

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

LUIZ MELO ROMÃO

**UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS
HOLÔNICOS EM DOCUMENTOS ELETRÔNICOS**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação

Orientador: Prof. Mário Antônio Ribeiro Dantas, Dr.

Florianópolis

2005

UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS HOLÔNICOS EM DOCUMENTOS ELETRÔNICOS

LUIZ MELO ROMÃO

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação área de concentração Sistemas de Computação e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.

Prof. Raul Sidnei Wazlawick, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora

Prof. Mário Antônio Ribeiro Dantas, Dr.
Orientador e Presidente da Banca

Prof. Carlos Roberto De Rolt, Dr.

Prof. Frank Augusto Siqueira, Dr.

Prof. Júlio da Silva Dias, Dr.

*“Do not go
where the path may lead,
go instead
where there is no path
and leave a trail.”*

Ralph Waldo Emerson

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus pais
Geraldo e Wanda, meu irmão Wagner, meus
familiares, namorada, amigos e a todos que
confiaram nos meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu forças para ir até o fim deste projeto e aos meus pais pelas orações e conselhos.

A minha namorada e amigos pela ajuda e compreensão nos momentos de isolamento.

A todos os companheiros da Univille em especial a equipe dos Laboratórios e da Divisão de Tecnologia pelos incentivos e apoio no meu estudo.

Por fim, agradeço ao Professor Ricardo Ferreira Martins pelas opiniões, em especial ao Professor Júlio da Silva Dias pela dedicação demonstrada em todo esse projeto e ao meu orientador Professor Mário Antônio Ribeiro Dantas pela importante contribuição.

SUMÁRIO

Índice de Figuras.....	viii
Resumo.....	ix
Abstract.....	x
Lista de Acrônimos	xi
Introdução	12
1.1 Motivação e Justificativa	15
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 Estrutura do Documento	17
2 Tecnologias de Gerência de Documentos.....	20
2.1 XML.....	21
2.1.1 Breve Histórico.....	21
2.1.2 Conceitos Básicos.....	21
2.1.3 Definição das Estruturas	22
2.2 Sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentos - GED	25
2.2.1 Estrutura de um Sistema de Gerenciamento de Workflow (SGWF).....	31
2.2.2 Definições de componentes de Sistemas de Gerenciamento de Workflow ..	33
2.2.3 Principais Requisitos dos SGWFs Tradicionais	34
2.3 Sistemas Holônicos.....	36
2.4 Agentes Móveis.....	40

2.4.1 Linguagens de Comunicação de Agentes (ACL)	42
2.5 Trabalhos Correlatos	45
2.6 Considerações Finais do Capítulo.....	47
3 Proposta de Documento Holônico	49
3.1 Detalhes Técnicos	49
3.1.1 Estrutura.....	49
3.1.2 Gerência de Controle	51
3.1.3 Gerência de Falhas.....	52
3.1.4 Gerência de Segurança	53
3.2 Comportamento dos Documentos Holônicos	54
3.3 Exemplos de Utilização dos Documentos Holônicos	56
4 Análise do Protótipo	57
5 Considerações Finais	67
Referências Bibliográficas.....	70
Anexo I.....	74
Assinatura Digital	74
Anexo II	78
Web Services	78
.NET Remoting.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - FORMATO DE UM DOCUMENTO XML	23
FIGURA 2 - EXEMPLO DE UMA DTD [PIN 03]	24
FIGURA 3 - DECLARAÇÃO DE ELEMENTOS SIMPLES E COMPOSTOS [PIN 03].....	25
FIGURA 4 - CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS DE WORKFLOW [FIL 00]	32
FIGURA 5 - ESTRUTURA GENÉRICA DE SISTEMAS DE WORKFLOW [FIL 00]	33
FIGURA 6 - FORMATO DE UMA MENSAGEM KQML [WEI 99]	43
FIGURA 7 - FORMATO BÁSICO DE UMA MENSAGEM FIPA - ACL [WEI 99]	44
FIGURA 8 - ESTRUTURA DO DOCUMENTO HOLÔNICO.....	50
FIGURA 9 - DOCUMENTO HOLÔNICO	51
FIGURA 10 - MODELO DE SINCRONISMO DE DADOS NOS DOCUMENTOS HOLÔNICOS	55
FIGURA 11 – WORKFLOW - PROJETO DE PESQUISA	59
FIGURA 12 – DOCUMENTO HOLÔNICO – CAMADA DE DADOS DO PROTÓTIPO.....	60
FIGURA 13 – DOCUMENTO HOLÔNICO – CAMADA DE APLICAÇÃO DO PROTÓTIPO	62
FIGURA 14 – SINCRONISMO DAS INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO HOLÔNICO	64
FIGURA 15 – ALGORITMO DE CHAVE ASSIMÉTRICA.....	74
FIGURA 16 – ETAPAS DA ASSINATURA DIGITAL.....	76
FIGURA 17 – PROCESSO GERAL DE CONTRATAÇÃO DE UM WEB SERVICE [W3C 04B]	79
FIGURA 18 – ARQUITETURA .NET REMOTING [OBE 01]	81

RESUMO

A grande quantidade de informações trocadas diariamente via Internet, tem exigido dos Sistemas de Gerenciamento Eletrônicos de Documentos novos requisitos que até pouco tempo não eram essenciais. A necessidade da disponibilidade e confiabilidade das informações contidas nos documentos eletrônicos faz com que os usuários que utilizam esta tecnologia tenham a extrema garantia do seu correto funcionamento.

Uma forma de garantir estes requisitos de maneira otimizada seria fazer com que cada documento eletrônico fosse responsável pelo gerenciamento de suas próprias informações. Assim, cada ação de gerência que fosse tomada, deveria partir do próprio documento, fazendo com que, os usuários interessados em suas informações tivessem rápido acesso a elas. Desta forma, o documento eletrônico deixa de ser estático e passa a reagir dinamicamente a cada mudança que ocorrer em seu ambiente.

Nesta Dissertação é proposta uma nova abordagem para o controle de informações em sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos. A contribuição vem através do desenvolvimento e implementação de documentos eletrônicos inteligentes e auto gerenciáveis. Esta nova proposta denominada de documento holônico, devido às suas características autônomas, será responsável pelo seu próprio gerenciamento e terá de atuar conforme as necessidades administrativas do usuário.

A colaboração desenvolvida nesta Dissertação é caracterizada por um sistema fundamentado em experiências empíricas no uso dos documentos holônicos. Através de pesquisas e com exemplos da utilização dos documentos holônicos, pôde-se comprovar o sucesso da abordagem, tornando um ramo de pesquisas nesta área.

PALAVRAS-CHAVE: Documento Eletrônico, Sistemas Holônicos, Gerenciamento Eletrônico de Documentos.

ABSTRACT

The vast daily information exchanged in the Internet has requested new requirements to the Electronic Document Management System, which was not necessary before. The necessity of availability and reliability information contained in electronic documents makes users to have extreme guarantee of the correct functioning.

One way to ensure these requirements is making the own information being responsible for its own management. Though, each management action that could be taken, should start from the document, making that interested users have fast access to it. In this way, the electronic document starts reacting dynamically and not stately in each change that could occur in its environment.

This dissertation proposes a new approach for control information in Electronic Document Management System. The contribution comes from implementation and development of intelligent electronic and self-managed documents. This new approach denominated holonic document, due to autonomous characteristic, is responsible for its own management and has to actuate according to the administrative necessity of the users.

The collaboration developed in this dissertation is characterised by a system based in empirical experiences in holonic documents. Through researches and examples of holonic documents, it was proved that the success of this approach is becoming a branch of researches in this area.

KEY WORDS: Electronic Documents, Holonic Systems, Electronic Documents Management.

LISTA DE ACRÔNOMOS

ACL	Linguagem de Comunicação de Agentes
APIS	Application Programming Interfaces
CENADEM	Centro Nacional de Desenvolvimento do Gerenciamento da Informação
CONARQ	Conselho Nacional de Arquivos
CTDE	Câmara Técnica de Documentos Eletrônicos
CRM	Customer Relationship Management
DI	Document Management
DM	Document Imaging
DTD	Document Type Definition
ERP	Enterprise Resource Planning
FIPA	Foundation for Intelligent Physical Agents
GED	Gerenciamento Eletrônico de Documentos
HMS	Sistemas Holônicos de Manufatura
HTML	Hypertext Markup Language
ICR	Intelligent Character Recognition
KQML	Knowledge Query and Manipulation Language
OCR	Optical Character Recognition
OWL	Web Ontology Language
RDF	Resource Description Framework
RIM	Records and Information Management
RMI	Remote Method Invocation
SGWFs	Sistemas de Gerenciamento de Workflow
SGML	Standard Generalized Markup Language
W3C	World Wide Web Consortium
WfMC	Workflow Management Coalition
XML	eXtensible Markup Language

Capítulo 1

Introdução

Um documento, de acordo com o Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa [HOU 01], é qualquer objeto de valor documental (fotografias, peças, papéis, filmes, construções) que elucide, instrua, prove ou comprove cientificamente algum fato, acontecimento ou dito. Segundo o Centro Nacional de Desenvolvimento do Gerenciamento da Informação – CENADEM [CEN 05], um documento é definido como um conjunto de informações que agrega dados estruturados, semi-estruturados e não-estruturados e que representam o conhecimento produzido ao longo de um processo da organização.

De acordo com Macedo [MAC 03], o tratamento da informação é um componente indispensável para que as organizações encontrem maneiras de aumentar a produtividade. A idéia de informação pode ser descrita de várias maneiras. Goulart [GOU 04] parte do princípio, que a informação é a resposta a uma questão formulada que nos ajuda em um processo decisório. Já na Teoria da Informação, desenvolvida por Claude Shannon, a informação é definida como a redução da incerteza [apud GAT 95].

O tratamento das informações e a otimização do fluxo de trabalho podem racionalizar processos e atender requisitos de qualidade total como, por exemplo, a norma ISO 9000 [KAN 95]. As informações armazenadas tradicionalmente em papel, proporcionam para a empresa perdas expressivas devido à utilização de espaço para armazenamento, extravio, dificuldade e tempo para localização do documento [LAS 05].

Nos últimos anos a quantidade de informação cresceu de forma exponencial e a dificuldade de armazenamento e controle dos documentos tornou-se cada vez mais complexa. Acreditava-se que, com a informatização e a implementação de sistemas de informação, o fluxo de papéis seria reduzido. Segundo pesquisa realizada nos EUA, em 1990, pela Avant Imaging & Information Management Inc [AII 05], 95% dos documentos

das organizações eram impressos e guardados em papel. Hoje, mesmo dentro de um processo evolutivo de informatização plena dos sistemas existentes, 92% dos documentos ainda são impressos [CEN 05].

Um levantamento feito pela International Management Research [RED 05], aponta que um executivo gasta aproximadamente quatro semanas por ano procurando documentos; em média, se faz dezenove cópias de cada documento. Estima-se que, nos Estados Unidos, se gasta US\$ 1.00 para produzir um documento; US\$ 5.00 para mantê-lo; US\$ 25.00 para armazená-lo e US\$ 250.00 para buscá-lo em local não adequado ou em meios não estruturados. Sabe-se que, no Brasil, os valores apontados não são os mesmos, mas a proporção de gastos desde a produção do documento, passando pela sua armazenagem e recuperação, pode ser comprovada.

