutos de pesquisa, órgãos nacionais e internacionais de padronização, tais como a ISO, ANSI, IEEE e outros, têm dedicado à definição de especificações abertas⁴⁷ aplicadas ao desenvolvimento de plataformas no campo da computação móvel, indicam a tendência de consolidação e massificação desse sistema.

Podemos, então, prever a evolução e o surgimento de sistemas de comunicação com configuração maciçamente distribuída, heterogênea, com grande flexibilidade de acesso e permanente disponibilidade de serviços de informação, independente da localização de seus usuários dentro de uma ampla área de abrangência.

⁴⁷ Não proprietários, ou seja, passível de utilização por qualquer interessado sem pagamento de royalties.

CAPÍTULO 4 - SISTEMA DE COMUNICAÇÃO PESSOAL

O fenômeno da ascensão de plataformas tecnológicas voltadas à implementação de sistemas móveis de comunicação num universo heterogêneo de produtos de uso pessoal já está sendo identificado por alguns especialistas como a quarta onda. O presente tópico aborda sobre esse tema, detalhando peculiaridades relevantes à dissertação em apresentação.

4.1. DEFINIÇÃO

Na atualidade existem dois grandes sistemas da tecnologia de transmissão sem fio dedicados à implementação de comunicação pessoal; um deles é a Telefonia Celular e o outro são as plataformas de WPAN.

A diferença fundamental que se faz entre essas plataformas é quanto a homogeneidade ou heterogeneidade de suas unidades de comunicação. Entretanto, a despeito de suas diferenças, os sistemas de transmissão destas plataformas caminham em rota de convergência, com perspectivas claras de se tornarem complementares em seu uso.

Assim, mais do que implementar e possibilitar a comunicação pessoal, os *Sistemas de Comunicação Pessoal Modernos podem ser definidos como toda e qualquer plataforma de comunicação desenvolvida para possibilitar interoperabilidade, em rede, de produtos digitais de uso pessoal sem a perda da*

mobilidade por parte de seus usuários. Nesse sentido, tanto a telefonia celular como as plataformas de *Wireless Personal Area Network - WPAN* cumprem efetivamente esse papel.

4.2. CLASSIFICAÇÃO

Os sistemas de comunicação pessoal da atualidade fundamentam-se nas plataformas de tecnologia de transmissão sem fio. Porém, algumas diferenças importantes existem entre tais plataformas. Seguindo uma estratégia de classificação bastante comum entre as redes de comunicação diferenciaremos tais plataformas, conforme a área de abrangência (alcance do sistema de transmissão) de cada uma delas. A Figura 4-1 ilustra a referida classificação, a qual nos ajuda a melhor enquadrar os sistemas de comunicação pessoal existentes.

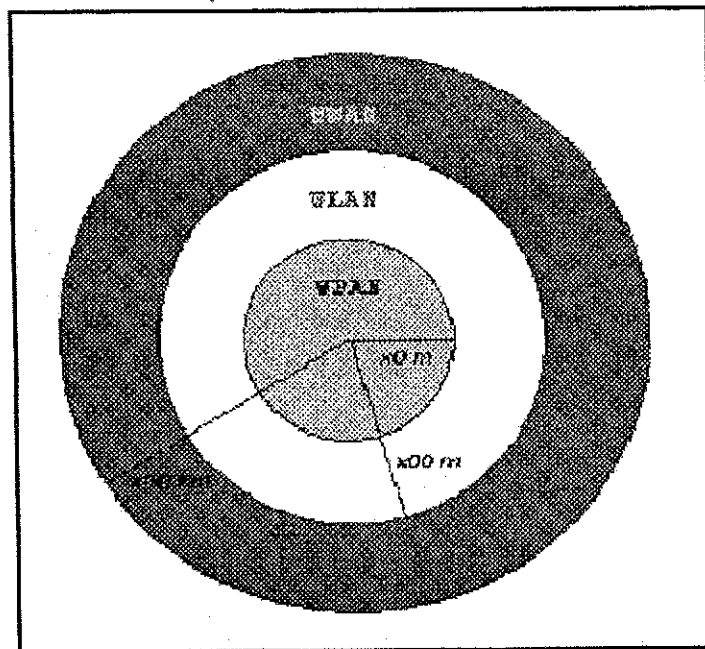


Figura 4-1 - Relação das implementações de transmissão sem fio com as respectivas áreas de abrangência.

O esquema da Figura 4-1 identifica e classifica as plataformas da telefonia celular, tais como, GSM, GPRS, CDMS e outros, no âmbito das WWAN ou WMAN, uma vez que essas plataformas são caracterizadas por um amplo alcance (quilômetros) e alto consumo de potência. Já a família do padrão 802.11 pode ser classificada como WLAN, pois se caracteriza por um médio alcance (centenas de metros) e médio consumo de potência.

Finalmente, temos as plataformas de curto alcance que são classificadas como WPANs, que entre muitas, despontam: *Bluetooth*, *IrDA* e *HomeRF*. Assim, é possível explicar porquê as plataformas de telefonia celular e WPAN não são divergentes, mas, conforme já destacamos, são complementares no uso.

4.3. TELEFONIA CELULAR

"A rede celular (...) [surgiu como] uma extensão natural da rede de telefonia cabeada [(convencional)] (...) [ganhando] grande penetração durante a [segunda] metade do século 20." [Siep 2000]. Uma expansão, que começou a ocorrer "quando a necessidade por mobilidade e os custos da implementação [(expansão)] de nova cabeação aumentaram, [então] a motivação por uma conexão pessoal, independente da localização na rede, também cresceu" [Ibid.].

Hoje, só no Brasil, é previsto que a telefonia celular salte de 17 milhões de usuários em meados de 2000 para 58 milhões em 2005 [Yuri 2000].

4.3.1. Evolução

Com o advento dos serviços de mensagem curta de texto (SMS⁴⁸), logo se acrescentou aos aparelhos celulares a função de *pager*. A grande aceitação e rápida popularização desse tipo de serviço serviu de ponto de partida a uma grande demanda por serviços móveis de transmissão de dados, os quais inspiraram ao desenvolvimento de aplicações em software destinados a possibilitar que

⁴⁸ *Small Message Service* – Serviço de mensagem curta, apenas texto.

dispositivos portáteis pudessem ter acesso sem fio à Internet através da implementação de um *microbrowser*.

Assim surgiu o WAP (*Wireless Application Protocol*), o qual, por sua vez, viabilizou o que hoje se denomina Internet móvel ou Internet sem fio. Entretanto, vale ressaltar que "o protocolo WAP utiliza uma linguagem própria, o WML (*Wireless Markup language*), criada sob medida para a tela do celular ou de um *palmtop*, e na qual não há imagens como na Web. O conteúdo é basicamente texto." [Yuri 2000].

4.3.2. Plataformas de 3º Geração

O mercado atual demanda por um novo perfil de sistemas, exigindo principalmente largura de banda na faixa de Giga hertz (GHz), transmissão de dados na faixa de Mega hertz (MHz) para dispositivos estáticos (parados), rede com suporte a tráfego de pacotes e conexões "*always on*" (permanentemente conectado). Entretanto, até o momento, o WAP não possibilita velocidades superiores a 14,4 Kbps. Esta limitação presente nas atuais plataformas de telefonia celular tem sido a principal motivação e força propulsora à entrada da terceira geração dos serviços móveis que alegam possuir as boas características acima descritas.

4.3.3. Transição das Gerações

Há a pretensão de se implantar um padrão global para os sistemas móveis de terceira geração (3G) que será denominado de UMTS™ (*Universal Mobile Telephone Service*), o qual está sendo desenvolvido pelo ETSI™ (*European Telecommunication Standards Institute*) no grupo de trabalho IMT-2000 (*International Mobile Telecommunications - 2000*) da ITU (*International Telecommunication Union*).

"As redes [celular móveis] de terceira geração (3G) [surgem] objetivando integrar dados *wireless*, Internet e [dados] corporativos numa única rede." [Rayes

2000]. Esse cenário, em parte, já é uma realidade suportada pelo serviço *GPRS* (*General Packet Radio System*) do padrão GSM; este tem se apresentado como o mais destacado padrão de transição da 2ª para a 3ª geração dos sistemas móveis, ou seja, o GPRS é um padrão 2G⁺ (*second generation plus*) [Cisco 2001].

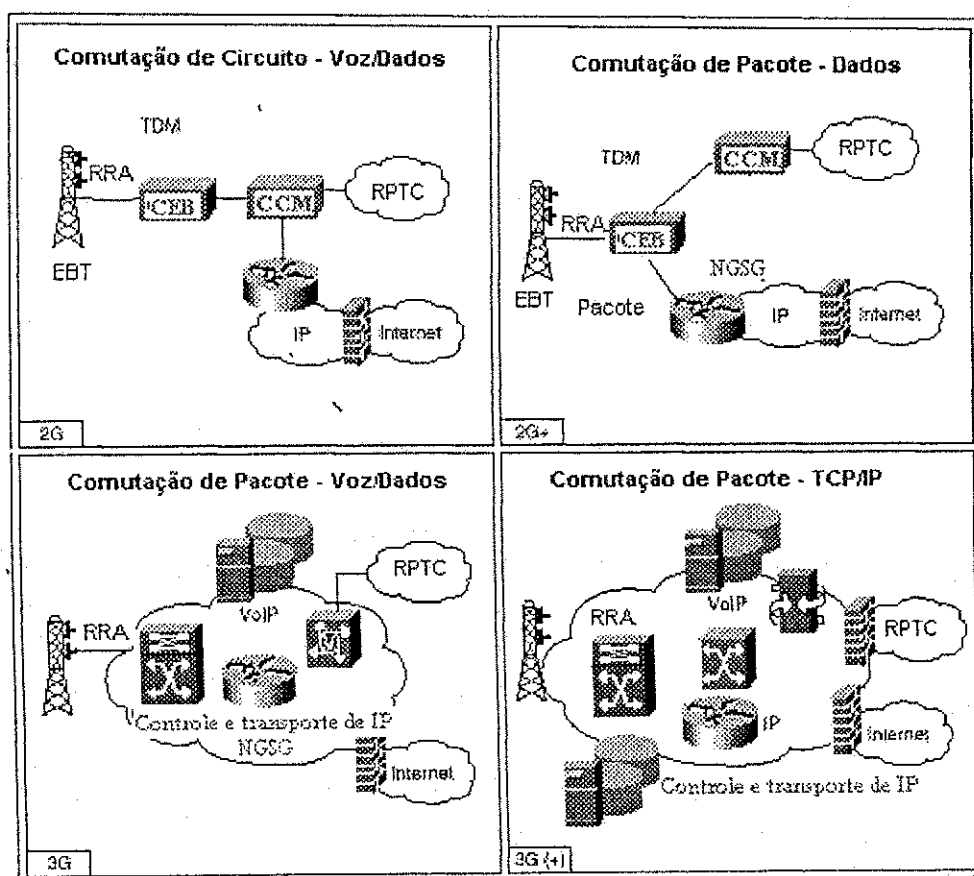


Figura 4-2 - Representação esquemática dos sistemas de telefonia celular em cada geração.

A Figura 4-2 apresenta um quadro de figuras que ilustra a estrutura de operação de cada uma das gerações dos sistemas de telefonia celular a partir da 2ª geração e com ênfase ao tráfego de dados num sistema GSM. O significado de cada uma das siglas utilizadas na figura em questão é apresentado abaixo.

EBT - Estação Base Transceptora (*Base Transceiver Station - BTS*);

RRA - Rede de Rádio Acesso (*Radio Access Network - RAN*);

CEB - Controladora de Estação Base (*Base Station Controllers - BSC*);

CCM - Centro de Comutação Móvel (*Mobile Switching Center - MSC*);

RPCT - Rede Pública de Comutação Telefônica (*Public Switched Telephone Network - PSTN*);

NGSG - Nó Gateway de Suporte GPRS (*Gateway GPRS Support Node - GGSN*).

4.4. PLATAFORMAS DE REDES PESSOAIS

Conforme já temos comentado, os sistemas móveis de comunicação estão perdendo a correlação exclusiva com as plataformas de telefonia celular no que tange a transmissão de voz, assim como as redes sem fio de computadores portáteis estão deixando de ser exclusivamente para transmissão de dados.

Observa-se que rapidamente estamos caminhando para a integração desses e de outros serviços, o que vem determinando a concepção de novas linhas de produtos, diferentes tipos de equipamentos e oferta das mais diversas formas e facilidades de comunicação.

As Plataformas de Redes Pessoais, cujo principal padrão é conhecido como *Personal Area Network - PAN*, são plataformas de rede que abrangem, com exclusividade, o espaço operacional do usuário, grosso modo, correspondendo à área de alcance pessoal de um indivíduo, tal como é seu ambiente domiciliar, seu escritório particular ou qualquer espaço no domínio de alcance de objetos de uso pessoal. Nos dias atuais, já existe um amplo repertório de plataformas tecnológicas que implementam *PANs*, algumas definidas no âmbito dos sistemas móveis de comunicação.

As redes de computadores estruturaram-se basicamente sobre mídias fixas e hoje devido à crescente demanda por sistemas móveis o mundo das redes confronta-se com a necessidade de restabelecer novos protocolos, políticas de segurança e outros parâmetros a fim de se adequar às peculiaridades da interligação de estações tanto em sistemas móveis como em sistemas mistos (móveis e fixos).

Conforme será visto adiante, as *PANs* refletem as mesmas particularidades supramencionadas, pelo que hoje se destaca uma plataforma que busca dotá-las do atributo da mobilidade sem perder a compatibilidade com sistemas fixos. Esse é o caso da *WPAN* (*Wireless Personal Area Network*).

4.4.1. Definições

WPAN é um tipo particular de *PAN* que hoje já se apresenta na forma de um padrão global e aberto desenvolvido para a implementação de redes sem fio em transmissões de curto alcance para a interoperabilidade entre produtos digitais de uso pessoal. Esses sistemas são caracterizados pela natureza heterogênea de suas unidades de comunicação e pelo pequeno raio de alcance de seu sistema de transmissão. A seguir são definidos termos que contribuirão para melhor descrição de tais sistemas.

4.4.1.a. Espaço Operacional Pessoal

Conforme definições correntes, o Espaço Operacional Pessoal - EOP (*Personal Operating Space - POS*) é um espaço de pequena cobertura ao redor de um indivíduo que permite comunicações entre dispositivos de uso pessoal. O EOP está estritamente relacionado ao indivíduo e, em particular, a seus dispositivos pessoais; podendo ser móvel conforme os movimentos do indivíduo ou fixo abrangendo sua área de alcance pessoal, tais como, seu ambiente domiciliar, seu escritório particular ou até partes internas ou da superfície do corpo humano, como no caso dos computadores vestíveis (*wearables computes*).

4.4.1.b. Produtos para o Espaço Operacional Pessoal

Conforme apresentado em tópicos anteriores, os produtos eletrônicos digitais modernos dotados de capacidade de processamento de informação recebem a classificação de Dispositivos de Processamento de Informações - DPI. Nessa classificação constam desde eletrodomésticos, equipamentos de informática até telefones celulares e os portáteis em geral; ou seja, qualquer dispositivo de uso pessoal e/ou doméstico, independente de sua dimensão, é um DPI, desde que seja dotado de capacidade de conexão em ambiente de rede [Bisdikian 98].

Se bem atentarmos, identificaremos que os DPIs são aparelhos que operam no âmbito de um EOP e, por isso, podemos classificá-los como PEOPs. Tal como os APIs, os PEOPs podem ser classificados em dois tipos: os estacionários e os móveis. Os PEOPs estacionários são aqueles que apresentam característica de utilização fixa; como por exemplo, a maioria dos eletrodomésticos (liquidificador, geladeira, televisão, forno de microondas e etc.). Os PEOPs móveis são principalmente dispositivos portáteis ou qualquer equipamento de natureza móvel, tais como, os laptops, palmtops, telefone celular, PDAs e dispositivos internos a veículos.

4.4.2. Propriedades e Características

Estreitamente relacionadas com as tecnologias de transmissão sem fio e redes móveis, as PANs transcendem a estas à medida que se utilizam tanto de plataformas de mídias fixas quanto de móveis. Por outro lado, o universo amplo de equipamentos que podem se constituir em unidade de comunicação de uma PAN permite-lhe mesclar, numa mesma plataforma, conceitos comuns às LANs, WLANs e à computação móvel em geral. Entre estes conceitos prevalecem peculiaridades próprias de sistemas ad hoc.

4.4.2.a. Serviços de Sistemas Distribuídos

Os serviços típicos de sistemas ad hoc são próprios de qualquer sistema distribuídos, os quais são bem aproveitados em implementações de redes móveis.

Descoberta (*Discovery*), Entrega (*Delivery*), Conexão (*Join*) e Busca (*Lookup*) são exemplos de tais serviços, através dos quais as unidades de comunicação (PEOPs) de uma PAN, de forma transparente ao usuário, se estabelecem (conectam), localizam serviços de interesse e disponibilizam seus próprios serviços à rede.

Assim um dispositivo móvel pode, sem configuração e intervenção externa do usuário, procurar (*Lookup*) e localizar (*Discovery*), na rede, um recurso ou serviço de seu interesse, para assim ligar-se (*Join*) àquele que disponibilizou o serviço ou recurso. Além dos que citamos, temos outros serviços típicos dos sistemas distribuídos e que poderemos dispor entre as WPANs. No caso, esses serviços permitem que estações possam se conectar de forma transparente, anunciar (*Announce*) seus recursos/serviços e os disponibilizar à rede (*Delivery*).

4.4.2.b. Área de Cobertura

A faixa de comunicação dos equipamentos móveis de uma PAN abrange o espaço operacional pessoal (EOP), que é a escala de interação destes equipamentos no volume espacial humano, como por exemplo, o alcance de uma mão e a distância audível da voz natural, correspondendo, tipicamente, distâncias de até 10 metros.

Há dois itens tratados com relevância no âmbito das PANs e que estão estritamente relacionados com sua área de cobertura, tais itens são: segurança e consumo; pelo que, é proposital a estreita área de cobertura que caracteriza as PANs, pois assim, garante-se um menor dispêndio de potência no rádio transmissor, atendendo à limitação de capacidade das baterias dos pequenos dispositivos portáteis disponíveis e possibilitando maior segurança na comunicação entre essas unidades.

4.4.2.c. Formação de Picocélulas

Uma técnica herdada da telefonia celular que permite a otimização do espectro de frequência reservado ao sistema de uma PAN está baseada no reuso de

freqüência. Assim, denomina-se de picocélula o restrito domínio espacial destinado à comunicação entre estações pelo uso de um conjunto fixo de freqüências. Entretanto, sob certas regras, tal faixa de freqüência pode ser reutilizada por outra picocélula do sistema.

As picocélulas permitem a introdução de recursos de auto-ajuste nos sistemas de transmissão das *PANs* para que a potência de alcance do sinal transmitido não ultrapasse o que seja suficiente e estritamente necessário para boa comunicação entre suas unidades.

4.4.3. Implementações Típicas

Alguns tipos de *PANs* são implementados totalmente com mídias sem fio (propagação de ondas) e são denominadas de *WPANs*, outras são implementadas com mídias cabeadas ou utilizando um sistema de transmissão mesclando os dois tipos de mídias.

Existem estudos com a proposição de se empregar pelo menos quatro tipos básicos de mídia de transmissão sem fio para comunicação em *PANs*, que são: ópticas (infravermelho), por campo elétrico, por campo magnético e de ondas eletromagnéticas [Zimmerman 99]. Alguns padrões já foram desenvolvidos com o intuito de regulamentar o uso dessas mídias em *PANs*, enquanto outros ainda se encontram em fase de desenvolvimento.

A seguir temos a descrição sucinta de algumas das principais implementações de *PAN* na atualidade.

4.4.3.a. Redes de Escritórios Domésticos

O acrônimo *SOHO* (*Small Office/Home Office*) é uma nomenclatura bastante difundida que define sinteticamente as redes destinadas a pequenos escritórios domésticos. Atualmente existe um crescente mercado destinado a produtos projetados especialmente para satisfazer as necessidades de profissionais

que trabalham em casa ou em pequenos escritórios, e que visam a montagem de escritórios domésticos mais baratos e flexíveis.

As redes implementadas pela conexão destes equipamentos, hoje, necessitam ser versáteis o suficiente para suportarem não só as mídias tradicionais cabeadas ou sem fio, como também um novo conjunto proeminente de mídia, tais como, "*Powerline*" e "*Phone Line*" que utilizam os cabos de energia elétrica e telefonia, respectivamente, como meio físico para transmissão de dados.

4.4.3.b. Redes Domésticas

Como o próprio nome sugere, uma Rede Doméstica (*Home Network*) corresponde a um ambiente de rede, montado a partir da interconexão e interoperação entre dispositivos de uso doméstico, que abrange: sistemas de entretenimento, áudio, vídeo, comunicação, automação, segurança, HVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) e subsistemas de integração residencial que controlam, por exemplo, sistemas de iluminação.

Vale a ressalva que as Redes Domésticas correspondem a um universo mais amplo que pode incluir as *SOHOs*, porém é extensiva a estas à medida que não somente deve suportar variados tipos de mídias como também equipamentos com diferentes perfis funcionais. Por essa razão novos padrões estão sendo desenvolvidos com a destinação de atender aos novos ditames destes tipos de sistemas.

4.4.3.c. Computadores Vestíveis

Os Computadores Vestíveis (*Wearable Computers*) ou computadores de vestir é a nova tendência em portabilidade, pois permitem que os usuários realizem suas funções com auxílio de um poderoso computador tendo suas mãos livres para trabalhar. Quando conectados a redes (côm ou sem fio), é possível também a troca de dados, áudio e vídeo, permitindo interação em tempo real.

O conceito básico dos *computadores vestíveis* parte da idéia da construção do que aqui chamaremos de *espaço informático personalizado*, o que nos faz vislumbrar da era dos computadores pessoais para a era da computação pessoal, a qual possibilitará aos indivíduos uma capacidade de informação e comunicação efetivamente permanente. Ver a Figura 4-3.



Figura 4-3 - Implementações de Computador Vestível.

4.5. PADRONIZAÇÃO

Dispositivos portáteis de computação interligados por canais de faixa estreita estão sendo vistos como um novo paradigma para a computação e a comunicação. A disponibilidade de rádios digitais de baixo custo, baixas potências e faixa curta na frequência internacional de 2,4 GHz proverão os requerimentos de tecnologia da informação para implementação de *WPANs*.

A convergência de concorrentes padrões de rádio permitirá a compatibilidade de conexão entre dispositivos em nossas casas, escritórios e ambientes em geral. Redes espontâneas (*ad hoc*) e os serviços de sistemas distribuídos são vitais para dar utilidade aos dispositivos *PAN*; tal como, um *browser* pode apontar para qualquer página *web* na Internet, semelhantemente,

dispositivos PAN deverão permitir o *plug in*⁴⁹ de inúmeros serviços em qualquer parte do mundo.

A despeito de todo o cenário até então apresentado, não se pode afirmar haver um padrão único e específico destinado à implementação de PANs. Na verdade, os padrões desenvolvidos, até o momento, são direcionados ao universo mais amplo das redes móveis, como é o caso dos padrões IEEE 802.11 (WLANs) e IEEE 802.15 (WPANs), ou então, são voltados exclusivamente às implementações domésticas, como é o caso da *Consumer Electronics Association* - CEA que está desenvolvendo um padrão denominado de *Versatile Home Network* - VHN, baseados no protocolo IEEE 1394.

O padrão IEEE 1394, por exemplo, pretende tornar os equipamentos eletro-eletrônicos de uso residencial aderentes ao funcionamento em rede e, com capacidade de comunicação à velocidade de 3.2 Gbps⁵⁰.

⁴⁹Software que é acoplado a um aplicativo para ampliar suas funções. Dessa forma os programas vão sendo implementados de acordo com as atualizações que os fabricantes fornecem.

⁵⁰ A previsão é que os primeiros aparelhos com esta tecnologia chegarão ao mercado de consumo em 2002.

CAPÍTULO 5 - IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO

Nos capítulos anteriores, entre outros assuntos, foram apresentadas as principais características do universo sistêmico que abrange o conceito de Corpo Virtual. No presente capítulo, é apresentada a plataforma escolhida para implementação do modelo, bem como, os critérios que balizaram esta escolha ante as diferentes alternativas existentes, descrevendo suas vantagens e desvantagens. Para finalizar, serão descritas as etapas referentes a uma alternativa de implementação do modelo para avaliações práticas.

Corpo Virtual é, sem dúvida, uma conformação típica de rede pessoal de comunicação, pelo que as plataformas de *Personal Area Network*, em primeira análise, são as plataformas mais adequadas a sua implementação. Entretanto, os padrões atuais destas plataformas pré-definem um tipo de mídia dominante para seu sistema de transmissão, ou seja, se de um lado elas implementam sistemas heterogêneos quanto ao tipo de estações, do outro elas são homogêneas quanto ao tipo de mídia de transmissão. O *Bluetooth*, por exemplo, define um sistema de comunicação baseado em enlace de rádio; enquanto, o *IrDA* baseia-se em enlace de raios infravermelhos.

As observações acima destacam pontos que foram considerados quando na definição das plataformas que poderiam ser empregadas em uma implementação em laboratório do sistema anti-furto baseado no conceito de Corpo Virtual. O presente capítulo destacará os critérios dessa escolha, apresentará as características das plataformas escolhidas e descreverá os passos referentes à

experiência em questão, onde a apresentação de módulos básicos do Serviço de Vinculação escrito em código JINI é um dos pontos de realce.

5.1. PLATAFORMA UTILIZADA

Um Corpo Virtual é, em essência, um sistema heterogêneo. Esta heterogeneidade demonstra-se tanto na natureza diversificada de suas unidades de comunicação, como também, no seu sistema de transmissão e na natureza híbrida de seu ambiente de rede que apresenta concomitantemente propriedades da hierarquia centralizada e também características típicas de sistemas distribuídos.

Sob esse prisma, verifica-se que a implementação do Corpo Virtual requer uma plataforma tecnológica aberta capaz de integrar dispositivos fixos e móveis, de baixa e alta capacidade de processamento, com garantia de conectividade e interoperabilidade transparente entre estas diferentes unidades.

No que tange à conectividade, existe um conjunto de novos padrões e plataformas abertas que já em nossos dias podem ser utilizadas na implementação do Corpo Virtual. Alguns destes padrões tratam apenas da comunicação nas camadas Física e Enlace (LLC e MAC) e são especializados na implementação de *WLANs* e *WPANs*, tal como é o caso do padrão IEEE 802.11 (a, b e g) e do IEEE 802.15, respectivamente.

A tecnologia JINI, lançada pela *Sun Microsystems Inc.*, ao contrário dos padrões destacados acima, apresenta-se como um conjunto de *APIs*⁵¹ para Java que atua apenas no nível de aplicação, tendo como transparente as camadas inferiores do sistema. Portanto, o enfoque dessa tecnologia está exclusivamente na interoperabilidade entre unidades de comunicação, mesmo que estas possuam diferentes capacidades de processamento e se comuniquem em rede utilizando diferentes meios de transmissão.

⁵¹ *Application Program Interface.*

Esse cenário estabelece as bases que definirão as plataformas mais convenientes à implementação do sistema aqui proposto, onde teremos sempre a consideração das diferenças naturais entre uma configuração empregada em laboratório daquelas aplicáveis às situações de mercado.

5.1.1. Critérios de Definição

Se for possível sintetizar em uma única palavra a principal característica da opção sistêmica necessária à implementação do modelo representativo e prático aqui proposto, essa palavra seria Flexibilidade. No caso, as plataformas aplicadas ao Corpo Virtual precisam ser flexíveis o suficiente para suportar produtos diferentes em capacidade computacional (poder de processamento), diferentes em perfil funcional (aplicação), e diferentes na utilização de tipos de mídias de comunicação para interagir em rede .

Noutras palavras, a implementação do Corpo Virtual depende de uma plataforma compatível a qualquer tipo de unidade de comunicação independente de sua capacidade de processamento e que seja transparente ao tipo de serviço de conexão (em rede) oferecido pela camada física e de enlace nessas unidades. A tecnologia JINI preenche este perfil em muitos casos uma vez que ela se baseia na linguagem Java.

"(...) [A linguagem] Java foi, originalmente, criada para desenvolver software para pequenos dispositivos" [Borbonato 2000], ou seja, dispositivos de pequena capacidade computacional. Apesar de sua origem, em meados da década de 90, a linguagem Java passou a ter grande projeção em implementações *Web* entre os sistemas computacionais convencionais e os de processamento mais robustos. [Ibid.]

JINI não apresenta, a princípio, restrição ao sistema operacional de rede com que terá que interagir, desde que este tenha uma Máquina Virtual Java, sendo compatível com as plataformas tradicionais tal como TCP/IP. Também, caracteriza-se pela capacidade de interação com plataformas que tratam, especificamente,

dos níveis mais baixos da comunicação; podendo assim, integrar-se em sistemas sob o padrão *Ethernet* cabeado (*IEEE 802.3*) ou de transmissão sem fio (*IEEE 802.11*), ou com as mais diversas plataformas de *WPAN*, tais quais, *Bluetooth* (*IEEE 802.15*), *HomeRF*, *IrDA* e outros.