Hoje, entende-se que as empresas que têm sob controle, um número maior de informações, poderão tomar decisões com maior rapidez, atuarão com eficácia e atingirão direta e positivamente seus clientes. Diante disto, se têm buscado novas formas de apoio que possam integrar, através de sistemas de automação de escritório, as execuções de processos, otimizando, assim, o tempo disponível do pessoal e aumentando a eficiência da organização como um todo.

Para as grandes organizações, o advento do armazenamento de informações em meio eletrônico trouxe uma maior segurança e um aumento de produtividade nos processos de negócios. A Câmara Técnica de Documentos Eletrônicos – CTDE, criada pelo Conselho Nacional de Arquivos – CONARQ [CON 05], refere-se ao documento eletrônico como “todo documento em meio eletrônico, com um formato digital, processado por computador”. Segundo Sprague Jr. [SPR 95], isso quer dizer que o termo "documento eletrônico" compreende uma variedade de formatos que incluem mensagens de e-mail e voz, vídeos, fotografias, mapas, produto de processadores de texto e muitos outros formatos que asseguram e transportam informações.

Para a sustentação e manipulação dessa forma de tecnologia, aplicações de Gerenciamento Eletrônico de Documentos – GED tornaram essenciais. O GED exige a habilidade de trabalhar com esta variedade de formatos, que nem sempre podem ser previstos pelos projetistas de aplicação ou por seus usuários. A tecnologia de informação que deverá ser utilizada é então definida pela arquitetura do documento, o método de recuperação e a necessidade de armazenamento.

O CENADEM tem como um de seus objetivos, difundir as novas e emergentes tecnologias da informação e documentação. Estas tecnologias estão diretamente relacionadas com o complexo informacional gerado numa empresa e por essa recebida, processada e distribuída. Segundo o CENADEM [CEN 05], os sistemas de GED objetivam gerenciar o ciclo de vida das informações, desde sua criação até o seu arquivamento. O objetivo de toda empresa é a competitividade, produto de uma boa tomada de decisão. Para isso, as empresas precisam ter acesso rápido as informações. As empresas de maior sucesso são aquelas que possuem um melhor gerenciamento de todas as informações.

O GED envolve as organizações sistematizadas e automatizadas, internas e externas de documentos ao longo do tempo, através de algum tipo de banco de dados ou seu equivalente [CEN 05]. O uso da tecnologia de GED traz consigo um conjunto importante de técnicas no que diz respeito a maneiras de como criar, armazenar, recuperar, publicar, indexar, arquivar, distribuir um documento, assim como, gerenciar um fluxo de trabalho baseado em documentos eletrônicos.

Hoje, muitas empresas utilizam sistemas de GED e muitas outras estão começando seus processos de gerenciamento de documentos ativos e inativos. Entender o desenvolvimento e implantação de tal sistema, suas características básicas, vantagens e desvantagens são essenciais para o sucesso futuro das instituições.

O sucesso desta tecnologia já pode se dizer consolidado, apesar de que, com o aumento da utilização de sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos baseados

em Web, o gerenciamento das informações que trafegam pela rede tornou-se mais complexo. Desta forma, outras necessidades como disponibilidade, segurança e integridade das informações, vem surgindo para que se possa dar continuidade à larga utilização desta tecnologia.

1.1 Motivação e Justificativa

Com o advento da Internet, a troca e a atualização de documentos eletrônicos vem ocorrendo de uma maneira extraordinariamente rápida e em enorme quantidade. Desta forma, os usuários desta tecnologia necessitam que as transações eletrônicas envolvidas sejam, de alguma maneira, altamente íntegras e confiáveis.

Os documentos eletrônicos envolvidos em processos de negócios precisam dar garantia aos seus autores e leitores, que as informações neles contida sejam autênticas e que nenhuma alteração de seu conteúdo poderá ocorrer durante a transação, sem que os envolvidos sejam notificados. Além disso, questões como disponibilidade do documento, segurança, níveis de acesso e cópias de segurança, são algumas formas de gerenciamento essenciais, devido à larga utilização deste meio em processos de *B2B*, *e-commerce*, *bank online*, entre outros.

Uma forma de garantir estes requisitos de maneira otimizada seria fazer com que cada documento eletrônico fosse responsável pelo gerenciamento de suas próprias informações, fazendo com que cada ação que tivesse que ser tomada partisse do próprio documento e que os usuários interessados em suas informações tivessem rápido acesso a elas. Desta forma, o documento eletrônico deixaria de ser estático e passaria a agir dinamicamente a cada mudança que ocorresse em seu ambiente, tendo condições de identificar o seu proprietário e impor regras sobre a sua utilização.

Seguindo esta linha de autonomia, foi que, no final dos anos 60 Arthur Koestler [KOE 67], identificou em organizações sociais e biológicas a existência de uma entidade que era parte de um sistema, mas que possuía independência e inteligência para tomar suas próprias decisões, ou seja, apesar de estar contida em um sistema maior, essa entidade era independente para decidir suas ações. Koestler denominou esta nova entidade como sendo um *holon*.

Um *holon*, como Koestler imaginou, é uma parte identificável de um sistema que tem uma identidade única, o qual é feito de partes subordinadas e também é parte de um conjunto. Dessa forma, cada *holon* é capaz de prover os mínimos recursos, para dar apoio no desenvolvimento de suas partes subordinadas.

A concepção desta Dissertação é empregar as características identificadas por Koestler nos *holons*, para o desenvolvimento de um novo modelo de documento eletrônico. Este nova entidade terá a capacidade de se auto-gerenciar, dando lhe autonomia para que possa, independente da situação do ambiente, tomar decisões pertinentes às suas necessidades. Este novo modelo de documento será desenvolvido para auxiliar os usuários na forma de gerenciamento, disponibilidade e segurança das informações trocadas diariamente via Internet.

Através desta autonomia do documento, os usuários deste novo modelo poderão contar com uma maior mobilidade dos dados, em qualquer ambiente, favorecendo assim a utilização destes documentos em sistemas de negócios pela Internet. Além disso, os usuários terão uma maior confiabilidade, segurança e rapidez no acesso das informações contidas em tais documentos eletrônicos.

Desta maneira, se pretende dar uma dinâmica maior nos processos organizacionais, fazendo com que as informações fluam de uma maneira mais estável, atendendo de forma mais ampla todos os interessados.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O trabalho aqui apresentado tem como objetivo, propor uma nova abordagem, para o controle de informações em sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos, através do desenvolvimento e implementação de documentos eletrônicos inteligentes e auto gerenciáveis. Esta nova entidade denominada de **documento holônico**, devido as suas características autônomas, será responsável pelo próprio gerenciamento e terá de atuar conforme as necessidades administrativas do usuário. Desta forma, o documento holônico além de possuir uma estrutura e um conteúdo, como os documentos eletrônicos atuais, conterà informação para ações de gerenciamento, a fim de auxiliar os usuários nas trocas de informações via Internet.

1.2.2 Objetivos Específicos

São os seguintes os objetivos específicos:

- Realizar pesquisas com o objetivo de localizar projetos e propostas que possam suprir os problemas encontrados com o gerenciamento dos documentos eletrônicos atuais.
- Apresentar o conceito e a estrutura de um documento holônico;
- Determinar as vantagens da utilização dos documentos holônicos;
- Implementar uma análise para o desenvolvimento de um protótipo, afim verificar o desempenho do modelo proposto.

1.3 Estrutura do Documento

A necessidade de se criar uma nova proposta de gerenciamento de informações em documentos eletrônicos, foi a motivação que se deu para o inicio das pesquisas deste

projeto. No Capítulo II, foram feitos estudos referentes a ferramentas e a trabalhos de pesquisa que foram utilizados para o desenvolvimento desta proposta.

A primeira abordagem, diz respeito à linguagem de marcação XML, linguagem que vem se tornando padrão para a estruturação de documentos eletrônicos na Internet. Foi feito um breve relato dos conceitos básicos desta linguagem e uma definição da estrutura dos documentos XML. Logo após, são apresentados o conceito, a estrutura e as características básicas dos Sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos, dando uma ênfase maior aos Sistemas de Workflow, ferramenta muito utilizada para a automação de processos de negócios. Também são apresentados os requisitos básicos deste tipo de sistema, assim como os problemas relacionados a esta tecnologia.

Ainda no Capítulo II, foi iniciado o estudo sobre os sistemas holônicos, com a narração da idéia de seu autor e as características deste sistema que possibilita a construção de sistemas complexos e ao mesmo tempo de fácil gerenciamento. Outra ferramenta abordada neste capítulo são os agentes móveis. Foi feita uma abordagem sobre as propriedades fundamentais de softwares de sistemas baseados em agentes e a contribuição desta tecnologia para o desenvolvimento deste projeto.

Concluindo o Capítulo II, foi apresentado um estudo sobre trabalhos correlatos a esta proposta. Por ser, esta Dissertação, o desenvolvimento de uma proposta de um novo conceito, nesta sessão são apresentados relatos de pesquisas que motivaram a viabilidade deste projeto.

No Capítulo III, foi definida a proposta do documento holônico. Inicialmente, foram abordados a estrutura e os detalhes técnicos no desenvolvimento do documento holônico. Logo após, é demonstrado o comportamento do documento holônico em relação aos sistemas e aos usuários durante a sua utilização. Na última seção do Capítulo III são apresentados alguns exemplos de situações, onde os documentos holônicos poderão ser utilizados.

No Capítulo IV, é descrita uma análise para o desenvolvimento de um protótipo capaz de demonstrar a utilização dos documentos holônicos. Como forma de garantir a viabilidade da proposta foi feita uma abordagem, descrevendo passo a passo a construção de um projeto com a utilização de tecnologias e trabalhos pesquisados.

Concluindo a Dissertação, no Capítulo V, são descritos comentários sobre as dificuldades, pontos positivos e a contribuição atingida neste trabalho.

Capítulo 2

Tecnologias de Gerência de Documentos

Neste Capítulo, são apresentadas as tecnologias utilizadas durante o projeto da Dissertação. A primeira ferramenta apresentada, diz respeito à linguagem de marcação XML, linguagem que vem se tornando padrão para a estruturação de documentos eletrônicos na Internet. Nos documentos holônicos, ela foi utilizada como forma de organização das informações. A próxima seção descreve sobre os Sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos – GED, onde é dado um enfoque maior aos Sistemas de Workflow, que foi a ferramenta dos sistemas de GED utilizada para dar apoio à criação deste projeto.

Logo após, é apresentado um estudo sobre os sistemas holônicos, abordando sua origem, sua idéia inicial e suas características principais. Ainda é discutido onde e como esta metodologia está sendo empregada e de que maneira foi sua participação no desenvolvimento do documento holônico. A seguir, uma definição de agentes móveis é relatada. Este componente é responsável em dar ao documento holônico a autonomia esperada para o seu funcionamento.