Flexibilidade é uma das características peculiares à tecnologia *JINI*, visto que seu objetivo é simplificar as interações com redes. Com esta nova tecnologia, um disco, por exemplo, não é considerado apenas um periférico de computador, mas também um tipo de serviço de armazenamento da rede. O ambiente *JINI* consiste de uma biblioteca de classes e algumas convenções para criar uma "federação" de máquinas virtuais Java na rede, semelhante à criação de uma comunidade⁵².

Com *JINI*, pessoas, dispositivos, dados e aplicações dentro de uma federação são conectados dinamicamente para compartilhar informações e executar tarefas. Essa é boa parte da essência do *Corpo Virtual*, por isso, *JINI* qualifica-se como uma plataforma efetiva e apropriada à implementação do *Corpo Virtual*; não significando isto, a impossibilidade de se implementar esse sistema usando uma das outras plataformas já mencionadas em tópicos anteriores.

5.1.2. O Padrão *IEEE 802.11*

Por conveniência (nem todas de caráter puramente técnico), para a implementação em laboratório, optamos por módulos de rede baseados no padrão *IEEE 802.11b* que tratam da comunicação de camadas física (*PHY*) e enlace (*MAC*). Assim, uma vez que esses são os módulos utilizados, apresentamos no presente tópico uma descrição sintética porém detalhada desta plataforma.

Em 1997, após sete anos de trabalho, o comitê 802 da *IEEE* (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) escreveu o padrão *IEEE 802.11*. Esse mesmo comitê já havia definido os padrões que nortearam a indústria de tecnologia de

⁵² Em muitos aspectos uma federação pode ser comparada a um corpo.

LAN durante décadas no passado, como exemplos os padrões: 802.3 (*Redes Ethernet*), 802.4 (*Token Bus*), 802.5 (*Token Ring*) e 802.3z (*Fast Ethernet*).

O padrão *IEEE 802.11* limita-se à definição da camada física (*PHY*) e a sub-camada de controle de acesso ao meio (*Medium Access Control - MAC*) da camada de enlace, a fim de possibilitar a conectividade em uma rede local sem fio. Assim, esse padrão possibilita que qualquer aplicação de rede, sistema operacional de rede ou protocolo de rede, incluindo as plataformas *TCP-IP* e os protocolos *IPX/SPX*, funcionem numa LAN do padrão *IEEE 802.11*, da mesma maneira que funcionariam em uma do padrão *Ethernet* [Kapp 2002].

O padrão *IEEE 802.11* preconiza que:

- as funções requeridas dos dispositivos configurados no padrão suportem comunicações: ou do tipo ponto-a-ponto com mídia sem fio ou em redes infra-estruturadas com mídias cabeadas.
- os dispositivos compatíveis com esse padrão sejam capazes de operar com trânsito dinâmico entre múltiplas redes e mobilidade entre diversas *WLANs*.
- possam existir diferentes interfaces e técnicas de sinalização na camada física.
- os serviços de transferências e controle de acesso do nível *MAC* das redes 802.11 sejam disponibilizados às camadas superiores, tornando-se transparentes a estas.
- exista Segurança e Privacidade na transferência de dados dos usuários através do meio físico, o ar.

A Figura 5-1 mostra o modelo de camadas do padrão *IEEE 802.11* e a relação deste com o modelo de referência OSI. Neste esquema, pode-se observar que o padrão *IEEE 802.11* define duas tecnologias de transmissão de Rádio Frequência (RF) e uma transmissão por infravermelho na Camada Física e que o padrão 802.11 limita-se à definição do *MAC*.

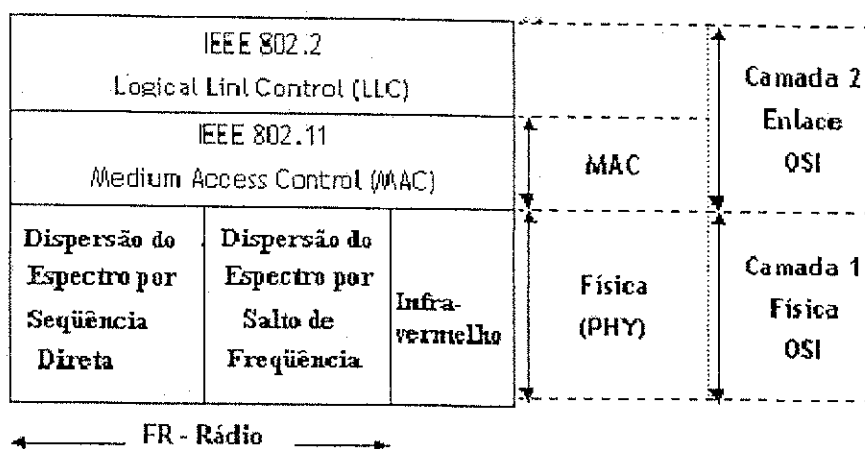


Figura 5-1 - Modelo de Camadas do padrão IEEE 802.11

5.1.2.a. Arquitetura

A Arquitetura do modelo 802.11 adota uma série de componentes e serviços que interagem mutuamente a fim de prover mobilidade e transparência. Nesse processo, a estação (*station - STA*) é o componente mais elementar da rede sem fio, a qual pode ser qualquer dispositivo (hardware) que possua a funcionalidade definida no padrão 802.11. A seguir nomearemos os demais componentes desse modelo.

- **Área Básica de Serviço**

O padrão *IEEE 802.11* é baseado na divisão de sua área total de cobertura em áreas menores denominadas de células. Por sua vez essas células são chamadas de Área Básica de Serviço (*Basic Service Area - BSA*) e seu tamanho dependerá das características do ambiente e dos equipamentos e/ou módulos transmissores e receptores usados nas Estações.

- **Modo Básico de Serviço**

O Modo Básico de Serviço (*Basic Service Set - BSS*) ocorre quando dois ou mais nós (estações) com transmissão sem fio, após o reconhecimento um dos outros estabelecem comunicação dentro de uma *BSA*.

- **Ponto de Acesso**

A principal função de um *Ponto de Acesso* (*Access Point - AP*) é servir de ponte entre os nós de transmissão sem fio e cabeados de uma LAN, atuando de forma análoga as *Estações Base* das redes da telefonia celular, permitindo que estações permaneçam conectadas mesmo quando se movimentando de uma célula para outra (*Roaming*) e estabelecendo o devido sincronismo de quadros (*frames*) no sistema. *APs* são equipamentos fixos que fazem parte da infra-estrutura da rede cabeada; também pode ser uma implementação através de programas residentes em uma estação fixa, em geral um servidor.

- **Sistema de Distribuição**

O *Sistema de Distribuição* (*Distribution System - DS*) é o meio de comunicação entre *APs* de diferentes *BSSs*. Isto permite que *APs* comuniquem os quadros das redes cabeadas com as estações móveis e vice-versa. Embora a nuvem *DS* possa ser qualquer tipo de rede, ela quase invariavelmente é uma *LAN Ethernet*. Ver Figura 5-2.

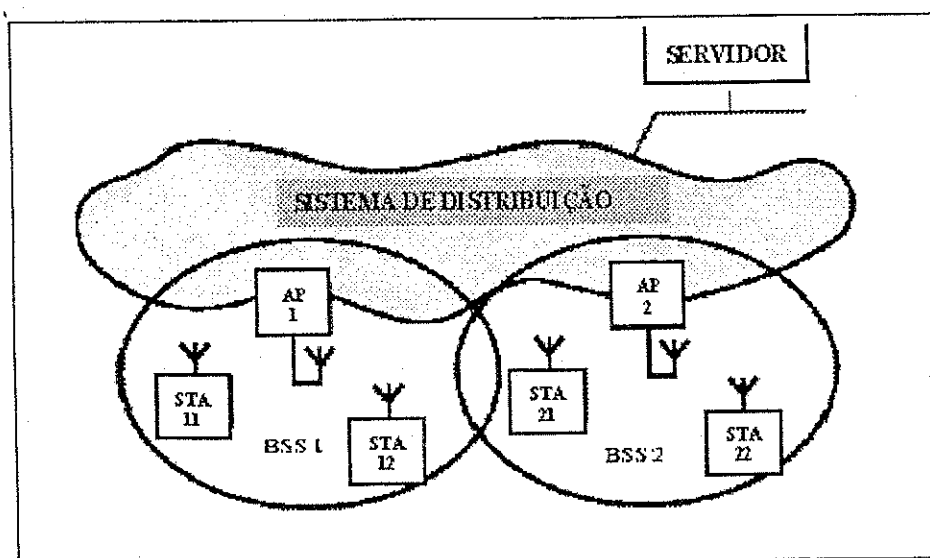


Figura 5-2 - Ilustração de um sistema com a estrutura típica do modelo 802.11.

Na Figura 5-2 temos uma representação teórica e genérica de sistemas estruturados com arquitetura do modelo 802.11, discriminando seus componentes

já descritos. Na referida figura encontramos abreviaturas de termos no inglês, dado o uso corrente nesses sistemas, das nomenclaturas originadas nesse idioma.

- **Modo de Serviço Estendido**

O Modo de Serviço Estendido (*Extended Service Set - ESS*) consiste na superposição de *BSSs* conectadas por um mesmo Sistema de Distribuição (*Distribution System - DS*), cada uma contendo um *AP*. Assim, é possível que nós móveis possam estar cobertos por uma ampla área, tal como um campus, e migração entre *APs* sem interrupções na comunicação. A Figura 5-3 apresenta a ilustração de um sistema prático baseado no modelo 802.11.

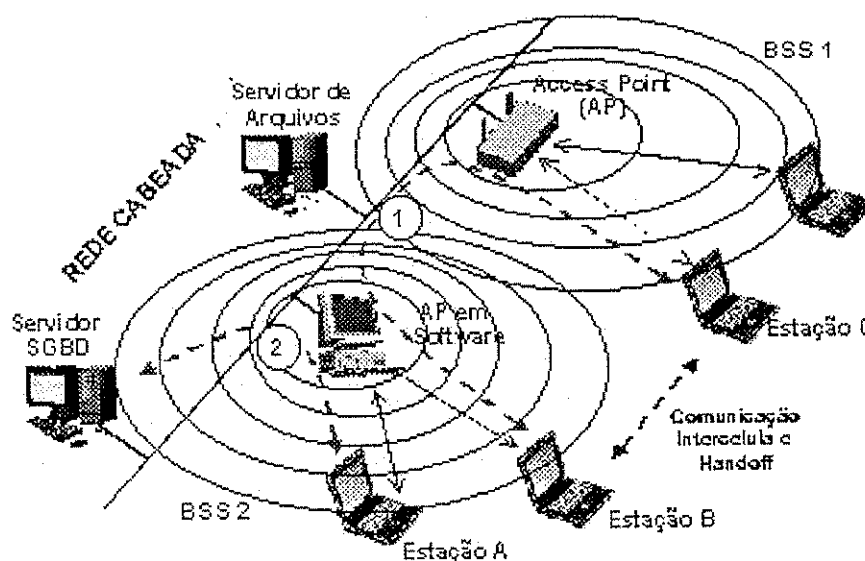


Figura 5-3 - Um sistema ESS com AP implementada em software.

- **Área de Serviço estendida**

A área que abrange um conjunto de células (*BSAs*) interligadas por um *DS* através de *APs* define uma Área de Serviços Estendidos (*Extended Service Area - ESA*). Noutras palavras, *ESA* é a área de um sistema operando no modo *ESS*.

5.1.2.b. Topologias

Existem basicamente duas topologias especificadas no modelo *IEEE 802.11*. A seguir detalhamos cada uma das referidas topologias [Zyren 2002].

- **Modo Independente de Serviço Básico**

Duas ou mais estações, com interfaces de rede sem fios, se comunicando diretamente umas com as outras, ponto-a-ponto, é considerada a forma mais simples de comunicação sem fio. Este tipo de topologia é comumente denominado de Modo Independente de Serviço Básico (*Independent Basic Service Set - IBSS*) ou *rede ad-hoc*. A Figura 5-4 ilustra esta topologia.

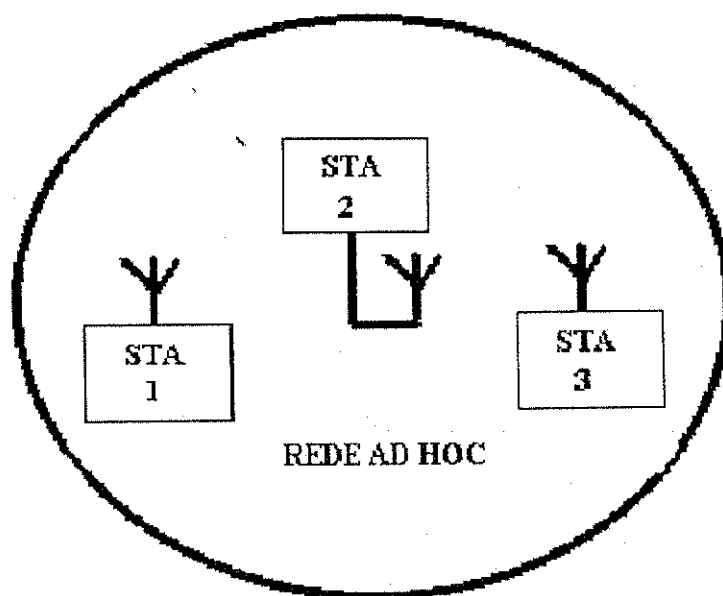


Figura 5-4 - Redes Ad Hoc em comunicação ponto-a-ponto.

Nas redes *ad hoc*, dentro dos limites de alcance da célula (*BSA*), as estações podem compartilhar arquivos e impressoras, mas não há possibilidade de se comunicarem com alguma rede cabeada a menos que uma dessas estações possua também uma interface de mídia cabeada e um programa especial para atuar como uma ponte (*Bridge*) entre os dois tipos de rede.

▪ Modo Infra-estruturado de Serviço Básico

O Ponto de Acesso (Access Point - AP) é o principal componente das redes no Modo Infra-estruturado (*Infrastructure Basic Service Set*). Os APs impõem que as estações (STAs) da rede estabeleçam comunicação unicamente através deles e nunca de forma ponto-a-ponto.

Assim, diferente do modo IBSS, no Modo Infra-estruturado toda comunicação entre estações móveis ou de uma estação móvel para uma estação fixa ligada a rede cabeada ocorre através de um AP. Com isso, todos os quadros (*frames*) do sistema passam obrigatoriamente pelo AP. Essa topologia permite que a uma rede sem fios possa se interligar a uma rede cabeada. Rever Figura 5-3.