Ainda neste capítulo, é dada uma breve descrição de alguns estudos relacionados com este tema. Estas pesquisas foram utilizadas para viabilizar o projeto, e demonstrar que ainda existe um longo caminho a se percorrer em relação ao gerenciamento de documentos eletrônicos inteligentes. Os assuntos foram divididos em seções, sendo que ao final de cada seção, foi dado um esclarecimento e uma justificativa ao leitor, sobre a utilização de cada ferramenta no desenvolvimento deste novo modelo de documento eletrônico denominado documento holônico.

2.1 XML

2.1.1 Breve Histórico

Até alguns anos atrás, a publicação de dados eletrônicos estava limitada a poucas áreas científicas e técnicas, mas, atualmente, trata-se de uma atividade universal. O uso da HTML na Internet possibilitou que os dados fossem apresentados em uma estrutura simples e de fácil leitura. A HTML (*HyperText Markup Language* – linguagem de marcação de hipertexto) é uma linguagem de marcação, que foi inicialmente concebida como uma solução para a publicação de documentos científicos em meios eletrônicos. Esta linguagem se popularizou e se tornou padrão para a Internet. Diversos tipos de aplicações como, navegadores, editores, programas de e-mail e bancos de dados, atualmente fazem uso intensivo da HTML. Entretanto, a linguagem HTML apresenta algumas limitações devido a utilização de marcações fixas na sua estrutura. Este motivo levou ao desenvolvimento de uma nova linguagem de marcação, capaz de introduzir novas possibilidades e trazer uma melhor integração entre dados e usuários.

Assim, em 1996, foi criada a XML, inicialmente como uma versão simplificada da SGML, que possibilita ao autor especificar a forma dos dados no documento, além de permitir definições semânticas [W3C 04a]. Em fevereiro de 1998, a XML tornou-se uma especificação formal, e hoje é reconhecida como um padrão para os documentos eletrônicos, de acordo com o World Wide Web Consortium (W3C) [W3c 04a].

2.1.2 Conceitos Básicos

XML é uma sigla que representa *eXtensible Markup Language* - Linguagem de Marcação Extensível [W3C 04a]. Para Pinto [PIN 03] a linguagem XML se diferencia da maioria das linguagens de marcação, inclusive a própria HTML, por não contar com um conjunto limitado de *tags* a serem utilizadas. A característica flexível da linguagem XML

permite a seus usuários a definição de suas próprias *tags* e com isso proporciona a criação de linguagens de marcação próprias. Pinto [PIN 03] descreve que a vantagem da utilização da XML para criação de novas linguagens se deve ao fato que, todas as linguagens baseadas na XML, compartilham uma sintaxe básica comum como, por exemplo: *RDF*, *OWL*, *XML Schema*, *MML*.

A linguagem XML pode ser utilizada para representação e troca de documentos e informações entre sistemas e aplicações diferentes, tornando assim uma forma comum de entendimento entre ambos. De acordo com Pinto [PIN 03], “os dados podem apresentar estruturas diferentes, ainda que, implicitamente, o armazenamento e acesso a estas informações podem ser bastante facilitados, quando se tem disponível uma estrutura que descreva como esses dados são”.

A facilidade no manuseio das informações e a possibilidade de sua utilização em qualquer plataforma foi o que levou a escolha do formato XML como mecanismo de estrutura dos documentos holônicos.

2.1.3 Definição das Estruturas

Todos os documentos XML possuem a mesma estrutura básica, composta de um cabeçalho, chamado de *prólogo*, e do restante do documento chamado de *instância*. No prólogo ficam as informações que identificam o documento como sendo XML, tais como a versão da linguagem e o tipo de documento ao qual ele está associado. A instância do documento segue o prólogo, contendo os dados propriamente ditos, organizados como uma hierarquia de elementos.

Um documento XML pode ser visto como uma árvore onde cada nó externo consiste de: dados de caracteres, instruções de processamento, comentários, declarações de entidades e definições de estruturas. Os nós internos são elementos que contêm um nome e

um conjunto de atributos. A Figura 1 mostra basicamente como é o formato de um documento XML.

```
<? xml version="1.0">

<list>
  <item>
    <title>Waking Up With The Red-Eyed Bed Monster</title>
    <author>J. I. M. Somniar</author>
    <blurb>The blood chillingly true story of one man's flight
against the monsters under his bed.</blurb>
  </item>

  <item>
    <title>The Case Of The Hungry Hippopotamus</title>
    <author>P. I. HardHat</author>
    <blurb>A tough private eye is hired to solve the most
challenging case of this career.</blurb>
  </item>
</list>
```

Figura 1 - Formato de um documento XML

Os documentos XML utilizam estruturas hierárquicas de elementos para a validação de suas informações. Para Pinto [PIN 03], “estas estruturas devem prever: quais elementos serão encontrados nos documentos, a ordem em que estes elementos podem aparecer, a hierarquização dos elementos, o tipo de dados do conteúdo destes elementos, entre outros”. A linguagem XML provê diferentes maneiras para o compartilhamento de dados. As estruturas mais utilizadas para a definição de documentos XML são DTD (*Document Type Definition*) e XML Schema.

Com uma DTD, são estabelecidas regras que definem o documento. Estas regras são utilizadas para validar os dados armazenados nos documentos XML. Quando estes dados são enviados, estas regras são analisadas para se ter certeza que os dados foram estruturados corretamente. Com uma DTD, diferentes grupos de pessoas podem utilizar uma mesma estrutura para troca de informações. O propósito então de uma DTD é definir um conjunto de blocos em um documento XML. Na figura 2 é exemplificada a estrutura de uma DTD:

1	<!ELEMENT locadora (cliente*,produto*)>
2	<!ELEMENT cliente (nome,endereco)>
3	<!ATTLIST cliente rg CDATA #REQUIRED>
4	<!ELEMENT nome (#PCDATA)>
5	<!ELEMENT endereco (#PCDATA)>
6	<!ELEMENT produto (titulo,categoria+)>
7	<!ATTLIST produto tipo (VHS DVDs) "VHS">
8	<!ELEMENT titulo (#PCDATA)>
9	<!ELEMENT categoria (#PCDATA)>

Figura 2 - Exemplo de uma DTD [PIN 03]

A estrutura XML Schema é semelhante ao DTD, com a finalidade de definir classes no documento XML. Em uma estrutura XML Schema, são definidos quais elementos e atributos que podem aparecer no documento, além de definir a hierarquia dos elementos como ordem e número. Conforme descreve Pinto [PIN 03], “existem dois tipos básicos de elementos encontrados na linguagem XML Schema: elementos simples e elementos complexos”, onde o elemento simples é utilizado quando se deseja impor alguma restrição ao elemento. A figura 3 exemplifica a declaração de um elemento simples e um composto.

1	<code><xsd:simpleType name= "idade"></code>
2	<code> <xsd:restriction base= "xsd:positiveInteger"></code>
3	<code> <xsd:maxExclusive value= "100"/></code>
4	<code> </xsd:restriction></code>
5	<code></xsd:simpleType></code>
6	<code><xsd:complexType name="tipoEndereco" ></code>
7	<code> <xsd:sequence></code>
8	<code> <xsd:element name= "rua" type= "xsd:string"></code>
9	<code> <xsd:element name= "numero" type= "xsd:decimal"></code>
10	<code> </xsd:sequence></code>
11	<code></xsd:complexType></code>

Figura 3 - Declaração de elementos simples e compostos [PIN 03]

Nos documentos holônicos, todas as informações serão convertidas para o formato XML, a fim de garantir uma padronização. Como esta linguagem possui uma formatação estática, o próprio documento holônico terá autonomia de interferir na sua estrutura, caso seja necessário. Desta forma, os dados poderão ser visualizados independente da plataforma que o usuário estiver usando.

Muitas empresas estão desenvolvendo suas ferramentas com suporte para a linguagem XML. Assim a utilização deste formato, dará aos documentos holônicos uma aceitabilidade ainda maior para os futuros usuários.

2.2 Sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentos - GED

A utilização dos sistemas de GED oferece enormes benefícios para as empresas que adotam esta tecnologia, como por exemplo, as definidas em Laserfiche, [LAS 05]:

- Recuperação Rápida — permite que os documentos possam ser recuperados rapidamente;

- Indexação Flexível — pode indexar documentos em várias maneiras diferentes simultaneamente;
- Busca em texto — os sistemas de GED podem recuperar arquivos por qualquer palavra no documento;
- Arquivo Digital - o risco de perda ou danificação de papel para um documento eletrônico é reduzido com um sistema de GED. Manter as versões de arquivos em sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos evita o desgaste natural que o papel sofre com o manuseio dos documentos;
- Compartilhar arquivos facilmente — sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos fazem o compartilhamento facilitado de documentos entre colegas de trabalho e clientes pela mesma rede de computadores, por um CD ou pela Web;
- Melhora de Segurança — os sistemas de GED podem prover melhor e mais flexibilidade de controle sobre documentos. Controles de segurança nas pastas, documento individual, nível de palavras e/ou para diferentes grupos ou indivíduos;
- Economia de Espaço — os sistemas de GED ajudam a recuperar valioso espaço físico no escritório e arquivos permanentes, reduzindo drasticamente as pilhas de papéis;
- Recuperação de desastres — os sistemas de GED provêem um fácil caminho para fazer um backup dos documentos que podem ser armazenados fora do escritório.

Além disso, segundo Macedo [MAC 03], a utilização de um sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentos pode levar as empresas a um diferencial competitivo de três maneiras, basicamente:

- Aumento da qualidade e da produtividade do trabalho: Com o Gerenciamento Eletrônico de Documentos, cria-se uma base corporativa de informações de rápido e fácil acesso. Novos documentos podem ser gerados a partir de outros, bastando salvá-lo com outro nome e alterá-lo para as novas necessidades. Assim, a informação não fica somente restrita a poucos, mas passa a ser um ativo corporativo, acessado e compartilhado por todos;
- Redução de custos proporcionada pelo aumento da produtividade: Com a facilidade de se consultar e analisar os documentos através do seu perfil diminui-se o tempo de procura, de recuperação e de elaboração. Com isso, os serviços acabam absorvendo menos tempo de trabalho e ficam potencialmente mais baratos;
- Controle de documentos e dados para certificações: As ferramentas de GED, por controlarem de forma sistemática o acervo de documentos, sua localização, utilização, versões e principalmente a segurança dos documentos, têm sido muito utilizadas para dar suporte à necessidade de registros demandada em certificações, por exemplo, na ISO 9000 [KAN 95]. Quando os auditores da ISO vão a uma empresa que utiliza um sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentos, o processo de auditoria da certificação fica simplificado, uma vez que uma ferramenta automatizada controla todo o processo de geração, acesso e manutenção dos documentos.

De acordo com o CENADEM, os sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos não são simplesmente sistemas de gerenciamento de arquivos, pois além disso, eles implementam categorização de documentos, tabelas de temporalidade, ações de disposição e controla níveis de segurança [CEN 05].