5.1.2.c. Camada Física do Modelo

No 802.11, a camada física é a interface entre o MAC e o meio de comunicação sem fios, onde os quadros são recebidos e transmitidos. Essa camada define três funções básicas, que são:

- prover uma interface para transmissão e recepção de dados e troca de quadros com a camada MAC.
- Utilizar-se do Sinal de portadora (*Carrier Signal*)⁵³ e da técnica de codificação por dispersão do espectro, também conhecido como Code-Division Multiple Access - CDMA para transmitir quadros na rede.
- identificar se o meio está em atividade e retornar esta informação à camada MAC. Isso é feito com o envio de sinal denominado *carrier sense* de volta ao MAC, quando o meio estiver em uso.

Conforme já foi exposto, o modelo 802.11 define três variações para a camada física; na prática, as mais importantes e comumente implementadas são as com transmissões por frequência de rádio (RF) dentro de um espectro disperso. Estas são: a Dispersão do Espectro por Salto de Frequência (*Frequency Hopping*

Spread Spectrum - FHSS) e a Dispersão do Espectro com Seqüência Direta (*Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS*).

Ambas as técnicas suportam taxas de transmissão de 1 Mbps e 2 Mbps; entretanto, todos os rádios de 11 Mbps usam a técnica *DSSS*. Uma extensão à arquitetura 802.11, a 802.11a [1Kapp 2002], definiu diferentes técnicas de multiplexação que podem alcançar taxas de transmissão de dados de até 54 Mbps. Outra extensão ao padrão 802.11 é o 802.11b, onde temos definidas taxas de 5.5 Mbps e 11 Mbps empregando uma extensão do *DSSS* chamada *DSSS de Alta Taxa (High Rate DSSS - HR/DSSS)*. Vale ressaltar que essas técnicas foram projetadas em conformidade com o *Federal Communication Commission - FCC*⁵⁴ para operação na banda de 2.4 GHz a 2.4835 GHz.

5.1.2.d. Acesso ao Meio

O comitê 802.11 considerou dois tipos de propostas para métodos de acesso em uma *WLAN*: os **Protocolos de Acessos Distribuídos**, semelhantes ao *CSMA/CD*, onde a decisão de transmissão no meio é distribuída a todas as estações na *WLAN* usando o mecanismo de *Carrier Sense*; e os **Protocolos de Acessos Centralizados**, onde a permissão de transmitir no meio é feita de forma centralizada por um ponto na rede, evitando a ocorrência de colisões.

Os **Protocolos de Acessos Distribuídos** fazem sentido em uma rede *ad hoc* e podem também ser atrativos em redes onde o tráfego típico é em rajadas; enquanto os **Protocolos de Acessos Centralizados** são naturais em configurações onde as estações com transmissão sem fio conectam-se umas às outras por meio de uma Estação Base que está ligada ao *backbone* de uma rede cabeada. Este tipo de situação é bem recomendado sempre que houver tráfego a ser priorizado ou com restrições de tempo.

⁵³ Sinal empregado para "escutar" o meio de transmissão a fim de evitar colisões.

⁵⁴ O FCC é um órgão americano que regulamenta o uso das frequências de rádios AM e FM, televisão e telefones Celulares, no restante do mundo este trabalho é feito pela ITU-R.

O *IEEE 802.11* definiu como **Função de Coordenação** (*Coordination Function*) o mecanismo que determina quando uma estação específica tem permissão para acessar o meio e transmitir seus quadros. Como resultado dos trabalhos do comitê 802.11 para a camada *MAC*, o protocolo denominado *Distributed Foundation Wireless - DFWMAC* definiu um mecanismo obrigatório de controle de acesso distribuído e um método opcional de acesso centralizado, sendo possível a coexistência dos dois métodos. Na verdade o Método de acesso distribuído forma a base sobre o qual é construído o método centralizado. A Figura 5-5 ilustra esta arquitetura.

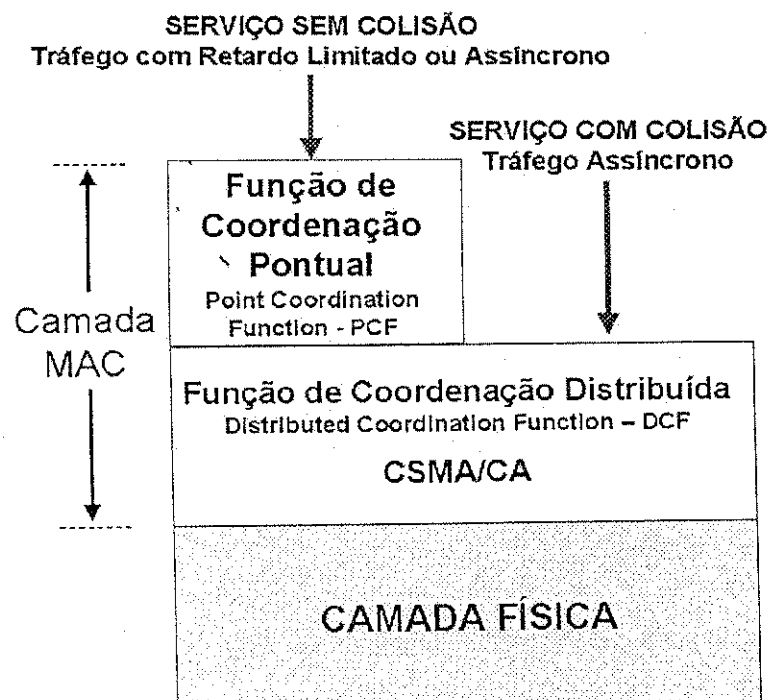


Figura 5-5 - Arquitetura DFWMAC.

Pode-se observar nessa arquitetura que o *IEEE 802.11* define a subcamada mais baixa do *MAC* como sendo a Função de Coordenação Distribuída - *DCF* que utiliza algoritmo de contenção para prover acesso a todos os tráfegos na rede sem fio. O *DCF* na verdade é um algoritmo *CSMA* (*Carrier Sense Multiple Access*) para evitar colisões (com *Collision Avoidance - CA*).

O serviço fornecido pelo *DCF* é usado para transmissão de tráfego assíncrono. A subcamada *MAC* acima da *DCF* é a Função de Coordenação Pontual - *PCF*, que é o mecanismo do 802.11 para o acesso centralizado e opcional que não possui contenção e utiliza certos recursos do *DCF* para garantir acesso aos seus usuários sem a ocorrência de colisões.

- **Função de Coordenação Distribuída**

Como já mencionado, o *DCF* utiliza o algoritmo *CSMA/CA* que evita as colisões no meio de transmissão. Porém, deve-se esclarecer que este algoritmo não possui funções de detecção de colisões no meio, como é feito, por exemplo, no *CSMA/CD*, pois não seria prática essa detecção em uma rede sem fio, uma vez que existe uma dificuldade inerente de detecção de outro sinal no momento da transmissão..

O *CSMA/CA* não garante a entrega correta dos quadros. Assim, o *CSMA/CA* definiu um mecanismo opcional e bastante interessante que permite que uma estação verifique se o receptor tem condições de receber informações, reserve o meio para a transmissão por um determinado período e que, ao transmitir um quadro, possa ficar aguardando por um reconhecimento (*Acknowledgment*) durante um determinado tempo.

Se o reconhecimento (*ACK*) não chegar, no tempo determinado, a Estação que originou a informação retransmite o quadro. Esse mecanismo opcional, definido no *CSMA/CA*, envolve a troca de quadros de controle *RTS* (*Request To Send*) e o *CTS* (*Clear To Send*) antes da troca da transmissão de quadros de dados.

- **Função de Coordenação Pontual**

A Função de Coordenação Pontual (*Point Coordination Function - PCF*) é um método implementado sobre o *DCF*. Ele é um mecanismo do padrão 802.11 para o acesso centralizado opcional que não possui contenção e utiliza certos recursos do *DCF* para garantir acesso aos seus usuários sem a ocorrência de colisões.

O *PCF* implementa um mecanismo de acesso ordenado ao meio que suporta a transmissão de tráfego com retardo limitado ou tráfego assíncrono. Esta configuração só pode ser usada em sistemas com infra-estrutura e onde não haja interseção entre *BBSs* que operem na mesma faixa de frequência.

O *PCF* realiza *polling* (acesso ordenado) através de um coordenador em uma célula, usando o algoritmo mesa-redonda [referencia] para todas as Estações configuradas para o *polling*. Quando o *polling* é realizado, a Estação que é escalonada pode responder com um quadro apropriado. Se nenhuma resposta for recebida durante um determinado tempo, o coordenador faz o escalonamento para outra estação (*poll*) dando a chance de uso do meio para outra estação.

Este método utiliza o conceito de Superquadro para impedir que o coordenador do *polling* possa bloquear todos os tráfegos assíncronos devido a repetição do *polling*. Esse Superquadro consiste em dois intervalos de tempo consecutivos. Durante o primeiro intervalo, o coordenador realiza o *poll* para todas as estações configuradas. No segundo intervalo, o acesso é controlado pelo *DCF*, i. e., o acesso volta a ser baseado pela disputa de posse do meio, podendo ocorrer colisões (permitindo períodos de contenção para transmissões assíncronas). A Figura 5-6 ilustra o *PCF*.

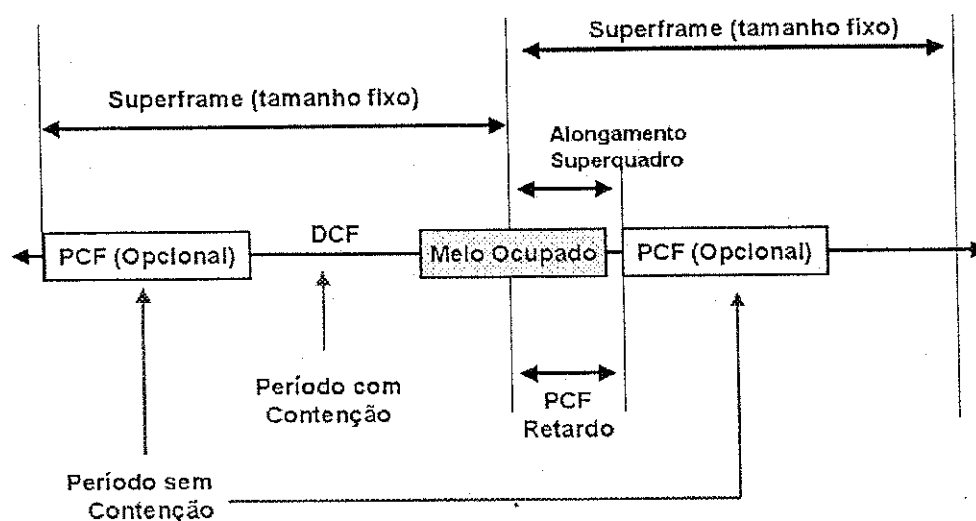


Figura 5-6 - Superquadro PCF.

5.1.3. A Tecnologia JINI

Por volta de 1995, Bill Joy⁵⁵, tinha um desafio: "... trazer e ligar qualquer tipo de sistema eletrônico individual à rede, num conceito de redes espontâneas, de forma tão simples como ligar um telefone, tão viável e persistente como o rádio, tão fácil de operar como a TV e tão poderoso como o somatório de todos os dispositivos que lhe possamos ligar" [Borbonato 2000].

Para realizar tal desafio, alguns requisitos eram necessários, como uma linguagem robusta para desenvolvimento de aplicações, uma "máquina virtual" para executar programas em qualquer processador para tirar proveito do novo mercado de processadores e, um sistema para interligar essas máquinas virtuais para suportar uma nova forma de sistema distribuído. Com esses requisitos em conjunto com a linguagem Java e sua JVM (*Java Virtual Machine*), surge a tecnologia JINI, responsável por tornar este desafio alcançável.

Para se entender *JINI*, é bom conhecer também o *JavaSpaces*, uma vez que os dois são bastante inter-relacionados [Shah 2002]:

- *JINI* provê serviços de sistema distribuído para consultas (*Lookup*), registro (*Registration*) e aluguel (*Leasing*);
- *JavaSpaces* trata de propriedades, tais como, processamento de Objetos (*Object Processing*), compartilhamento (*Sharing*) e migrações (*Migration*).

"*JavaSpaces* necessita da programação *JINI* para "montar" suas funções. Usando uma metáfora militar, *JINI* atua como um quartel, uma unidade para alocação de equipamentos e armamentos para a tropa *JavaSpaces*. As tropas usam os equipamentos alocados para implementar suas estratégias de batalha". [Souza 2000]

⁵⁵ Hoje, Bill Joy é Cientista Chefe e CEO (Corporate Executive Officer) da Sun Microsystems Inc., tendo sido responsável pela criação do projeto de investigação e desenvolvimento da arquitetura JINI, trabalhando em conjunto com Jim Waldo, Ann Wollrsth, Ken Arnold, Bob Scheiffer e outros.

5.1.3.a. Definição

"JINI é um conjunto de *APIs* e protocolos de rede que facilitam a criação e desenvolvimento de *sistemas distribuídos* organizados em uma *federação de serviços*. Um serviço pode ser qualquer coisa que se situa em uma rede e, esteja pronto para desempenhar uma função útil. Periféricos de *hardware*, *software*, canais de comunicação - mesmo o próprio usuário humano - pode ser um serviço. Num sistema JINI, um disco rígido pode oferecer um serviço de armazenamento e uma impressora um serviço de impressão". [Venners 2000]

JINI usa o termo *federação* para definir uma coordenação entre dispositivos de pesos iguais; ou seja, a idéia por trás da palavra *federação*, é que nas redes do sistema JINI não há uma autoridade controladora central. Vejamos a frase:

"Federação é uma coleção de dispositivos autônomos que podem se tornar conhecidos e cooperar um com os outros se for necessário. Para facilitar isto, o subsistema JINI contém um conjunto de serviços de consulta que mantêm informações dinâmicas sobre objetos disponíveis. Estes serviços são a chave para o funcionamento apropriado do subsistema JINI". [Rekesh 99]

No lugar de uma autoridade central, JINI oferece um *ambiente de execução (Runtime Infrastructure)* que provê uma forma de clientes e serviços encontrarem-se através do uso de um *Serviço de Consulta (Lookup Service)* que armazena um diretório dos serviços correntemente disponíveis na rede.

"O cliente e seus serviços selecionados passam a desenvolver suas tarefas independentemente do ambiente de execução JINI. Se o serviço de consulta JINI falhar, qualquer outro serviço de consulta que tenha sido relacionado pelo próprio *Serviço de Consulta* JINI, antes de travar, pode continuar seu serviço". [Venners 99]

Uma vez tendo definido a tecnologia JINI e descrito sua origem, vale ressaltar o que ela não é [Souza 2000]:

- JINI não é um servidor de nomes;
- JINI não é *JavaBeans*;

- JINI não é *Enterprise Java Beans*;
- JINI não é *RMI*;
- JINI não é um sistema operacional distribuído.

5.1.3.b. Arquitetura

Um sistema JINI pode ser visto como um modelo de programação, uma rede de extensões de ambiente e serviços criados com a tecnologia Java. Essas Classes⁵⁶ junto com os demais componentes correspondentes ao ambiente de aplicações Java compõem a arquitetura desse sistema. Ver a Tabela 5-1, a seguir.

	Infra-Estrutura	Modelo de Programação	Serviços
Base Java	Java VM, RMI, Segurança Java	<i>API's Java, Java Beans, ...</i>	JNDI, <i>Enterprise Beans</i> , JTS, ...
Java + JINI	<i>Discovery / Join</i> , Segurança Distribuída, <i>Lookup</i>	<i>Leasing, Transaction, Events</i>	Impressão, Gerenciamento de Transações (<i>Transaction</i>), Serviços JavaSpace

Tabela 5-1 - Distribuição da Arquitetura JINI.

Outra definição que podemos atribuir à arquitetura JINI como um ambiente de execução que opera na rede através de três agentes funcionais básicos: os Serviços de Consulta (*Lookup Services*), os provedores de serviços e Clientes. Ver Figura 5-7.

⁵⁶ Um modelo para construir objetos, ou um conjunto de variáveis e métodos que um objeto pode possuir [Newman 97].

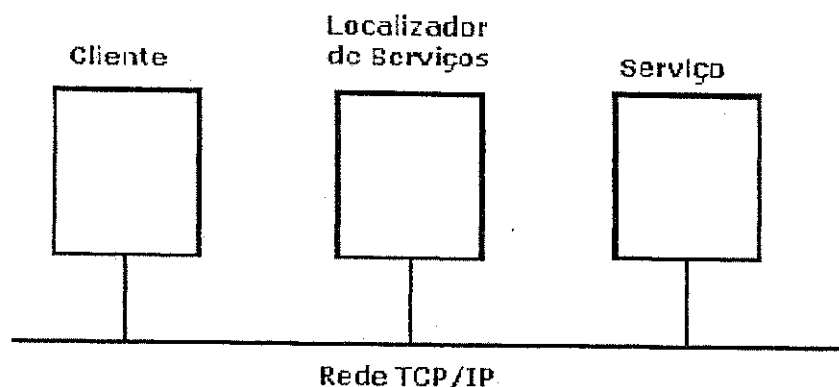


Figura 5-7 - Componentes Básicos do ambiente JINI.

A seguir serão descritos com maiores detalhes os três agentes funcionais básicos através dos quais opera o *ambiente de execução* da arquitetura JINI. Eles são, respectivamente: Serviço de Consulta, provedores de serviços e clientes.

▪ Serviço de Consulta

O *Serviço de Consulta (Lookup Service)* é o mecanismo de organização central dos sistemas baseados em JINI. Quando novos serviços tornam-se disponíveis na rede, eles se registram com o um *Serviço de Consulta*, o qual armazena o referido registro em um diretório juntamente com todos os demais serviços disponíveis naquele momento. Quando clientes desejam localizar um serviço para execução de alguma tarefa de seu interesse, eles consultam um *Serviço de Consulta*.

É necessário que um *Serviço de Consulta* esteja sendo executado em rede para que a tecnologia JINI efetivamente se estabeleça em um sistema. Cada objeto de um sistema distribuído deve identificar um ou mais *serviços de consulta* para que possa participar de uma federação; uma vez que tenha localizado um *serviço de consulta* de seu interesse ele poderá então disponibilizar ou solicitar serviços do sistema [SUN 2000].

O registro de um objeto (ou serviço) na federação JINI lhe associa um conjunto de propriedades (nome, valor e etc.) e com estas informações ele poderá

ser relacionado às solicitações de outros dispositivos [Ibid.]. O *Serviço de Consulta* monitora, a todo instante, portas pré-definidas atento a presença de algum pacote de requisição. Se alguma requisição for identificada o *Serviço de Consulta* abrirá o referido pacote e inspecionará seu conteúdo, onde constará o endereço do requisitante e seus parâmetros de identificação [Ibid.].

A *Sun Microsystems Inc.* fornece um *serviço de consulta* chamado *Reggie* como parte do padrão JINI de distribuição. A especificação do *serviço de localização* é pública e, no futuro, podemos esperar por outras implementações de *serviços de consulta*; podendo haver vários delas rodando em uma rede. Uma LAN pode rodar vários *serviços de consulta* para prover redundância nos casos de falha em algum deles.

▪ Clientes

Podemos definir Cliente como a entidade que dispõe (utiliza-se) dos serviços disponíveis no ambiente de um sistema. Em termos práticos, um usuário humano, um programa executado em uma unidade e serviços que dependem de outros serviços para serem executados podem ser todos considerados Clientes. Logo, qualquer elemento que de alguma forma esteja conectado a um sistema pode desempenhar o papel de Cliente.

Num exemplo prático, alguém que está usando um aparelho celular é Cliente do aparelho, porém, o próprio celular pode ser considerado também Cliente da rede de comutação telefônica e assim por diante. Em síntese, um dispositivo para dispor dos recursos ou serviços de um sistema necessita executar uma aplicação Cliente que deve ser capaz de localizar o recurso ou serviço de interesse e requisitá-lo de quem estiver habilitado a concedê-la.

▪ Provedor de Serviços

Serviços são recursos que um sistema disponibiliza ao uso de seus clientes. Todo objeto de um sistema distribuído possui no mínimo um recurso básico a ser

disponibilizado ao uso de outros ou ao próprio uso. Assim, para que um serviço seja disponibilizado num ambiente compartilhado é necessário que um dispositivo, onde este serviço esteja instalado, possa provê-lo ao sistema. Ver Figura 5-8.

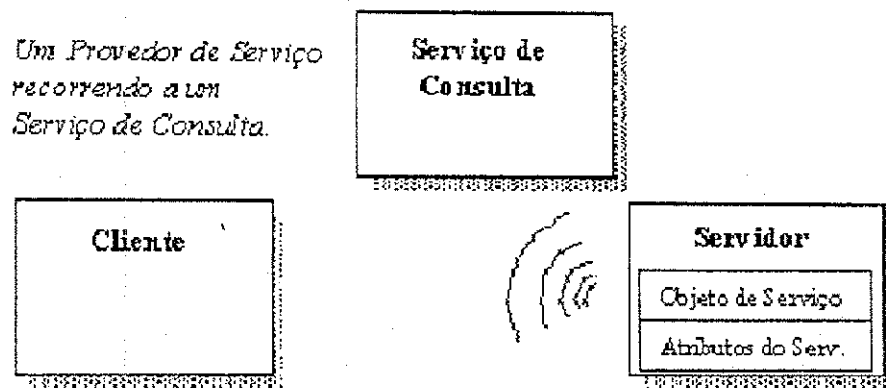


Figura 5-8 - Ilustração do anúncio de serviço a um Serviço de Consulta.

Denominamos de Provedor ou Servidor de serviços a entidade (dispositivo) onde, efetivamente, localiza-se o serviço e, em última análise, onde ele é executado. Um serviço é criado por um *provedor de serviço (hardware e software)*. Um provedor de serviços é o gerador do serviço e atua cumprindo determinado número de tarefas [SUN 2002]:

- Criar os objetos que implementam serviços;
- Registrar cópias dos *Objetos de Serviço (Service Objects)* nos *Serviços de Consulta*. O *Objeto de Serviço* é a parte do serviço “visível publicamente”, a fim de que possa ser requisitado por clientes interessados;
- Efetuar a manutenção dos serviços, como por exemplo, manter um serviço ativo (vivo).

5.1.3.c. Ambiente de Execução

JINI define um ambiente de execução (*runtime infrastructure*) que reside na rede e provê mecanismos que habilitam a adicionar, remover, localizar e

acessar serviços. O ambiente de execução JINI usa um protocolo de rede denominado *Discovery* para habilitar clientes e serviços a encontrar o *Serviço de Consulta* (*Lookup Service*) na rede [Souza 2000].

Em seu núcleo, o ambiente de execução JINI é definido como um sistema integrado com o *RMI* (*Remote Method Invocation*) que amplia a plataforma Java formando um modelo seguro para o mundo dos sistemas distribuídos [SUN 99]. Esse componente JINI, além do *Discovery*, usa dois protocolos de atuação no nível de objeto (arquitetura de sistemas distribuído) denominados *Join* e *Lookup* que habilitam os serviços a registrarem-se em um *Serviço de Consulta* e, conseqüentemente, possibilitando-lhes pesquisar e requisitar desse serviço por serviços necessários para execução de alguma tarefa de seu interesse [Ibid].

A seguir serão discutidas detalhadamente as características desses protocolos (processos).

▪ Processo *Discovery*

Como definido previamente *Discovery* é o protocolo de rede utilizado para localizar o *serviço de consulta* disponível na federação JINI. Nesse caso, para que um *provedor de serviços* disponibilize seu serviço ele antes deve registrar num *serviço de consulta* um *Objeto de Serviço* (*Service Object*) (Ver Figura 5-9). Para isso o *provedor de serviços* necessitará localizar um *serviço de consulta* disponível na rede.

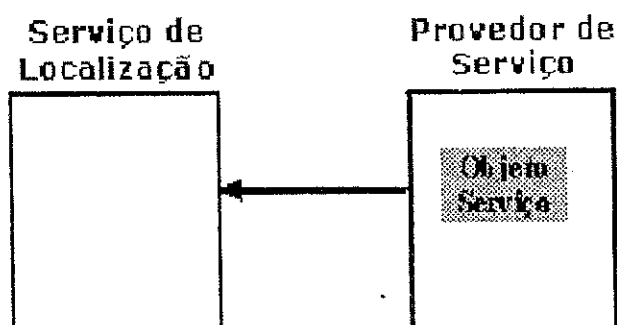


Figura 5-9 - Envio de um Objeto de Serviço para registro no Serviço de Consulta.

A localização e conexão a um *serviço de consulta* podem ser feitas de duas formas: uma enviando um *broadcast* de *anúncio de presença* (*presence announcement*) através de pacotes *multicast* (*discovery multicast*) encaminhados a uma porta pré-definida, a outra, pelo envio do *anúncio de presença* à referida porta, usando um pacote *unicast* (*discovery unicast*). O primeiro caso ocorrerá sempre que for desconhecida a localização provedor do *serviço de consulta*, logo, o segundo ocorrerá sempre que a localização do *serviço de consulta* é conhecida [SUN 2002].

Considerando um exemplo prático, suponhamos que um *drive* de disco baseado em JINI queira oferecer um serviço permanente de armazenamento; logo assim que o *drive* conectar-se ao sistema, ele enviará um *anúncio de presença* à rede usando ou um pacote *discovery multicast* ou *discovery unicast* a uma porta pré-definida. No referido pacote seguirá o endereço IP e o número da porta onde o *drive* do disco pode ser conectado pelo *serviço de consulta* do sistema.

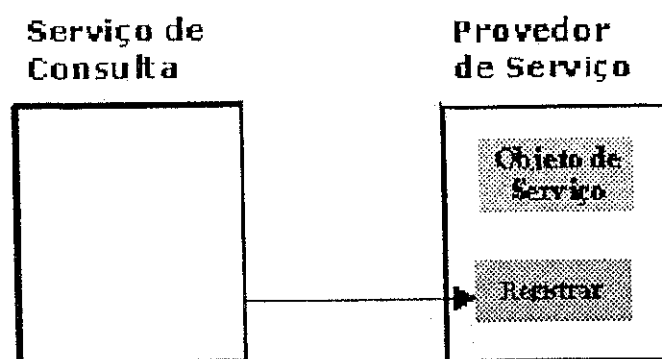


Figura 5-10 - Envio do Registrar Serviço (Registrar) pelo Serviço de Consulta ao provedor de serviço confirmando o registro do Objeto de Serviço.

As requisições, sejam elas pacotes *discovery multicast* ou *discovery unicast*, deverão ser respondidas por um *serviço de consulta* da federação JINI. Isso pode ser feito, pois incluso em um *anúncio de presença* seguirá sempre parâmetros de identificação e o endereço do requisitante. Se os parâmetros de identificação forem o esperado o *Serviço de Consulta*, usando RMI, enviará ao requisitante um

objeto denominado *Registrar Serviço (Registrar Service)*, em resposta ao pacote de anúncio. Ver Figura 5-10.

- **Processo Join**

Uma vez que um *provedor de serviço* tenha recebido o Objeto *Registrar Serviço*, que é o produto final do processo *Discovery*, então ele está pronto efetuar um *Join* e fazer parte da federação dos serviços que estão registrados no *Serviço de Consulta*. Para efetuar o processo de *Join*, o provedor de serviço executa um Método⁵⁷ JINI denominado *register()* sobre o Objeto *Registrar Serviço* recebido, passando como parâmetro um objeto chamado *Item de Serviço*, um pacote de objetos que descrevem o serviço. Ver Figura 5-11.

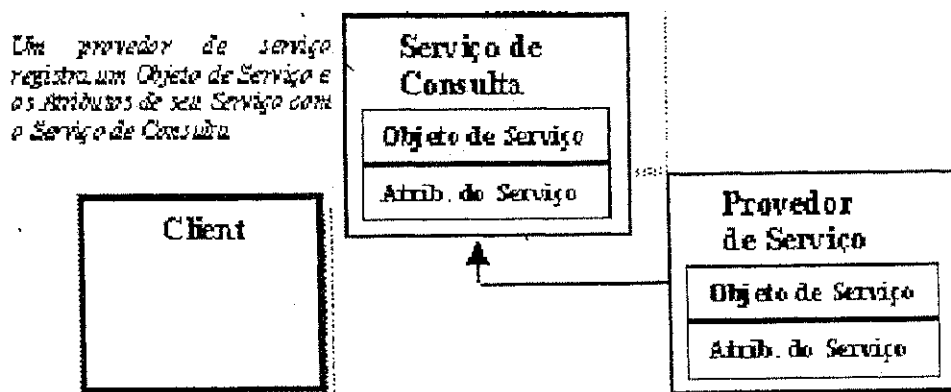


Figura 5-11 - Registro no Serviço de Consulta do Objeto de Serviço e dos Atributos de um Serviço fornecido por um provedor.

O Método *register()* envia uma cópia do *Item de Serviço* ao *Serviço de Consulta*, onde será armazenado. Uma vez completado esse processo, o provedor do serviço pode considerar concluído o processo *Join*, ou seja, seu serviço está devidamente registrado no *Serviço de Consulta* e pode ser requerido por qualquer cliente do sistema. Em síntese, no ambiente JINI, Clientes e Servidores comunicam-se com um *serviço de consulta* através do Objeto *Registrar Serviço* pelo

acionamento de Métodos JINI declarados numa *interface* denominada *ServiceRegistrar*⁵⁸ [Venners 99].