Um sistema de GED é um conjunto de tecnologias que permite o gerenciamento de documento na forma digital [CEN 05]. Algumas destas ferramentas definidas pelo

CENADEM são: **DM** - *Document Management*, **DI** - *Document Imaging*, **RIM** - *Records and Information Management*, **Forms Processing** e **Workflow** [CEN 05].

No **DM** todos os documentos criados eletronicamente precisam ser gerenciados, principalmente aqueles com grande quantidade de revisão. O **DM** controla o acesso físico aos documentos, dando uma maior segurança e atribuindo localizadores lógicos, como a indexação. O foco é o controle das versões dos documentos, datas das alterações feitas pelos respectivos usuários e o histórico da vida do documento. As grandes aplicações são na área de normas técnicas, manuais e desenhos de engenharia. Nos últimos anos, com a automação do escritório, o **DM** tornou-se perfeitamente viável para todos os documentos da empresa.

O grande número de documentos em papel ou microfilme utiliza a tecnologia de imagem para agilizar os processos de consulta, processamento e distribuição de documentos. O **DI** utiliza programas de gerenciamento para arquivar e recuperar documentos. Equipamentos específicos são empregados para a captação, armazenamento, visualização, distribuição e impressão das imagens dos documentos. É importante diferenciar digitalização de digitação. A tecnologia de **DI** consiste na imagem do documento captada através de scanners. Esses equipamentos simplesmente convertem os documentos em papel ou microfilme para uma mídia digital. A imagem gerada é um mapa de bits, não existindo uma codificação por caracteres, diferente da digitação, em que há codificação de cada letra do texto por um teclado.

O **RIM** é responsável pelo gerenciamento do ciclo de vida do documento, independentemente da mídia em que ele se encontra. O gerenciamento da criação, armazenamento, processamento, manutenção, disponibilidade e até descarte dos documentos são controlados pela categorização de documentos e tabelas de temporalidade.

Para a tecnologia de processamento eletrônico de formulários o **Forms Processing** permite reconhecer as informações nos formulários e relacioná-las com campos nos bancos

de dados. Essa tecnologia automatiza o processo de digitação. O **Forms Processing** é utilizado por bancos para agilizar o processamento dos formulários de abertura de contas e concessão de créditos, por exemplo. Para o reconhecimento automático de caracteres são utilizados o OCR - *Optical Character Recognition* e o ICR - *Intelligent Character Recognition*.

O **Workflow** é uma ferramenta um pouco mais completa. Sua tecnologia permite gerenciar de forma pró-ativa qualquer processo de negócio das empresas. Garante o acompanhamento constante de todas as atividades e um aumento de produtividade com objetividade e segurança. O **Workflow** ou fluxo de trabalho pode ser considerado como uma ferramenta de organização de troca e processamento de informação, para um melhor desempenho de funções.

A habilidade de distribuir tarefas e informação entre os participantes é uma característica maior distinguindo da infra-estrutura da execução do **Workflow**. A função de distribuição pode operar em uma variedade de níveis dependendo do escopo dos workflows, podendo usar uma variedade de mecanismos de comunicações (e-mail, troca de mensagens e tecnologia de objetos distribuídos).

Workflow é definido pela Workflow Management Coalition (WfMC) [WFM 04], como a automação de processo de negócios, na sua totalidade ou em partes, onde documentos, informações e tarefas são passados de um participante a outro, para serem processadas de acordo com um conjunto de regras procedurais.

WfMC é um grupo sem fins lucrativos, que tem a missão de promover e desenvolver o uso do workflow, através do estabelecimento de padrões como terminologia, interoperabilidade e conectividade entre os produtos workflow [WFM 04].

A WfMC foi fundada em agosto de 1993, com a missão de: aumentar o valor do investimento de usuários em tecnologias de workflow, diminuir o risco na utilização de

produtos de workflow, além de expandir o mercado de workflow através do aumento da qualidade dos produtos de workflow [WFM 04]

A WfMC define que a evolução da utilização dos softwares de workflow no mercado é devido a alguns benefícios chave como por exemplo: [WFM 04].

- Melhoria na eficiência: a automação de muitos processos de negócios resulta na eliminação de muitos passos desnecessários;
- Melhoria no controle de processos: o aperfeiçoamento no gerenciamento de processos de negócios realiza completamente uma padronização dos métodos de trabalho;
- Melhoria nos serviços aos usuários: consistência nos processos de negócios orienta para uma melhor resposta em relação ao nível de exigência dos usuários;
- Flexibilidade: processos controlados por software permitem rápidas mudanças no projeto de acordo com as necessidades do mercado;
- Melhoria nos processos de negócio: ter o foco direto para os processos de negócios conduz para a sua modernização e simplificação.

De acordo com Filho [FIL 00], o conceito de Sistemas de Gerenciamento de Workflow (SGWFs) pode ser definido de duas maneiras, uma na sua forma de utilização e outra na sua forma de aplicação. Na forma de utilização, os SGWFs são utilizados para organizar e seqüenciar os processos empresariais. O autor cita que “tais processos são então representados por workflows, através de parâmetros que envolvem: a definição das atividades individuais, a constituição de uma determinada ordem de condição sob as quais as atividades devem ser executadas, incluindo aspectos como fluxo de dados entre as

atividades, a indicação de pessoas ou processos responsáveis por cada tarefa e as aplicações que irão auxiliar no desempenho de cada atividade” [FIL 00].

Na definição de aplicação dada por Filho [FIL 00], os SGWFs são como “um conjunto de interfaces para usuários e aplicações, através de APIs (*Application Programming Interfaces*) envolvidos nos processos de workflow”.

2.2.1 Estrutura de um Sistema de Gerenciamento de Workflow (SGWF)

Começando por um nível mais alto, os Sistemas de Gerenciamento de Workflow podem ser caracterizados em três áreas funcionais distintas [WFM 04].

- Função de tempo de definição (*build time*), responsável em definir e, possivelmente modelar, os processos do workflow e a atividades contidas;
- Função de tempo de execução (*run time*), responsável em gerenciar os processos do workflow dentro do ambiente operacional e dar seqüência às várias atividades de cada processo controlado;
- Função de interação de operação com os participantes humanos e as aplicações de TI, responsável em processar os passos de cada atividade.

A figura 4 representa as características básicas dos Sistemas de Gerenciamento de Workflow e o relacionamento entre estas funções principais.

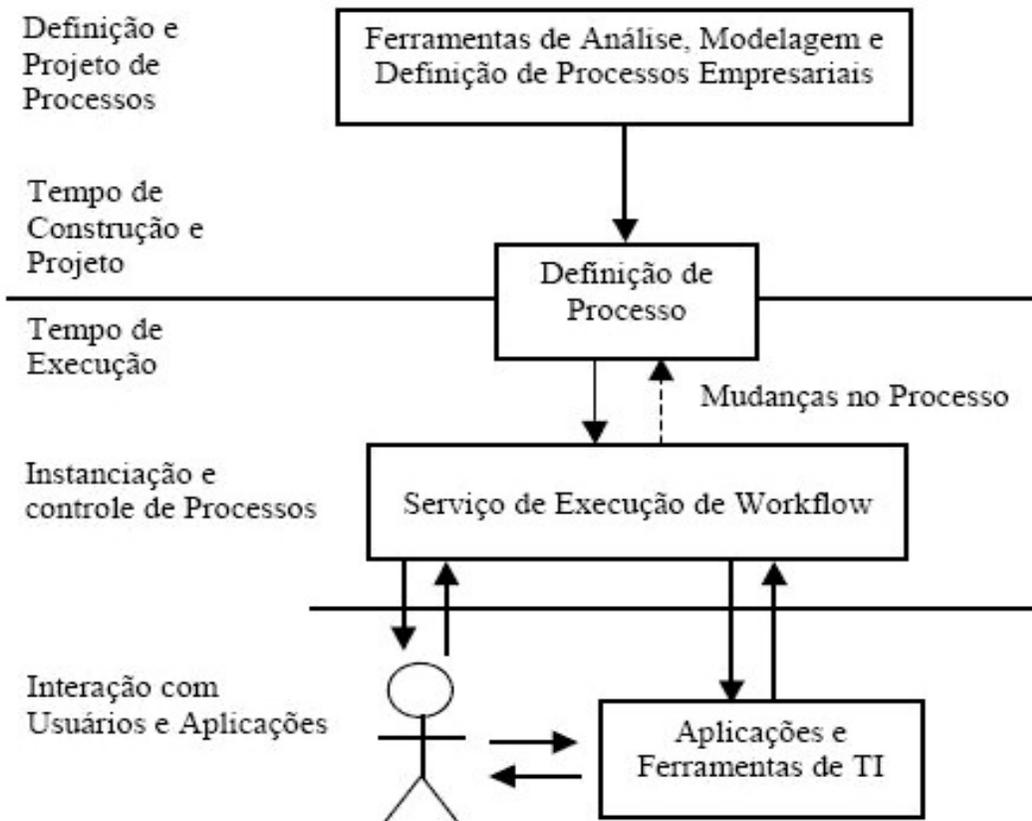


Figura 4 - Características de Sistemas de Workflow [FIL 00]

Na figura 5 pode se observar uma estrutura genérica dos Sistemas de Workflow. De acordo com Filho [FIL 00], o sistema de workflow é dividido em três tipos principais de componentes: componentes de software; os dados de controle do sistema; e os produtos/dados externos, que não fazem parte do SGWF, mas que podem ser utilizadas de forma a facilitar a realização de tarefas e atividades do sistema.

- As atividades representam tarefas, que são atribuídas a determinados papéis como funções ou cargos associados a pessoas ou programas. Uma atividade pode ser composta por uma ou mais (sub) tarefas. Atividades podem ser desempenhadas de forma automática ou manual por atores ou usuários, que podem ser programas ou pessoas. Atividades manuais são realizadas por pessoas desempenhando determinados papéis (Secretária, Gerente, Projetista, por exemplo). Estas podem utilizar uma ou mais aplicações invocadas (processadores de texto, planilhas, ferramentas de CAD/CAM) no desempenho destas tarefas. Atividades automáticas são desempenhadas por programas previamente definidos. Uma atividade mais complexa pode ser representada por um processo, neste caso, chamado de sub-processo do processo que contém esta atividade;
- Uma regra é um mecanismo que associa os participantes à coleção de atividades do workflow, definindo o contexto no qual o usuário participa de um processo ou atividade em particular. A regra geralmente admite conceitos organizacionais tais como estrutura e relacionamento, responsabilidade ou autoridade, mas também se refere a outros atributos como localização, valores de dados, tempo ou data;
- Um participante de um workflow é uma pessoa, programa, grupo ou entidade que pode cumprir regras para executar, responsabilizar, ou estar associado de alguma forma com as atividades ou processos do workflow.