Os protocolos *Discovery* e *Join* possibilitam que objetos do sistema, *hardware* ou *software*, procurem por um *Serviço de Consulta* a fim de publicarem seus serviços que poderão ser fornecidos a outros membros da federação. Com isso, esses mesmos objetos tornando-se membros e parte da federação. Conforme ilustra a Figura 5-12, o *Serviço de Consulta* comporta-se como uma vitrine ou uma espécie de mercado central para oferta e procura de serviços pelos membros da federação. Os protocolos *Discovery*, *Join* e *Lookup* são os processos que estabelecem e mantêm este mercado.

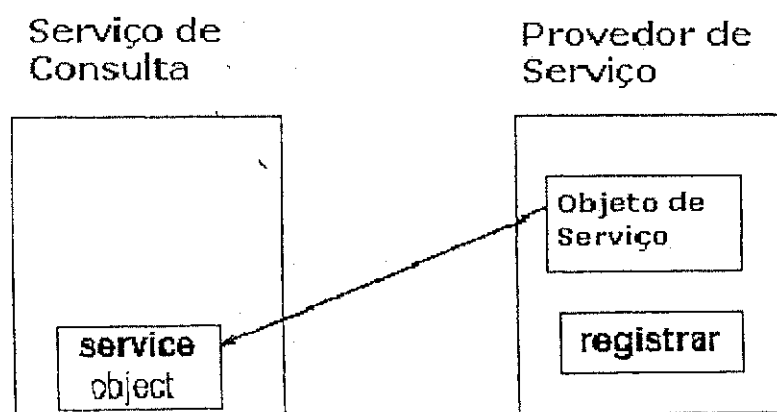


Figura 5-12 - Serviço de Consulta, uma vitrine dos Serviços oferecidos por provedores.

▪ Processo Lookup

Até momento, temos discutido a forma como objetos ou serviços são registrados no ambiente JINI, a fim de que possam estar disponíveis ao acesso e uso por membros da federação. No presente tópico, abordaremos sobre os processos recorrentes no ambientes JINI, a fim de permitir que membros da federação

⁵⁷ É uma rotina pertencente a uma Classe [Newman 97].

⁵⁸ Mais informações, consultar 2Venners 99 (pag.4)

tenham efetivo acesso a esses objetos e serviços. Assim, da mesma maneira que os protocolos *Discovery* e *Join* são empregados para disponibilizar serviços, o *Lookup* é o protocolo empregado no intuito de permitir o acesso e utilização dos serviços disponibilizados na federação JINI.

Uma vez que um serviço tenha sido registrado com um *Serviço de Consulta* via processo *Join*, ele passa a estar disponível ao uso por clientes que os requisitarem. Para achar um serviço, os clientes estabelecem contato com *serviços de consulta* via um processo denominado *Lookup*. Isso é feito pelo acionamento do Método JINI denominado *lookup()* no Objeto *Registrar Serviço* desejado [Venners 99].

Nesse processo, o Cliente requerente passa ao *lookup()* um argumento denominado *Gabarito de Serviço (Service Tamplate)*, este é um objeto que serve como critério de pesquisa para a requisição do cliente. Entre outras coisas, um *Gabarito de Serviço* pode incluir: um *ID_Serviço (service ID)*, que identifica de forma única um serviço, e atributos que deverão corresponder exatamente aos atributos baixados pelo provedor de serviço no *item de serviço* [Ibid.].

No caso geral, para a execução do *Lookup*, um cliente consulta um serviço pelo *Java type*, usualmente uma *interface* (Ver Figura 5-13). Por exemplo, se um cliente necessita usar uma impressora, ele monta um *Gabarito de Serviço* para os serviços de impressão, incluindo-lhe um *Objeto de Classe (Class Object)* para uma interface predefinida, ou seja, todos os serviços de impressão devem ser implementados através dessa *interface* bem definida.

Então, o *Serviço de Consulta* retornará com um *Objeto de Serviço* através dessa *interface*; em seguida, o cliente poderá usar o serviço da impressora, bastando para isso, acionar no *Objeto de Serviço* o Método JINI declarado na *interface* pré-definida do serviço de impressão [Ibid.].

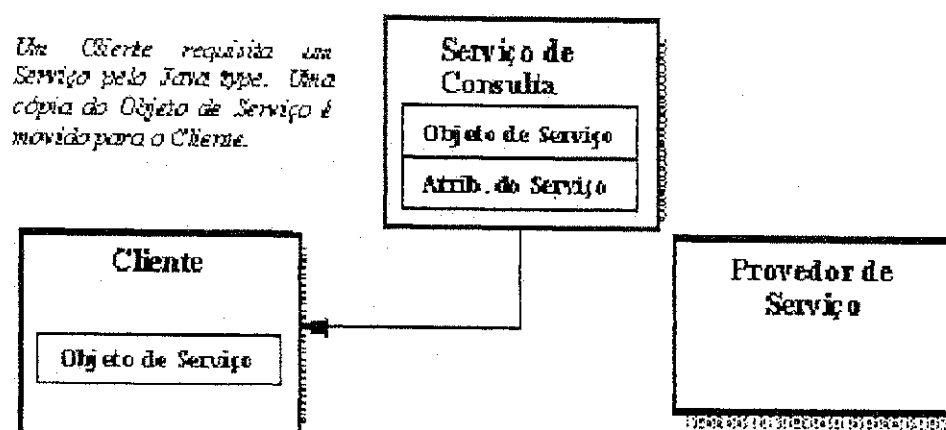


Figura 5-13 - Ilustração do Processo Lookup para o carregamento Objeto de Serviço no cliente.

Um serviço é um conceito lógico. No ambiente JINI, um serviço é identificado por uma *interface* Java, porém, cada serviço pode ser implementado de muitas formas e oferecido por diferentes fornecedores. Como exemplo, podemos ter num sistema o serviço de armazenamento em disco rígido fornecido pelo João, o serviço de armazenamento em CD regravável fornecido pela Maria ou sistema o serviço de armazenamento em *pen-drive* fornecido por outra pessoa.

Para JINI, o que faz desses um mesmo serviço é que eles implementam a mesma *interface* e o que os distingue é que cada implementação diferente usa um conjunto diferente de objetos (ou apenas um objeto diferente para cada um) pertencentes a diferentes classes. Esses objetos contêm uma *interface* programada na linguagem Java para incluir os métodos que os usuários e aplicações irão necessitar para executar o serviço, junto com qualquer outro atributo descritivo [SUN 2002].

5.1.3.d. Modelo de Programação

Pelo modelo de programação e infra-estrutura da arquitetura JINI as entradas no *Serviço de Consulta* devem ser alocadas por um tempo pré-definido

(*Leasing*). Permitindo, assim, que o sistema possa saber, exatamente, quantos grupos de serviços estão disponíveis a cada instante.

Quando o protocolo *Join* conecta um novo serviço à federação JINI (registro do *Objeto de Serviço no Serviço de Consulta*) ocorre que eventos de sinalização e objetos são registrados num registrador de eventos, o qual dessa maneira sempre é notificado quando um novo serviço está disponível ou quando serviços parados são novamente ativados.

Dado que JINI é um ambiente de sistema distribuído (federação de serviços) e uma rede que se estabelece dinamicamente, todos seus serviços são alocados por tempo pré-definido. Cada serviço, quando em uso, é registrado como estando alocado a outro serviço por um determinado tempo. Esse processo de alocação tanto pode ser exclusivo como pode permitir, também, múltiplos requerimentos para um mesmo Serviço. Em síntese, a alocação de serviços é um processo dependente do tempo e que, por isso, necessita de renovação após expiração do seu prazo de alocação.

JINI apresenta um sistema de transação que mantém o controle dos eventos do sistema através da gravação dos ambientes anteriores e posteriores a uma transação ou evento. Entretanto, o padrão não indica como o Sistema de Transações deve ser implementado; o que deixa isto por conta do desenvolvedor a implementação de sistemas individuais.

JINI possui ainda um Modelo de Eventos Distribuídos que é uma extensão do sistema usado em *JavaBeans*. Um evento (*event*) é um sistema de notificação para os serviços que indica quais ações estão ocorrendo no sistema para um dado instante. O mecanismo de eventos distribuídos requer que serviços JINI sejam registrados juntamente com outras notificações recebidas. O sistema JINI trata das tarefas de localização dos serviços obedecendo a uma hierarquia.

O sistema de alocação por tempo determinado (*Leasing*), o sistema de transações (*Transaction*) e o Modelo de Eventos Distribuídos (*Distributed Events Model*) constituem juntos o Modelo de Programação (*Programming Model*) da

plataforma JINI. Isso, juntamente com os Componentes de Infra-estrutura (*Infrastructure Component*) e os Componentes de Serviço (*Services Component*) descrevem a arquitetura.

JINI trabalha, por si própria, para criar um ambiente "*plug-and-play*" para toda sorte de dispositivo e componente de software em uma rede. *JavaSpaces* usa essa mesma arquitetura para criar um sistema de computação distribuída.

5.2. MODELO FUNCIONAL E REPRESENTATIVO

No presente tópico, descreveremos os processos desenvolvidos para a implementação de um modelo funcional que objetiva demonstrar a exeqüibilidade prática do conceito Corpo Virtual e evidenciar as peculiaridades fundamentais desse sistema. Assim, neste tópico será descrita cada etapa da implementação que buscou a correlação com o modelo teórico apresentado no capítulo 2.

5.2.1. Estrutura Sistêmica da Implementação

Este tópico trata dos detalhes referentes à estrutura do sistema representativo na implementação do modelo teórico proposto, destacando cada um dos elementos constituintes, bem como, o desenho esquemático ilustrando o sistema em questão.

5.2.1.a. Desenho Esquemático

A seguir é apresentado um desenho esquemático que ilustra o sistema da implementação de laboratório do modelo representativo deste trabalho.

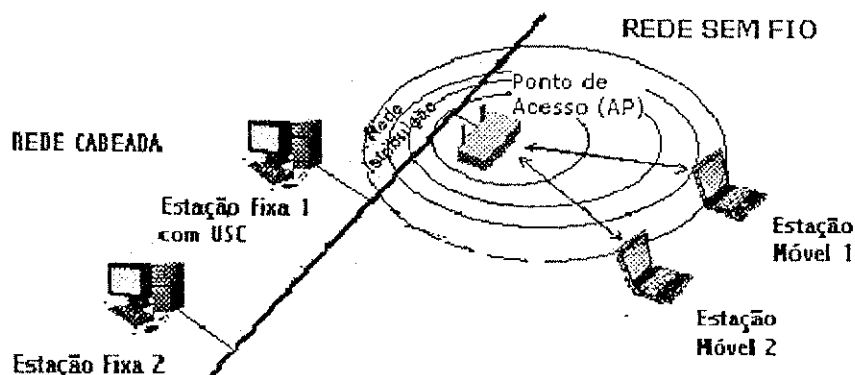


Figura 5-14 - Desenho Esquemático da Implementação em Laboratório.

5.2.1.b. Unidade Membro

Conforme tratado no tópico 2.4.1a (Unidades Membro) os membros no Corpo Virtual podem ser classificados, de acordo com sua natureza, de duas formas: os fixos e os móveis. Abaixo se tem a descrição dos detalhes de implementação representativa de cada uma dessas unidades em nosso modelo funcional.

- **Unidades de Natureza Fixa:**

Um computador de mesa (desktop) de configuração comum usando uma interface de rede padrão *Ethernet* com comunicação em mídia cabeada foi usado para representação dos membros de natureza fixa em nossa implementação de laboratório. A opção por esta configuração se deu em função de sua simplicidade, uma vez que as plataformas que rodam no padrão *Ethernet* são amplamente conhecidas e de fácil implementação.

▪ Unidades de Natureza Móvel

Em nossa implementação, um computador portátil (*laptop*) foi utilizado para desempenhar o papel representativo das unidades de natureza móvel. Nele foi instalado um adaptador PCMCIA modelo DWL-650 da *D-Link* [D-Link 2002] como *interface* de rede do padrão *IEEE 802.11b*. A principal vantagem dessa implementação está no fato dela possuir total compatibilidade com o padrão *Ethernet* e a arquitetura *TCP/IP* que são de domínio público (padrões abertos).

O *D-link DWL-650* é um adaptador de *LAN PC Card* tipo II com transmissão sem fio de 11 Mbps, opera conforme o padrão *IEEE 802.11b*, transmitindo no modo de Espalhamento Espectral de Sequência Direta (*Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS*) na faixa não licenciada de 2.4 GHz e usa encriptação WEP (*Wired Equivalent Privacy*) de 64/128-bit para uma conexão de rede segura.

O *D-Link DWL-650* pode operar tanto no modo Ad Hoc quanto no modo Infra-estruturado, em ambiente doméstico ou de escritório. No modo infra-estruturado, o DWL-650 pode conectar-se, na rede existente, a uma unidade ponte (*gateway*) residencial ou a um modem DSL/Cabo para um acesso de alta velocidade à Internet. Vale ressaltar, entretanto, que o DWL-650 é compatível apenas com a plataforma Windows (98, ME, 2000 e XP).

O DWL-650 pode transmitir dados a 11, 5.5, 2 ou 1 Mbps por canal. O valor da taxa de transmissão pode ser manualmente selecionado. É um dispositivo que apresenta completa mobilidade e possibilidade de migração sem perda de conexão de célula para célula, bem como, conexões através de um ponto de acesso. A faixa de cobertura por célula para o uso em ambiente interno (*indoor*) está acima de aproximadamente 100 metros e um pouco acima de 300 metros por célula para aplicações em ambiente externo (*outdoor*).

5.2.1.c. Unidade de Vinculação

Em nossa implementação de laboratório, a UV corresponderá a um computador de mesa (*desktop*) de configuração comum. Por limitações de recursos,

não será possível empregar em nossa implementação um *Módulo de Leitura Biométrica* como proposto no modelo; em substituição empregaremos senhas para implementar o *Processo de Autenticação*.

O módulo *Ponto de Acesso* que tem a função de integrar unidades móveis e fixas num mesmo sistema, ao contrário do que previa o modelo descrito no capítulo 2, não foi implementado na UV/USC, mas sim por um equipamento dedicado.

5.2.1.d. Sistema de Vinculação

Conforme descrito no capítulo 2, o *Sistema de Vinculação* divide suas ações entre os diferentes componentes (físicos e lógicos) do sistema. Nesse caso, implementamos dois programas correspondentes a dois importantes componentes funcionais do sistema de vinculação, eles são: o *Cliente_Membro* instalado no computador portátil e o *Servidor de Vínculos* instalado no computador de mesa. Ou seja, o módulo *Cliente_Membro* executada na máquina correspondente à *Unidade Membro* do sistema, enquanto que o módulo *Servidor de Vínculos* "roda" na máquina referente à *Unidade de Vinculação*.

É função do *Sistema de Vinculação* manter periódica comunicação entre os módulos *Cliente_Membro* e *Servidor de Vínculos*, com a troca dos sinais de validação, onde o sigilo é fundamental para a manutenção da identidade exclusiva do Corpo. Assim, no ambiente estabelecido pelo Sistema de Vinculação são bem indicados à aplicação de recursos de criptografia, tal como o PGP [PGPi 2002]. Porém, em decorrência das limitações de espaço e tempo, no sistema aqui descrito não empregaremos tais recursos e indicamos esta linha de pesquisa para trabalhos futuros.

O modelo experimental aqui descrito implementa o *Sistema de Vinculação* empregando a tecnologia JINI numa arquitetura de sistema distribuído. Assim, os programas rodando nas unidades do sistema são aplicações Java e as transações entre essas aplicações são implementadas por módulos JINI. A seguir descrevemos o Ambiente Básico e o Diagrama de Interações definidos em nossa implementação.

▪ Ambiente Básico

A seguir apresentamos as características básicas do ambiente de funcionamento, as abstrações e os mecanismos de operação do *Sistema de Vinculação* implementado:

- sistema compatível com a tecnologia JINI;
- os códigos de requisição e confirmação implementados por pacotes de comunicação simples;
- os códigos CIM e CIC correspondem ao registro de uma senha simples armazenada na Tabela de Registro do Cliente_Membro e do Servidor de Vínculos (USC), respectivamente;
- a UV configurada inicia disponibilizando os serviços de RMI, o Serviço de Consultas e o Serviço Web ao Cliente_Membro.

▪ Diagrama de Interações

Segue o diagrama (

Figura 5-15) que sintetiza as interações recorrentes no Sistema de Vinculação da implementação experimental do modelo em proposição. No caso, é enfocado o Processo de Autenticação do Cliente_Membro pelo Servidor de Vínculos.

Classes envolvidas:

Autoriza: *Interface* da classe;

AutorizaImpl: Implementação da classe autoriza;

AutorizaServidor: Classe responsável pela localização e registro do serviço na UV;

AutorizaCliente: Classe Cliente que solicita o serviço e envia chave (código de requisição) para o Servidor autorizando o acesso e em caso de resposta negativa informa na tela a indisponibilidade do serviço.

Processo de Autenticação de Cliente

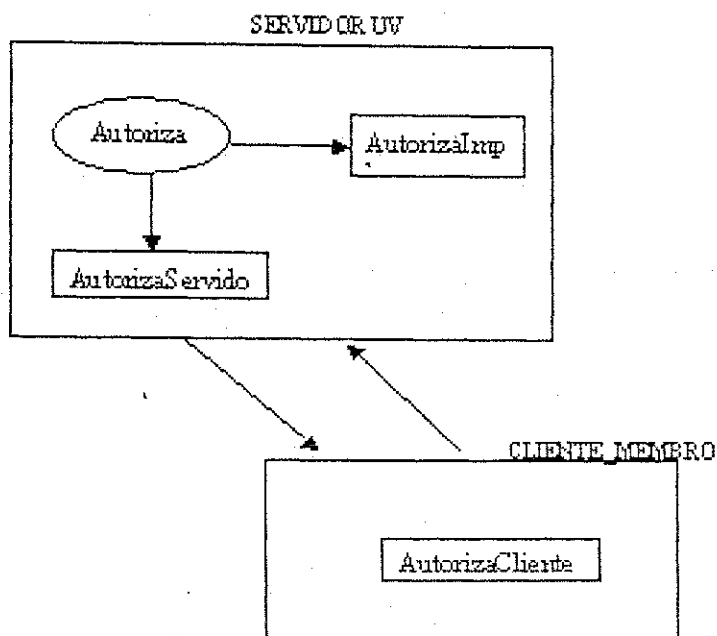


Figura 5-15 - Diagrama de Interações do Processo de Autenticação.

5.2.2. Características Funcionais da Implementação

Sob a perspectiva da tecnologia JINI, o Corpo Virtual constitui-se numa federação de serviços, onde cada componente (dispõe de seu serviço básico somente quando condições de segurança são satisfeitas. Tais condições são relativas a parâmetros biométricos obtidos para identificação do proprietário do sistema).

Definimos como serviço básico, aquilo para o que um determinado produto foi desenvolvido. Por exemplo, o serviço básico de um aparelho de televisão é captar transmissões televisivas e reproduzi-las na forma combinada de imagem e som.

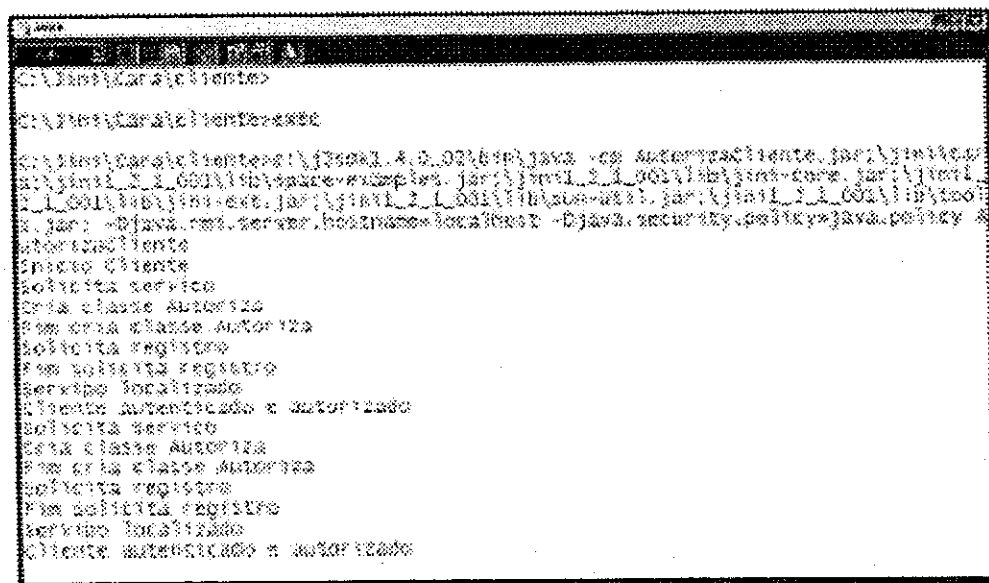
No experimento de laboratório aqui apresentado, os programas que implementam o Cliente_Membro da Unidade Membro e o Servidor de Vínculos na UV/USC são módulos desenvolvidos em JINI [SUN 2002] que visam controlar a

disponibilização dos serviços básicos das unidades do sistema. Esses módulos são bastante simplificados em relação às propriedades descritas para essas unidades no Capítulo 2.

O mesmo ocorre com os *Processos de Vinculação* que aqui serão representados apenas por rotinas simples de autenticação. A seguir, teremos a descrição das características funcionais de cada um dos referidos módulos implementados em nosso experimento.

5.2.2.a. Processos do Ambiente JINI

Tanto o módulo *Cliente_Membro* quanto o módulo *Servidor de Vínculos* são aplicações escritas em Java que podem se comunicar uma com as outras, através da troca de Objetos usando mecanismos de invocação remota de Método (*Remote Method Invocation - RMI*).



```

C:\jini\cliente>
C:\jini\cliente>java -cp autenticacao.jar:jini\lib\jini-1_1_001\lib\jini-core.jar;jini\lib\jini-ext.jar;jini\lib\jini-ssl.jar;jini\lib\jini\bin\jini.jar -Djava.rmi.server.hostname=localhost -Djava.security.policy=java.policy autenticacao
Inicio Cliente
Solicita servico
Esta classe Autoriza
Fim esta classe Autoriza
Solicita registro
Fim solicita registro
servico localizado
cliente autenticado e autorizado
Solicita servico
Esta classe Autoriza
Fim esta classe Autoriza
Solicita registro
Fim solicita registro
servico localizado
cliente autenticado e autorizado

```

Figura 5-16 - Tela de execução do módulo Cliente.

A arquitetura JINI impõe que todo e qualquer serviço do sistema seja disponibilizado através de um *Serviço de Consulta*, comumente o *Reggie*. Em nossa implementação, o *Servidor de Vínculos* e o *Reggie* ficarão na mesma máquina.

Assim, logo que ligado, o Cliente_Membro envia uma requisição (contendo sua *Senha de Permissão*) por *Lookup* ao *Reggie* do sistema, a fim de receber um *Objeto de Serviço de validação* como confirmação a sua solicitação. Ver Figura 5-16.

Com o recebimento desse objeto o Cliente_Membro manterá ativos os serviços da Unidade Membro onde está instalado. Em nossa implementação de laboratório, isso aparecerá como uma mensagem na tela do computador indicando o equivalente ao recebimento do pacote de confirmação contendo a *Licença de Operação* associada à *Senha de Permissão*; caso contrário, a solicitação será ignorada.

O módulo *Servidor de Vínculo* inicia sua operação anunciando (*Announce*) o *Serviço de Vinculação* ao *Serviço de Consulta* (*Lookup Service* ou *Reggie*) para o seu registro, via protocolos *Discovery* e *Join*.

```

C:\Arquivos de Programas\...>net
C:\Arquivos de Programas\...>java -cp "C:\Arquivos de Programas\...;C:\Arquivos de Programas\...;C:\Arquivos de Programas\...;C:\Arquivos de Programas\..."
Servidor iniciado
Servidor criado
Servidor solicitado
  
```

Figura 5-17 - Tela de execução do módulo de ativação do Servidor de Vínculos.

No registro do *Objeto de Serviço de Vinculação* constará a *Senha de Permissão* que deverá ser comparada com aquela enviada no código de requisição enviado pelo Cliente_Membro. Se as senhas forem coincidentes o *Reggie* libera o *Objeto de Serviço de validação* ao requisitante. Em nossa implementação de

laboratório, isso aparecerá como uma mensagem na tela do computador indicando esse resultado (Figura 5-17).

- Execução do Módulo Básico

Para o teste foram usados os seguintes serviços:

- RMI;
- WebServer;
- Reggie;
- LookupBrowser.

```

C:\jini>java -cp C:\jini\2.1.001\lib\jini-ext.jar;C:\jini\2.1.001\lib\jini-examples.jar com.sun.jini.example.launcher.StartService
the command line is: java -jar C:\jini\2.1.001\lib\examples.jar -port 8080 -dir C:\jini\2.1.001\lib\examples
Reggie NOT running or was started by another vm.
the command line is: java -jar C:\jini\2.1.001\lib\reggie.jar http://localhost:8080/reggie-d1.jar C:\jini\2.1.001\lib\policy.jar C:\jini\reggie_log public
LookupBrowser NOT running or was started by another vm.
reggie-d1.jar requested from 127.0.0.1:1080
the command line is: java -cp C:\jini\2.1.001\lib\jini-examples.jar -Djava.security.policy=C:\jini\2.1.001\lib\examples\policy.jar -Djava.rmi.server.codebase=http://localhost:8080/jini-examples-d1.jar com.sun.jini.example.browser.Browser
reggie-d1.jar requested from 127.0.0.1:4678
  
```

Figura 5-18 - Tela de execução dos módulos Reggie (WebServer) e LookupBrowser através do StartService⁵⁹.

⁵⁹ Programa fornecido pela SUN usado para lançar o ambiente de execução do serviço JINI (modo gráfico).

▪ Rotinas Básicas de Execução

- O serviço servidor deve ser colocado no ar esperando solicitações do cliente.
- Cliente inicia solicitando entrada na rede (Java AutorizaServidor).
- Solicita um serviço ao localizador via JINI (Java AutorizaCliente).
- O Servidor localiza o *Reggie* e registra o *Serviço de Vinculação* com concessão ao *Cliente_Membro* (lease).
- Estabelecido a conexão o Cliente envia o código de requisição ao servidor (USC) contendo sua *Senha de Permissão*.
- Servidor (USC) valida a *Senha de Permissão* do cliente e envia o código de confirmação.
- Cliente recebe código de confirmação do Servidor. O programa na máquina cliente informa na tela que seu ingresso no sistema foi autorizado (o que corresponde a permanecer ligada).

5.2.3. Dificuldades na Execução da Aplicação

Os principais problemas encontrados no desenvolvimento do protótipo foram:

- O número de tecnologias JAVA envolvidas no processo, correspondendo a um número também grande de bibliotecas.
- A versão atual do JINI modificou a localização de algumas classes dentro dos pacotes, o que dificultou a construção dos programas.
- Dificuldade na localização de documentação ou estudos de casos no uso da versão atual do JINI.
- Dificuldade de configuração do mecanismo de segurança/permissão do RMI.

5.3. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Valendo-se das premissas expostas no tópico "d" da seção 5.2.1, foi possível implementar o núcleo de funcionamento do Serviço de Vinculação, uma vez que se conseguiu fazer funcionar o processo de autenticação de uma Implementação Cliente usando a plataforma JINI. A implementação prática é simplificada, pois tem o caráter apenas de validação da proposta.

A despeito das dificuldades, a tecnologia JINI mostrou-se, na prática, ser adequada à implementação em questão. Esta plataforma provou ser ajustável às características conceituais de funcionalidade do modelo proposto. Os componentes (processos e serviços) da estrutura de computação distribuída que JINI implementa coincide, em características, com elementos do Corpo Virtual. Por exemplo, a ação de uma Aplicação Cliente "rodando" em uma Unidade Membro procurar por uma USC para se anunciar e solicitar confirmação de que é um membro ativo do Corpo (Licença de Operação), apresenta correspondência direta com os processos envolvido no registro de um serviço na federação JINI.

Vale ressaltar que a plataforma JAVA/JINI mostrou-se amigável tanto no ambiente WINDOWS (98 e NT) como no ambiente LINUX, apesar de nesse segundo ambiente ter demonstrado a necessidade da configuração de algumas bibliotecas (APIs) que no ambiente Windows já se encontram disponíveis. Isso nos faz acreditar que a referida plataforma, também, se mostrará adequada nas implementações em produtos dotados de um Sistema Operacional menores e de interações mais simples, que é o caso geral a que se destina a proposta.

Por fim, cabe ressaltar que através deste trabalho de pesquisa, o conceito Corpo Virtual comprovou ser promissor e possuir potencial para se estabelecer como uma plataforma efetivamente aplicável em aplicações de interesse comercial.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO

O tema desenvolvido neste trabalho é abrangente. Com base nas pesquisas desenvolvidas e referências bibliográficas as quais tivemos acesso, consideramos que sua abordagem é inédita; logo a implementação proposta não pode encerrar em si a apresentação completa do modelo proposto, haja vista a amplitude do universo de pesquisa que ainda pode ser desenvolvida.