2.2.3 Principais Requisitos dos SGWFs Tradicionais

Os sistemas baseados em workflow disponíveis devem satisfazer vários requisitos. Alguns destes requisitos básicos definidos por Filho [FIL 00], são listados a seguir:

- Capacidade de rotear documentos;

- Suporte a compartilhamento de dados;
- Composição de Atividades;
- Suporte a execução automática e manual de atividades;
- Capacidade de integração com diferentes aplicações existentes;
- Interoperabilidade entre diferentes sistemas de gerenciamento de Workflow;
- Suporte a recuperação de falhas;
- Monitoramento;
- Auditoria;
- Reconfiguração Estática.

Os sistemas de Workflow deram um dinamismo maior na forma de encaminhamento dos documentos em um processo organizacional. Por outro lado, assim como em outros sistemas de Gerenciamento Eletrônicos de Documentos, o usuário de certa forma fica dependente do sistema para dar continuidade as suas atividades, ou seja, caso aconteça algum problema que dificulte o andamento do workflow, todos os envolvidos serão prejudicados. Além disso, mudanças como troca ou acréscimo de participante, alterações ou disponibilidade do documento, estabilidade, flexibilidade entre outros, necessitam de uma reconfiguração total do workflow para se tornar viável.

Arthur Koestler [KOE 67] comenta que, em um sistema, todo processo funciona bem até que nenhum imprevisto aconteça, pois neste momento é que cada parte do processo

tem de se readaptar a mudança. É esse tipo de autonomia que não se pode aplicar nos sistemas de workflows atuais.

Com a utilização dos documentos holônicos, juntamente com um sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentos, o usuário poderá ter uma interação maior com todos os envolvidos no processo, fazendo com que as atividades fluam de uma maneira mais dinâmica. É como se cada documento envolvido no workflow fosse um sistema próprio, com inteligência apropriada em responder a cada adequação e ao seu funcionamento.

A forma utilizada para empregar esta idéia foi através do estudo dos sistemas holônicos descrita por Arthur Koestler [KOE 67]. Os sistemas holônicos possuem a habilidade de auto adaptação aos distúrbios do ambiente, fazendo com que se tornem utilizáveis em qualquer situação, fator que daria aos documentos eletrônicos envolvidos em sistemas de Gerenciamento um avanço considerável e justificável.

2.3 Sistemas Holônicos

No final dos anos 60, Arthur Koestler, filósofo e autor húngaro, propôs um novo termo para designar uma parte de uma organização em sistemas sociais e biológicos, *holon* [KOE 67]. *Holon* é a combinação da palavra Grega “*holos*”, que quer dizer conjunto, com o sufixo “*on*” que, como em próton ou nêutron, sugere uma partícula ou parte.

Duas observações estimularam Arthur Koestler a propor a palavra *holon* [KOE 67]. A primeira vem da parábola dos dois relojoeiros de Herbert Simon [SIM 62], vencedor do prêmio Nobel em 1978. Nesta parábola, Simon conclui, que sistemas complexos podem se tornar mais simples, se durante o seu desenvolvimento existirem formas estáveis intermediárias, que permitam o desenvolvimento de uma hierarquia.

A segunda observação foi feita enquanto Koestler analisava a hierarquia e as formas estáveis intermediárias na vida de organismos e organizações sociais. Ele diz que, embora seja fácil identificar subconjuntos ou partes, conjuntos e partes em seu sentido absoluto não existe em nenhum lugar. Isto fez Koestler propor a palavra *holon*, para descrever a natureza híbrida de subconjuntos/partes em sistemas da vida real. *Holons* são, simultaneamente, completos quando vistos por suas partes subordinadas e, dependentes, quando vistos na direção inversa.

Koestler então estabeleceu uma conexão entre *holons* e a parábola dos relojoeiros de Simon. Ele apontou que os *holons* são unidades autônomas autoconfiantes, que tem um grau de independência e possíveis controles, sem que necessitem esperar por instruções de autoridades superiores. Simultaneamente, *holons* estão sujeitos ao controle de autoridades superiores. Diante disso, pode-se dizer que a primeira propriedade assegura que *holons* são formas estáveis, que sobrevivem a distúrbios. A outra propriedade, significa que eles são formas intermediárias, o que provê uma funcionalidade própria para um conjunto maior. Alternativamente, *holons* tem uma tendência autoconfiante, o qual é uma manifestação de sua totalidade, e tem uma tendência integrante, o qual expressa dependência sobre um conjunto maior.

Finalmente, Koestler define uma holarquia como uma hierarquia de *holons* auto reguladores, que funciona de três maneiras diferentes dependendo da maneira com é vista. Uma holarquia pode ser vista como um conjunto autônomo se ordenada além de suas partes, pode ser vista dependente se for subordinada a controles de níveis mais altos e pode ser vista coordenada se estiver em seu ambiente local.

Assim, um *holon* é parte de um sistema que tem uma identidade única. Um *holon* é construído de partes subordinadas e também faz parte de um sistema completo. Para Koestler, *holons* são essenciais em sistemas hierárquicos com performance inteligente.

A característica de um sistema holônico é que ele possibilita a construção dos mais completos sistemas, que são, entretanto, eficientes no uso de recursos, altamente resistentes a distúrbios (internos e externos) e adaptáveis a mudanças no ambiente no qual ele existe.

As propriedades dos sistemas holônicos vêm sendo pesquisadas e aplicadas na área de manufatura. O Consórcio de Sistema Holônicos de Manufatura (HMS - Consortium), tem aplicado os conceitos que Koestler desenvolveu para as organizações sociais e os organismos vivos, para um conjunto apropriado de conceitos para a indústria da manufatura. A meta do HMS – Consortium é alcançar na manufatura, os mesmos benefícios que um sistema holônico provê para os grupos sociais e biológicos como, por exemplo, a autonomia, a auto-regulamentação, o controle da realimentação, a estabilidade defronte a distúrbios, a adaptação e a flexibilidade defronte as mudanças e o uso eficiente dos recursos disponíveis [HMS 05].

Sistemas Holônicos de Manufatura são definidos pelo HMS – Consortium [HMS 05], como uma holarquia, o que integra toda faixa de atividades da manufatura, desde o registro de pedido passando pelo projeto, produção e marketing a fim de realizar um ágil empreendimento. Os HMS são compreendidos de *holons* (elementos autônomos e cooperativos), pessoas, comunicação em rede e métodos para cooperação, incluindo procedimentos para negociação e compartilhamento de recursos.

As características dos HMS são [HMS 05]:

- Desenvolvimento bottom up;
- Operação autônoma de *holons* subordinados;
- Banco de Dados distribuído contendo metas e estado de todos os *holons* atualizados em tempo real;

- Comunicação em rede para permitir troca de informações com vizinhos e *holons* remotos.

Os benefícios de um HMS são [HMS 05]:

- Drástica redução do custo de alterações;
- Redução no tempo de espera;
- Melhor uso da habilidade humana e também melhor performance de sistema e maior satisfação no trabalho;
- Maior variabilidade de produtos;
- Excelente habilidade para recuperação automática de paradas de produção não planejada;
- Reusabilidade de equipamentos de automação.

A utilização dos conceitos de Arthur Koestler na manufatura, criou uma nova área de pesquisa neste assunto, aumentando assim os desafios e contribuindo para o crescimento desta ciência. Através da aplicação dos sistemas holônicos no desenvolvimento deste novo modelo de documento, busca-se estimular a pesquisa deste tema, para a criação de novas técnicas de gerência e troca de informações em documentos eletrônicos através da Internet.

Pretende-se fazer com que os documentos holônicos tenham as características e as qualidades dos *holons*. Com isso, é possível fazer com que eles possuam a capacidade de se auto gerenciar e dando-lhes liberdade para que possam, independente da situação do ambiente, tomarem decisões pertinentes às suas necessidades e, desta forma, favorecer aos usuários.

Nesta proposta, a maneira utilizada para aplicar autonomia aos documentos holônicos, fazendo com que eles tenham competência de controlar, monitorar, transportar, transformar, armazenar e validar suas informações, foi através da criação e do desenvolvimento de agentes móveis inteligentes nos documentos.

2.4 Agentes Móveis

Agentes Móveis são definidos por Maes [MAE 95] como “sistemas computacionais residentes em ambientes dinâmicos complexos, os quais percebem e atuam autonomamente neste ambiente, realizando um conjunto de objetivos e tarefas para os quais foram designados”. Na concepção de Gilbert et al. [GIL 95], agentes são “entidades de software que realizam algum conjunto de operações em benefício do usuário ou de outro programa, utilizando um certo grau de independência ou autonomia”. Estas operações empregam algum conhecimento ou representam objetivos e preferências do usuário. Para Coen [COE 94], softwares de agentes são programas que através de diálogo negociam e coordenam a transferência de informações.

As propriedades fundamentais de softwares de sistemas baseados em agentes, descritas por Wooldridge e Jennings [WOO 95], podem ser expressas da seguinte forma:

- **Autonomia:** Os agentes operam sem uma direta intervenção humana ou outras, e tendo algum tipo de controle sobre suas ações e seus estados internos;
- **Sociabilidade:** Agentes interagem com outros agentes e possíveis usuários, via algum tipo de linguagem de comunicação de agente;
- **Reatividade:** Agentes percebem seu ambiente que pode ser o mundo físico, um usuário via uma interface gráfica, uma coleção de outros agentes, a Internet, ou até,

tudo isso combinado, e respondem de forma oportuna a qualquer mudança que possa ocorrer nele;

- Pró-atividade: Agentes não agem simplesmente em resposta ao seu ambiente, mas também são capazes de, por iniciativa própria, modificar seu comportamento por um objetivo direto.

Outras propriedades definidas por Goodwin [GOO 93] e algumas vezes mencionadas no contexto de agentes inteligentes também incluem:

- Mobilidade: um agente é capaz de locomover-se através de uma rede de computadores;
- Veracidade: um agente não comunicará informação falsa intencionalmente. O usuário deve ser altamente confiante de que seu agente atuará e relatará verdadeiramente, e atuará para o próprio bem do usuário;
- Benevolência: agentes não possuem objetivos conflitantes e, todo agente, por essa razão, sempre tentará fazer o que lhe for solicitado;
- Raciocínio: um agente agirá na seqüência para concluir suas metas, e não atuará de modo que impeça que seu objetivo seja alcançado, pelo menos até onde sua razão permitir;
- Aprendizado/Adaptação: agentes aperfeiçoam sua performance com o passar do tempo.

2.4.1 Linguagens de Comunicação de Agentes (ACL)

A forma de interação que ocorre entre os agentes é um fator muito importante na integração destes. As linguagens de comunicação e sua expressividade definem a capacidade de comunicação de cada agente. Ela deve ser universal e partilhada por todos os agentes, ser concisa e ter um número limitado de primitivas de comunicação. Como modelo de comunicação de agentes, são usadas a comunicação humana e a teoria dos atos comunicativos (*Speech Act Theory*) [SIL 01]. Esta teoria usa o conceito de performativas para permitir conduzir suas ações. Algumas características desta teoria segundo Gudwin são [GUD 03]:

- Derivada da análise lingüística da comunicação humana;
- Com uma linguagem, um falante de uma língua não somente efetua uma declaração, mas realiza uma ação;
- Mensagens são ações ou atos comunicativos.

Para Gudwin, “os atos comunicativos são interpretados a partir da mensagem do contexto e nem sempre essa interpretação é óbvia” [GUD 03]. Em outras palavras, para Silva [SIL 03], “isso significa que esses atos comunicativos são sujeitos a interpretações dúbias, que podem ter significados diferentes de acordo com o ponto de vista”. Por isso, se faz necessário, sempre deixar explícito o ato comunicativo relacionado à mensagem na comunicação entre agentes. Existem vários tipos de ACLs, algumas destas linguagens são:

KQML - *Knowledge Query and Manipulation Language* é uma linguagem e um protocolo de comunicação de alto nível, para troca de mensagens, independente de conteúdo e da ontologia aplicável [LAB 99]. Ela foi desenvolvida pelo KSE – *Knowledge Sharing Effort* para servir ao mesmo tempo como um formato de mensagem e um protocolo

de gerenciamento de mensagens. Ela não se preocupa muito com o conteúdo da mensagem, mas sim, com a especificação da informação necessária à compreensão do conteúdo.

O significado de performativas reservadas e padrões no KQML são pouco claros e normalmente estão associadas à intuição. Outros problemas e dificuldades sobre KQML segundo Labrou são [LAB 99]:

- Ambigüidade e termos vagos;
- Performativas com nomes inadequados – algumas performativas têm nomes que não correspondem diretamente ao ato comunicativo a ela associado;
- Falta de performativas – alguns atos comunicativos não estão representados entre as performativas disponíveis.

Na figura 6, apresenta-se uma estrutura básica de uma mensagem no formato KQML.

```
(KQML-performative
  :sender <word>
  :receiver <word>
  :reply-with <word>
  :language <word>
  :ontology <word>
  :content <expression>
  ..... )
```

Figura 6 - Formato de uma mensagem KQML [WEI 99]

A FIPA-ACL é uma linguagem, como o KQML, baseada em ações de fala [SIL 01]. A sua sintaxe é bastante semelhante ao KQML, porém, o conjunto de performativas (atos comunicativos) é diferente [LAB 99]. Sua especificação consiste em um conjunto de tipos de mensagens e descrições dos efeitos da mensagem sobre os agentes que a enviam e sobre

o que a recebem. Possui uma semântica definida, precisamente com uma linguagem de descrição de semântica. De acordo com Silva [SIL 01], KQML tem sido muito criticada por usar o termo performativo para se referir às primitivas de comunicação. Na linguagem FIPA-ACL, essas primitivas são chamadas de ações ou atos comunicativos (*communicative acts*).

Na figura 7, apresenta-se a estrutura de uma mensagem em FIPA – ACL, com as partes que compõem uma mensagem básica.

```
(communicative act
  :sender <valor>
  :receiver <valor>
  :content <valor>
  :language <valor>
  :ontology <valor>
  :conversation-id <valor>
  ...)
```

Figura 7 - Formato básico de uma mensagem FIPA - ACL [WEI 99]

De certa forma, pesquisadores têm observado que não existe nenhuma aplicação comercial utilizando KQML e FIPA ACL [KOR 00], e que ambas as linguagens têm seguido um caminho contrário ao da tendência atual necessária para os padrões e tecnologias da Internet.

Alguns pesquisadores vêm, recentemente, desenvolvendo ACLs baseadas em conversação ou conteúdo (como XML), mas aplicados em documentos [KOR 00]. Uma razão para os pesquisadores ter escolhido o XML como ACL, é que os processos de negócios, tradicionalmente, utilizam documentos para troca de informações, a fim de ter um registro de uma transação. Assim, a XML, pode fazer da Web um favorável ambiente para agentes inteligentes e comércio eletrônico [KOR 00].

Nos documentos holônicos, as trocas de informações dos agentes são feitas utilizando o formato XML, garantindo assim uma forma de comunicação segura, eficiente e efetiva.

Os agentes móveis são a essência dos documentos holônicos. É através deles que as metodologias estudadas nos sistemas holônicos são colocadas em prática. Com o desenvolvimento dos agentes, funções de gerenciamento foram desenvolvidas para dar autonomia aos documentos holônicos em suas atividades.

2.5 Trabalhos Correlatos

Algumas pesquisas estão sendo feitas com a utilização da Linguagem XML e Agentes Móveis. Para comprovar a viabilidade desta abordagem, nesta seção são citadas algumas destas pesquisas e propostas, que foram de extrema importância no desenvolvimento dos documentos holônicos.

Em [CIA 02], os autores propõem o estudo de um *middleware* coordenado para aplicações distribuídas baseadas em documentos ativos móveis e tecnologia XML. Documentos ativos definidos por Ciancarini et al. [CIA 02], podem ser dito como documentos que possuem conteúdo, estrutura e procedimentos. A forma de armazenar estes procedimentos é através da utilização de estruturas XML, na qual documentos ativos são baseados. Utilizando regras e tecnologias XML estes procedimentos podem ser declarados em forma de *tags*. Ciancarini et al.[CIA 02] diz que quando um documento encapsula procedimentos que determinam como o documento é, pode se utilizar desta informação para indexação ou para manipulação da estrutura do documento.

Segundo Ciancarini et al. [CIA 02], documentos ativos podem ser assimilados a softwares agentes e podem ser utilizados como blocos de construção para o desenvolvimento de complexas aplicações distribuídas. Com isso, os documentos ativos podem prover mais duas características adicionais; a capacidade de transferência sobre os

nós de uma rede e a capacidade de coordenar suas ações com outros documentos ativos, características retiradas de agentes móveis.

A importância do trabalho realizado por Ciancarini et al. se deve ao fato de explorar vários estudos relacionados com implementações de documentos estruturados em XML e agentes móveis, mostrando a viabilidade deste tipo de aplicação. Ciancarini [CIA 02] analisa os seguintes projetos: Displets [CIA 99], MARS [CAB 00], XMIDDLE [MAS 02] e Workspaces [TOL 00], e conclui que XML é um conjunto de tecnologias capaz de representar não somente dados, mas também informações computacionais. Ainda diz que apesar de diferentes soluções tem-se a necessidade de um *middleware* ideal para o desenvolvimento de documentos ativos móveis XML.

Em outra pesquisa, Sayers [SAY 01] também propõe a criação de um *documento agente*, embutindo código de agente em documentos web. Sayers [SAY 01] cita que cada um dos *documentos agente* serão, ao mesmo tempo, um agente e um documento XML acessível pela Web. Sayers [SAY 01] descreve, em sua proposta, que cada *documento agente* inclui seu próprio dado, código e estado. Como o agente processa mensagens, ele armazena qualquer atualização de dados, código e estado, pela modificação do próprio documento XML. Sayers [SAY 01] ainda explica que, ao inicializar um documento X, a ação de realizar uma simples execução, ira gerar um novo documento X', o qual substituirá o original. O *documento agente* será uma ponte entre os agentes e a aplicação do cliente baseada em Web, através do uso da XML, convertendo as operações do tipo GET/POST em linguagens de comunicação de agentes.

Outra proposta, esta apresentada por Satoh [SAT 00], sugere uma nova estrutura para o desenvolvimento de *documentos compostos móveis*. A idéia principal é construir cada documento, como uma coleção de agentes móveis. O autor explica que agentes móveis são programas autônomos e independentes, que podem viajar de computador a computador sobre seu próprio controle. Quando um agente migra sobre a rede, o seu código e estado podem ser transferidos para o destino, desta forma o agente pode continuar processando,

sem precisar ser reinicializado quando chegar ao destino. Conseqüentemente, explica Satoh [SAT 00], que o documento sendo uma entidade independente ele pode, por si mesmo, ver ou modificar-se, utilizando seu próprio código.

Apesar de serem propostas de desenvolvimento de agentes móveis em documentos eletrônicos, não existe um conceito definido em relação a formas de gerenciamento, nem uma solução que pudesse assessorar a utilização de documentos eletrônicos via Web. Problemas de gerência, flexibilidade e readaptação dos documentos eletrônicos, em relação às alterações no ambiente, ainda são questões de pesquisas nesta área.

Nos documentos holônicos, os agentes terão a função de harmonizar a utilização das informações armazenadas através de funções de gerenciamento, onde, por exemplo, serão responsáveis pela segurança do documento holônico, tais como permissões de acesso e autenticidade e responsáveis pelo controle das informações, como alterações, controle de versões, histórico, entre outros. Os agentes também auxiliarão no gerenciamento de falhas, onde terão, como responsabilidade, o controle de backups e a disponibilidade do documento, fazendo com que os usuários tenham acesso fácil às suas informações.

Ciancarini et. al cita [CIA 02] que, “um documento que integra autonomia em sua forma, não pode ser considerado um simples documento“. Nos documentos holônicos essa independência, conseguida pelas funções dos agentes embutidos, faz com que a sua utilização seja aceita pelas mais diversas aplicações.

2.6 Considerações Finais do Capítulo

Ao final deste capítulo, pode-se dizer que a proposta defendida através de pesquisas, possui fundamentos concretos e que o desenvolvimento dos documentos holônicos poderá trazer um ganho expressivo na forma de gerenciamento de documentos eletrônicos.

Com a utilização das técnicas e ferramentas apresentadas, pode-se traçar uma linha de como um documento holônico foi desenvolvido. Sua estrutura é no formato XML, devido às características que esta linguagem proporciona. Sua concepção teórica foi feita através da metodologia dos sistemas holônicos, dando a característica de um sistema inteligente, autônomo e independente para tomar decisões pertinentes as suas necessidades. A maneira de se obter essa inteligência foi, incorporando ao documento, agentes móveis inteligentes, que, através de funções pré-definidas, mas com capacidade de aperfeiçoá-las ao longo do processo, irão gerenciar o documento holônico desde o início de seu desenvolvimento.

Pode-se ainda concluir, ao final deste capítulo, que existe uma vasta área de pesquisa para ser explorada no que diz respeito à utilização de agentes móveis em documentos eletrônicos. Os documentos holônicos podem, a princípio, vir a constituir o início de um novo formato de documento eletrônico realmente inteligente.

Capítulo 3

Proposta de Documento Holônico

Neste capítulo, são apresentadas a estrutura e a forma de utilização do documento holônico. Inicialmente, foram abordados os detalhes técnicos no desenvolvimento do documento holônico, sua estrutura, sua linguagem de desenvolvimento e as características de suas funções de gerenciamento. Logo após, é demonstrado seu comportamento em relação ao sistema e aos usuários durante a sua utilização. Na última seção, são apresentados alguns exemplos de situações onde os documentos holônicos poderão ser utilizados.

3.1 Detalhes Técnicos

3.1.1 Estrutura

O documento holônico tem a princípio, o mesmo formato dos documentos eletrônicos atuais, sendo composto de uma estrutura e conteúdo. A sua estrutura foi desenvolvida no formato XML, devido às qualidades já escritas que esta linguagem proporciona.

Para possibilitar o gerenciamento do documento holônico são então incorporadas na estrutura, informações referentes ao comportamento do documento e funções de gerência, para que os agentes possam iniciar as ações de controle e gerenciamento. Estes agentes é que darão aos documentos holônicos, a autonomia para realizarem todas as funções de suporte para as informações do documento.