Isso impõe a necessidade de trabalhos futuros, que em continuação a este, possam consolidar o modelo proposto. Porém, o presente trabalho conseguiu cumprir com seu objetivo, trazendo respostas concretas às questões inicialmente levantadas, revelando uma problemática premente e que, até então, não havia sido devidamente tratada, visto que, ainda lhe faltava sua clara definição.

Nesta dissertação tivemos a abordagem sobre o processo de evolução que vem ocorrendo no mercado tecnológico mundial de maneira natural e espontânea, onde cada vez mais objetos de nosso cotidiano estão se tornando capazes de se comunicar em rede.

Esta tendência torna o conceito de Corpo Virtual pertinente e contextualizado; por isso, a abordagem sobre os padrões, sistemas, tecnologias e plataformas flexíveis para a interação desses diversos e diferentes tipos de produtos constituiu-se num ponto de relevância deste trabalho; pois assim, foi possível dar o devido embasamento à definição das plataformas adequadas para

implementações comerciais do modelo, bem como, do modelo prático (demonstrativo) implementado em laboratório.

6.1. TRABALHOS FUTUROS

A despeito do emprego da tecnologia JINI e de todas as justificativas quanto à viabilidade de sua utilização na implementação do modelo proposto neste trabalho, deve ser ressaltado que esta é apenas uma opção dentre outras que se poderia empregar. A tecnologia JINI atua somente no nível de aplicação, e que por isso requer uma plataforma que trate a comunicação dos níveis inferiores (físico e enlace).

Assim, seria bem indicada a implementação desse mesmo sistema, utilizando plataformas que compreendam, de uma só vez, todas estas camadas; como é o caso das plataformas baseadas no padrão IEEE 802.15, tais como, Bluetooth, IrDA e HomeRF. Assim, seguem alguns temas passíveis de abordagem futuras:

IMPLEMENTAÇÃO DO CORPO VIRTUAL UTILIZANDO PLATAFORMAS BASEADAS NO PADRÃO IEEE 802.15;
DESENVOLVIMENTO DE UM PERFIL CORPO VIRTUAL NA PLATAFORMA *BLUETOOTH*.

Outro aspecto ressaltado por este trabalho é a necessidade de se estabelecer um ambiente de rede seguro ao Corpo Virtual, a fim de que seja garantida a sua identidade exclusiva, através do sigilo do conteúdo dos códigos gerados de leituras biométricas e trocados durante o processo de validação. Isso pode ser feito tanto no nível de aplicação com recursos de criptografia como utilizando alguns recursos disponíveis nos protocolos no nível de enlace. Sob este prisma seguem algumas sugestões de temas para trabalhos futuros:

SEGURANÇA DE AMBIENTE EM IMPLEMENTAÇÕES DE CORPO VIRTUAL;
UTILIZAÇÃO DO PGP EM IMPLEMENTAÇÕES DE CORPO VIRTUAL;

MÉTODOS DE VALIDAÇÃO BIOMÉTRICA EM IMPLEMENTAÇÕES DE CORPO VIRTUAL.

Há de se ressaltar, também, que o modelo em proposição ainda não encontra um ambiente tecnológico propício a sua imediata implementação em caráter prático comercial. Entretanto, conforme descrito ao longo desta dissertação existe uma clara tendência de que num breve futuro se possa ter: plataformas consolidadas, portáteis e estáveis em distintos ambientes de sistema; uma ampla disponibilidade de variados produtos dotados de recursos adequados à implementação em questão. Assim considerando, seguem alguns temas que poderão ser abordados futuramente quando na consolidação deste cenário:

IMPLEMENTAÇÃO DE CORPO VIRTUAL EM PRODUTOS COMERCIAIS;

IMPLEMENTAÇÃO DETALHADA DO PROTOCOLO DE VINCULAÇÃO PARA APLICAÇÕES COMERCIAIS DE CORPO VIRTUAL.

Em suma, este trabalho apresentou um modelo teórico detalhado sob uma base teórica e, por meio deste, efetuou uma implementação prática de um sistema anti-furto utilizando plataformas correntes, podendo assim comprovar a exeqüibilidade do modelo proposto. Por isso, tornou-se conclusivo que Corpo Virtual é uma base conceitual viável à implementação de um modelo de sistema anti-furto capaz de trazer solução efetiva (apesar de não definitiva) aos problemas relativos à apropriação indevida de bens eletrônicos.

BIBLIOGRAFIA DE CONSULTA

AMD. "Wireless Local Loop (WLL)". International Engineering Consortium. USA. 2000. Disponível em: <www.iec.org/online/tutorials/wll/topic02.html> Acesso em: 25/05/2001.

Balieiro, Silvia. "Outro Akaimai ?". Info Exame. São Paulo, Ano 15, Nº 176, 96 pg, 2000.

Barkrie, A. B. "Fixed Wireless Access / Wireless Local Loop Technology". Stanford. USA. 2000. Disponível em: <<http://florin.stanford.edu/>> Acesso em: 24/08/2001.

Bray, Jennifer; Sturman, Charles F. "BLUETOOTH®: Connect Without Cables". Prentice Hall - PTR. New Jersey. USA. 2001. 303 pg.

Gil, José. "Metamorfoses do corpo". Lisboa: Relógio D'Água, Portugal. 1997. 184 pg.

Lévy, Pierre. "Qu'Est-ce que Le Virtuel ?". Paris: La Découvert, França. 1995. 31 pg.

Miller, Brent A.; Bisdikian, Chatschik. "Bluetooth Revealed". Prentice Hall - PTR. New Jersey. USA. 2001. 495 pg.

Oppenheimer, Priscilla. "Projeto de redes Top-Down". Rio de Janeiro: Campus., 1999. 492 pg.

Selander, L. "Power-Line Communication Over the Low-Voltage Grid". PhD Thesis - Department of Information Technology at Lund University. London, U.K., 1998.

Vrana, Greg. "Homeplug: Every Outlet a Network Port?". EDN, Mar 21, 2002, pg 48.
Disponível em: < www.ednmag.com >. Acesso em: 30/06/2002.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1Kapp 2002]

Kapp, Steve. "802.11a: More Bandwidth Without Wires". IEEE Internet Computing, vol.6, nº 4, Jul/Aug 2002. Pp. 75-79.

[3Com 2001]

3Com Corporation. "What is Wireless Networking & Why Consider it ?". White Paper Technical Brief. USA. 2001. 3 pg. Disponível em: http://www.3com.com/corpinfo/en_US/technology/tech_paper.jsp?DOC_ID=148. Acesso em: 18/08/2001.

[Amorim 2000]

Amorim, Glauco Fiorotti; Gondin, Paulo Roberto de Lira. "Protocolos de Roteamento para Redes de Comunicação Móvel sem Fio Ad Hoc com QoS". Departamento de Engenharia de Sistemas do Instituto Militar de Engenharia (IME). Rio de Janeiro. 2000. 50. Disponível em: <http://ipanema.ime.eb.br/~de9/RelTec/2000/RT064-00.PDF>. Acesso em: 27/05/2001.

[Bentley 2002]

Bentley, Peter J. "Biologia Digital: Como a natureza está transformando a tecnologia e as nossas vidas". São Paulo: Berkeley, Brasil, 2002. 295.

[Bisdikian 98]

Bisdikian, Chatschik; Bhagwat, Pravin; Gaucher, Brian P.; Janiello, Frank. J.; Naghshineh, Mahmoud; Pandoh, Puneet. "WiSAP: A Wireless Personal Access Network for Handheld Computing Devices". IEEE Personal Communications. USA, , 18 a 25., 1998.

[Borbonato 2003]

Borbonato, Fábio. "A Tecnologia Jini". Geleira.org. Brasil. 2000. Disponível em: <<http://www.geleira.org>>. Acesso em: 12/03/2003.

[Brasileiro 99]

Brasileiro, Francisco Vilar; Filho, Walfredo Costa Cirne; Bezerra, Tércio Rodrigues; Moura, J. Antão Beltrão. "On the Design of Bouncer: A Robust and Flexível License Management Service for Avoiding Illegal Use of Software". Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Brasil. 15p. 1999.

[Cisco 2001]

Cisco Systems Inc. "Cisco IOS Mobile Wireless Configuration Guide - Mobile Wireless Overview". Packet Magazine. USA. 2001. 8pg. Disponível em: <www.cisco.com> Acesso em: 30/11/2001.

[Costa 99]

Costa, Rostand Edson Oliveira; Brasileiro, Francisco Vilar. "Usando Encadeamento de Transações para Implementar um Controle Fim-a-Fim de Fraudes em Aplicações Distribuídas". Universidade Federal da Paraíba - UFPB. Brasil. 17p. 1999.

[Defler 95]

Defler, Frank J. "Guia de Conectividade". 3º ed. Rio de Janeiro: Campus., 1995. 540.

[Dhir 2001]

Dhir, Amit.; "The Home Networking Revolution - A Designer's Guide". San Jose, CA
- EUA: Xilinx, Inc., 2001. 260.

[D-Link 2002]

D-Link®. "DWL-650 PCMCIA Wireless: Create a Network and Share Internet Access
Without Wires". Especificação de Produto. USA. 2002. Disponível em:
<<http://www.dlink.com/>>. Acesso em: 10/08/2002.

[Freedman 95]

Freedman, Alan. "Dicionário de Informática". São Paulo: Makron Books. Brasil, 1995.
596.

[Guimarães 99]

Guimarães, Dayani Adionel. "Projeto de Sistemas Celulares - Fundamentos".
INATEL. Minas Gerais. 1999. 1º. Disponível em:
<http://www.inatel.br/docentes/dayani/#Slides>. Acesso em: 23/03/01.

[Howe 2002]

Howe, Carl D.; "Connected Devices Reinvent Consumer", The Forrest Brief, Forrest
Research, Inc., January 2002.

[IEEE 99]

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers. "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications". IEEE Communications Standard . New York, EUA. 1999. Part. 11, 528 pg. Disponível em: www.ieeeexplore.ieee.org. Acesso em: 25/05/2001.

[Kahn 95]

Kahn, P; Probert, T. H.; Chase, M. E. "Trends in Local Wireless Networks". IEEE Communications Magazine. USA, 3., 33., 1995.

[Kapp 2002]

Kapp, Steve. "802.11: Leaving the Wire Behind". IEEE Internet Computing, vol.6, nº 1, Jan/Feb 2002. Pp. 82-85.

[Kartz 99]

Kartz, Randy H. "Adaptation and Mobility in Wireless Information". Mobicom 99: UC Berkeley - Computer Science Division. Seattle, Washington. 1999.

[Newman 97]

Newman, Alexander. "Usando JAVA: O guia de referência mais completo". Rio de Janeiro: Campus. Brasil. 1999. 861.

[PGPi 2002]]

PGPi Project. "PGP Documentation". The International PGP Home Page. USA. 2002
Disponível em: <<http://www.pgpi.org/>>. Acesso em: 12/03/2002.

[Rekesh 99]

Rekesh, John. "UPnP, Jini and Salutation - A look at some popular coordination frameworks for future networked devices". USA. 1999. Disponível em: <<http://www.cswl.com/whiteppr/tech/upnp.html>>. Acesso em: 20/10/2002.

[Raves 2000]

Raves, Ammar. "Common Architecture For Third Generation Wireless Network". IEEE Communications Magazine. San Jose, CA - EUA. 2000. 5p. Disponível em: www.ieeeexplore.ieee.org. Acesso em: 18/08/2001.

[Santaella 97]

Santaella, Lúcia. "O homem e as máquinas". In Domingues, D. "A arte no século XXI: a humanização das tecnologias". São Paulo: Unesp. Brasil. 1997. 375.

[Serres 99]

Serres, Michel. "Luzes - cinco entrevistas com Bruno Latour". São Paulo: Unimarco Editora. Brasil. 1999.

[Shah 2002]

Shah, Rown. "The Skinny on Jini: Jini and JavaSpaces Bring True Distributed Computing to Java". USA. 2002. Disponível em: <<http://www.javaworld.com/javaworld/>>. Acesso em: 18/10/2002.

[Siep 2000]

Siep, Thomas M.; Gifford, Ian C.; Braley, Richard C.; Heiley, Robert. "Paving the Way for Personal Area Network Standards: An Overview of the IEEE P802.15

Working Group for Wireless Personal Area Networks". IEEE Personal Communications. USA, 2000. 7p. <www.ieeeexplore.ieee.org> Acesso em: 18/04/2001.

[Silva 96]

Silva, Mário Gomes. Novell Netware 3.12: Instalação e Configuração. São Paulo: Érica., 1996. 517.

[Souza 2000]

Souza, Bruno Ferreira. "JINITM Technology Tutorial". BRASIL. 2000. Disponível em: <<http://www.javaman.com.br/>>. Acesso em: 30/06/2002.

[Sumuano 2001]

Sumuano, Leonardo Soto. Redes Inalámbricas (WLAN). Universidad Virtual del Sistema Tecnológico de Monterrey. México. 2001. 22 pg. Disponível em: <www.ruv.itesm.mx/programas/mestria/mcc/mcc/mcc_main/> Acesso em: 27/05/2001.

[SUN 99]

SUN Microsystems, Inc. "JINITM Architecture Overview - Technical White Paper". USA. 1999. Disponível em: <<http://www.sun.com/jini>>. Acesso em: 12/03/2002.

[SUN 2002]

SUN Microsystems, Inc. "JINITM Network Technology". Datasheet. USA. 2002. Disponível em: <<http://www.sun.com/jini>>. Acesso em: 12/03/2003.

[Tanenbaum 94]

Tanenbaum, Andrew S. "Redes de Computadore"s. Rio de Janeiro: Campus., 1994. 900.

[Venners 99]

Venners, Bill. "Jini: New technology for a networked world - How Jini raises the level of abstraction for distributed systems programming". USA. 1999. Disponível em: <<http://www.javaworld.com/javaworld/>>. Acesso em: 20/10/2002.

[Venners 2000]

Venners, Bill. "Objects, the Network, and Jini - How Jini raises the level of abstraction for distributed systems programming". USA. 2000. Disponível em: <<http://www.artima.com/jini/jiniology/intro.html>>. Acesso em: 30/06/2002.

[Waldman 99]

Waldman, Helio; Yacoub, Michael Daoud. "Telecomunicações - Princípios e Tendências". 3º ed. ed. São Paulo: Érica., 1999. 293.

[Yuri 2000]

Yuri, Flávio. "É a vez da rede móvel". Info Exame. Ano: 15, Ed. 173. São Paulo, 30 a 33. 2000.

[Zyren 2002]

Zyren, Jim; Petrick, Al. "IEEE 802.11 Tutorial". White Paper by YDI - Young Design Inc. USA. 2002. Disponível em: <<http://www.ydi.com/deployinfo/wp-80211-tutorial.php>>. Acesso em: 15/07/2002.