Sendo assim, como visto na Figura 8, a estrutura XML do documento holônico pode ser dividida em duas partes principais. Na primeira parte, tem-se a camada de dados, que conterà as informações, propriamente ditas, do documento. Na segunda parte, ficará a

camada de aplicação, onde estarão as informações de controle do documento para o gerenciamento dos agentes.

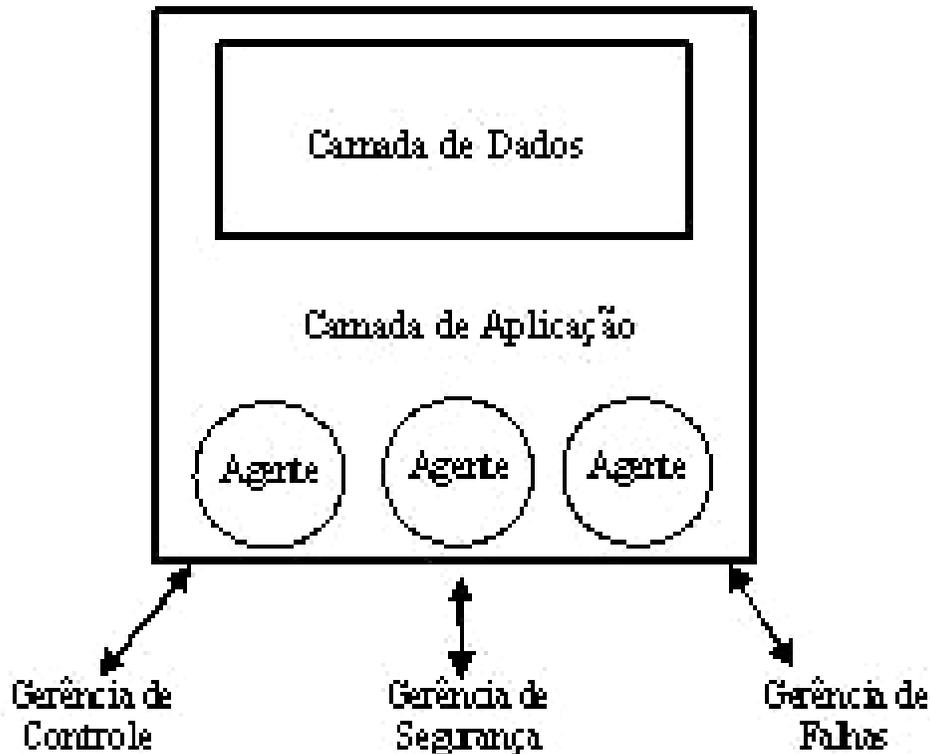


Figura 8 - Estrutura do Documento Holônico

Na camada de dados, o documento holônico se comporta como um documento eletrônico normal, onde qualquer informação pode ser anexada. Na camada de aplicação, os agentes têm informações para atender a três tipos de gerenciamento que serão disparados de acordo com as necessidades do usuário. Estas informações são estruturadas no documento holônico no formato padrão XML (Figura 9). A forma de gerenciamento será dividida da seguinte maneira: Gerência de Controle, Gerência de Falhas e Gerência de Segurança.

A Gerência de Controle fará o monitoramento e a execução do Controle de Versões, Histórico de Alterações e Indexação; a Gerência de Falhas será responsável pelo Controle de Backups, Disponibilidade do Documento e Tolerâncias; e a Gerência de Segurança

manterá a Autenticidade, Integridade, Tempestividade e as Permissões de Acesso ao documento holônico.

```

<?xml version="1.0" ?>
- <holonico>
  <name>Documento Holonico</name>
  <isValid>y</isValid>
  <isActive>y</isActive>
  <description />
  <lastModif>03/06/2005 [12:25:37]</lastModif>
  - <camadadedados>
    - <fields>
      <field name="nome"><value>Luiz Melo Romão</value> </field>
      <field name="endereco"><value>Rua Nova Trento 205 apto 205</value></field>
      <field name="cidade"><value>Joinville</value></field>
      <field name="estado"><value>Santa Catarina</value></field>
      <field name="pais"><value>Brasil</value></field>
    </fields>
  </camadadedados>
  - <camadadeaplicacao>
    - <controle>
      <isValid>y</isValid>
      <isActive>y</isActive>
      <version>1.0</version>
      <review>03/06/2005 [12:25:38]</review>
      <index>Documento Holonico</index>
    </controle>
    - <falhas>
      <isValid>y</isValid>
      <isActive>y</isActive>
      <backup>y</backup>
      <available>y</available>
    </falhas>
    - <seguranca>
      <isValid>y</isValid>
      <isActive>y</isActive>
      <signature>F460E194D34363B57934A00649006679</signature>
      <time>03/06/2005 [12:25:38]</time>
      <access>public</access>
    </seguranca>
  </camadadeaplicacao>
</holonico>

```

Figura 9 - Documento Holônico

3.1.2 Gerência de Controle

Na Gerência de Controle, os agentes são responsáveis por fornecer aos usuários, informações sobre o ciclo de vida do documento holônico. Através destas funções, os

agentes proporcionarão aos usuários um controle sobre as informações contidas no documento, da seguinte forma:

- **Controle de Versões:** os documentos holônicos acumulam consigo todas as versões do documento desde a sua criação. O usuário poderá solicitar que seja exibida uma cópia de uma versão do documento, a qualquer momento, para ser analisada;
- **Histórico da Versão:** qualquer alteração feita no documento holônico criará um registro informando dia e hora da modificação e o usuário responsável. Desta forma, quando esta alteração for atualizada nos outros documentos holônicos, todos os usuários terão em seu controle, quando e quem executou tal ação;
- **Indexação:** os documentos holônicos serão indexados, como forma de garantir aos usuários uma facilidade maior de acesso às versões e aos históricos do documento, através de buscas por referências e palavras chave.

3.1.3 Gerência de Falhas

Na Gerência de Falhas, os agentes são responsáveis por garantir ao usuário que o documento holônico estará disponível e suas informações poderão ser acessadas a qualquer momento, através das seguintes funções:

- **Controle de Backup:** periodicamente o documento holônico fará uma cópia de suas informações e as armazenará em um local seguro. A qualquer momento que for detectado algum problema com os dados do documento, esta cópia de segurança poderá ser resgatada sem a necessidade da intervenção do usuário;
- **Disponibilidade do Documento:** o usuário terá acesso ao documento holônico, mesmo que algum problema externo ao sistema ocorra. Cada documento holônico é um sistema independente e a comunicação entre eles é feita através de agentes. Caso

esta comunicação seja interrompida, suas funções permanecerão em funcionamento e um alerta é emitido para que o documento holônico volte a se comunicar com os outros assim que a situação se normalize;

- Tolerância: a tolerância a falhas no documento holônico será feita pela recuperação automática dos dados, sem que o usuário perceba alguma alteração no desempenho do sistema.

3.1.4 Gerência de Segurança

Na Gerência de Segurança, os agentes são responsáveis em garantir aos usuários toda a segurança necessária sobre as informações contidas no documento. Tais funções assegurarão aos usuários total confiabilidade na utilização dos documentos holônicos.

- Autenticidade: esta função dará ao usuário a garantia de que as informações contidas no documento holônico foram realmente elaboradas pelo autor, através da conferência da assinatura digital contida no documento;
- Integridade: esta função garante ao usuário que as informações que estão sendo visualizadas não foram, de qualquer maneira, alteradas por uma pessoa não autorizada do sistema;
- Tempestividade: garante que a criação e as alterações do documento foram realmente realizadas no dia e hora que está sendo indicado;
- Permissões de Acesso: o autor de um documento holônico indicará a forma com que a inclusão, exclusão e alterações do documento poderão ser feitas e por quais usuários. Caso as informações do documento holônico sejam de domínio público, todos os usuários deste documento poderão fazer modificações no documento. Se o

documento holônico representar informações internas de uma empresa, apenas pessoas autorizadas pelo autor poderão fazer alterações no documento.

3.2 Comportamento dos Documentos Holônicos

Os documentos holônicos poderão ser utilizados em qualquer ambiente e em diversos tipos de aplicações. Os documentos holônicos terão autonomia de realizar diversas funções de gerenciamento através dos agentes. Algumas funções dos agentes nos documentos holônicos serão: controlar a permissão de acesso às informações do documento, encaminhar aos usuários interessados qualquer alteração do conteúdo do documento, realizar cópias de segurança das informações do documento, adaptar a estrutura do documento ao ambiente do usuário, armazenar um histórico das versões do documento, entre outras.

Quando um usuário acessa um documento holônico pela primeira vez, uma cópia do documento é transferida para a estação do usuário, fazendo com que o agente possa, a partir deste momento, iniciar o gerenciamento do documento. Assim, tem-se um documento principal, criado pelo autor, que agirá como uma matriz responsável em distribuir harmonia entre todos os usuários. O documento holônico manterá seus dados sempre atualizados através do sincronismo realizado pelos agentes. Desta forma, os usuários interessados nas informações do documento estarão sempre sendo alertados caso ocorra alguma modificação no arquivo.

Como mostra a Figura 10, os agentes fazem a troca de dados entre as estações da rede, através do sincronismo das informações contidas no documento holônico. De maneira funcional pode-se ter, como exemplo, um gerente administrativo de uma empresa, que tem, sob seu controle, diversas informações em um grande número de documentos e que necessita estar sempre atualizado; a utilização dos documentos holônicos trará a ele uma enorme economia de tempo e uma maior comodidade em suas ações.

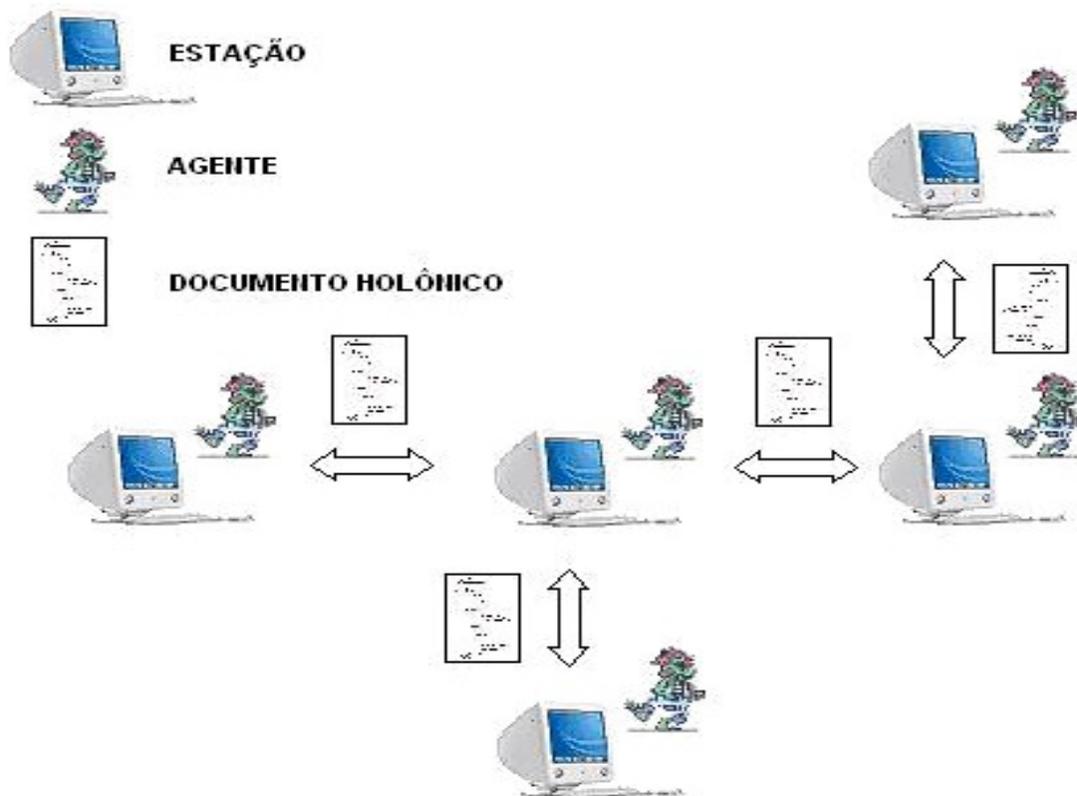


Figura 10 - Modelo de Sincronismo de Dados nos Documentos Holônicos

Cada cópia de um documento holônico gerada aumenta o número de agentes, o que torna o sistema cada vez maior e faz com que o nível de responsabilidade de gerenciamento dos agentes intensifique. Desta forma, o gerenciamento de segurança nos documentos holônicos garantirá ao seu autor e a seus usuários total confiabilidade dos dados armazenados, sendo que todas as informações do documento só poderão ser alteradas por aqueles que possuem permissão para tal ação. Isso evita que, com a utilização dos documentos holônicos em ambientes empresariais, informações não adequadas possam ser incluídas ou alteradas sem a autorização.

3.3 Exemplos de Utilização dos Documentos Holônicos

Nesta seção são dados alguns possíveis exemplos da utilização prática de um documento holônico.

Um documento holônico poderá ser utilizado para armazenamento de informações de leis ou normas que mudam constantemente e que devem ser respeitadas por vários tipos de profissionais, como por exemplo, Contabilistas, Advogados ou quaisquer outros que tenham que prestar contas a órgãos fiscalizadores.

Quando acontecer qualquer alteração nestes documentos, os usuários serão notificados pelos agentes de forma instantânea, tendo desta forma, tempo hábil para se adequarem às modificações propostas. Isto evitará que estes profissionais sejam surpreendidos por mudanças ou criações de leis, estatutos, normas entre outras.

Um documento holônico também poderá ser eficaz se utilizado em empresas que necessitam de opiniões de vários gerentes para a aprovação de um projeto. Este projeto criado em um documento holônico será repassado a estes responsáveis automaticamente através dos agentes, que também farão o controle das versões, alterações e outras funções de gerenciamento. Poderá, desta forma, substituir alguns sistemas de workflow que deveriam realizar estas funções, mas acabam ficando presos em regras de estruturação e adequação de seus sistemas.

Em um outro exemplo, uma Dissertação de Mestrado ou Tese de Doutorado escrita em um documento holônico, ao ser repassada ao orientador e a outros interessados no trabalho, poderá dar uma agilidade maior na troca de informações entre os envolvidos, fazendo com que o trabalho flua de uma maneira mais dinâmica, e deixando para o gerenciamento do próprio documento, todas as funções de controle e segurança das informações do trabalho.

Capítulo 4

Análise do Protótipo

O documento holônico é uma alternativa de documento eletrônico inteligente gerenciável, que poderá ser utilizada para resolver problemas de disponibilidade, segurança e gerenciamento de informações envolvidas em trocas pela Internet. Trabalhando em conjunto com os sistemas de Gerenciamento Eletrônicos de Documentos, os documentos holônicos poderão torná-los mais ágeis e eficientes em suas funções.

Para que se pudesse avaliar a utilização dos documentos holônicos neste trabalho, procurou-se demonstrar, através da análise do desenvolvimento de um protótipo, algumas características do documento holônico a respeito do gerenciamento inteligente realizado pelos agentes móveis, nas informações contidas em um documento.

Para evidenciar este novo conceito, foi utilizado como base do protótipo, um sistema de workflow onde o documento holônico pudesse ser adaptado. Desta forma, através da aplicação dos conceitos do documento holônico, poder-se-ia simular o comportamento do sistema e de suas informações, sem que houvesse a necessidade de reestruturação das atividades e dos processos envolvidos no sistema de workflow.

A idéia, portanto, é retirar as informações referentes aos usuários e a situação das atividades contidas no sistema de workflow e armazená-las no documento holônico. Após isso, anexar junto ao documento holônico critérios de gerência que serão utilizados como parâmetros pelos agentes para o gerenciamento do documento.

Com o documento holônico criado, será feito com que este conjunto de informações possa ser migrado entre sistemas localizados em servidores diferentes de uma rede, a fim de demonstrar a capacidade de migração e exportação de comportamento e dados através dos documentos holônicos.

O Sistema de Workflow escolhido para o desenvolvimento deste protótipo foi o Galáxia [TIK 04]. Galáxia é um sistema de workflow incorporado ao Sistema de Gerenciamento de Conteúdos Tikiwiki [TIK 04]. O Tikiwiki é um sistema que pode ser usado para criar todos os tipos de aplicações Web como Sites, Portais, Intranets e Extranets. O Tikiwiki é principalmente utilizado como uma ferramenta de colaboração baseada na Web e que, entre seus pacotes, tem o workflow Galáxia.

Galáxia é um sistema de workflow baseado em atividades, ou seja, os processos do workflow são implementados como um conjunto de atividades que devem ser completados para alcançar algum resultado. O sistema de workflow Galáxia é fundamentado no modelo OpenFlow [OPE 05], que é um Sistema Gerenciador de Workflow *Open Source*, extremamente flexível, capaz de desenvolver rapidamente aplicações orientadas a workflow e está dentro dos padrões propostos pela Workflow Management Coalition (WfMC).

O Galáxia é um sistema de workflow que armazena suas atividade e processos em um Banco de Dados MySQL, além disso, informações referentes aos usuários do sistema também pode ser armazenados neste banco. Neste banco de dados, contém tabelas que possuem informações relativas ao workflow como, as atividades do workflow, as regras de atividades, as instâncias, as instâncias ativas, os processos, os usuários, as regras de usuários e as transições do sistema. O Galáxia possui um ambiente de desenvolvimento onde se pode criar os processos e as atividades, monitorar as atividades e instâncias, relacionar usuários e definir regras, além de permitir o desenvolvimento das transições entre as atividades através da linguagem de programação PHP.

Outros sistemas de workflow poderiam ser utilizados, pois a idéia dos documentos holônicos é que eles possam ser utilizados em qualquer tipo de ambiente, mas a escolha do sistema Galáxia se deu por ser um software de código aberto, de rápido aprendizado e que de início satisfizesse os requisitos mínimos para o desenvolvimento deste projeto.

Para dar início ao protótipo foi criado no Galáxia um processo simples de um Projeto de Pesquisa. A idéia deste processo é fazer o encaminhamento de um projeto de pesquisa para diversos setores em uma Universidade, através do workflow. Este processo consiste no preenchimento de um formulário pelo autor do projeto, que deverá encaminhá-lo para o pessoal responsável em fazer a avaliação da proposta. Conforme a Figura 11, pode-se ver o fluxo pelo qual o workflow será responsável em transferir as informações do formulário através de diversos setores, até que se obtenha a resposta de aprovação ou não do projeto.

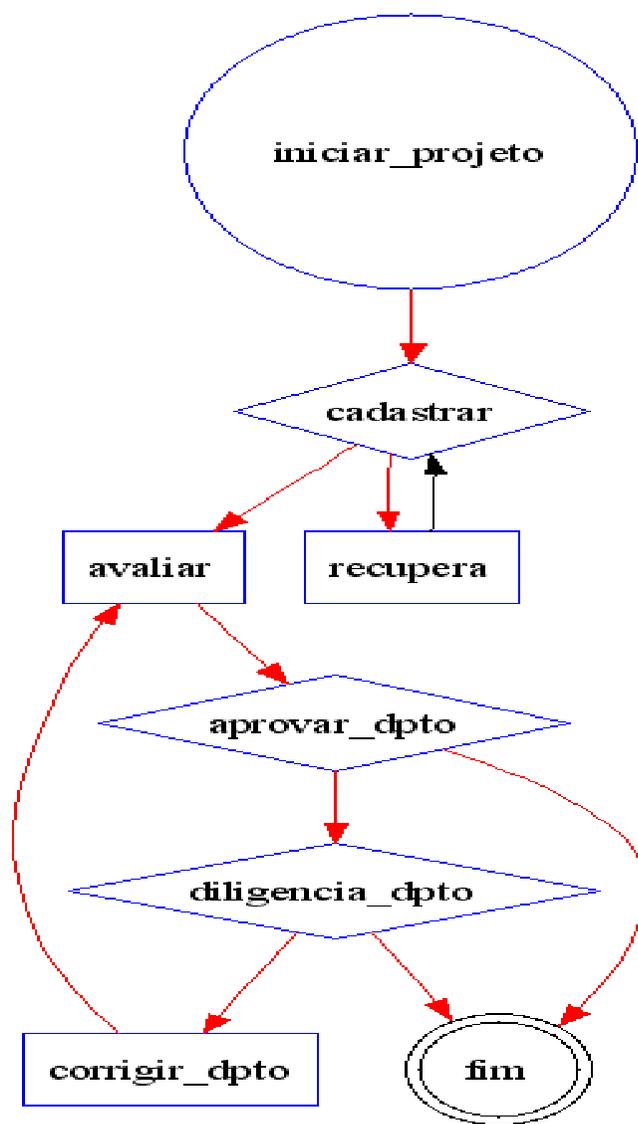


Figura 11 – Workflow - Projeto de Pesquisa

```

  <?xml version="1.0" ?>
- <holonico>
  <name>Documento Holonico</name>
  <isValid>y</isValid>
  <isActive>y</isActive>
  <description />
  <lastModif>03/06/2005 [12:18:59]</lastModif>
  - <camada_de_dados>
    - <galaxia>
      - <galaxia_processes>
        - <process>
          <name>Projeto de Pesquisa</name>
          <pId>2</pId>
          <version>1.0</version>
          <lastModif>03/06/2005 [12:19:00]</lastModif>
          <isValid>y</isValid>
        </process>
      </galaxia_processes>
      - <galaxia_activities>
        - <activity>
          <name>cadastrar</name>
          <type>switch</type>
          <lastModif>03/06/2005 [12:19:00]</lastModif>
          <isInteractive>y</isInteractive>
          <isAutoRouted>y</isAutoRouted>
          <role>professor</role>
        </activity>
      </galaxia_activities>
      - <galaxia_transitions>
        - <transition>
          <pId>2</pId>
          <actFrom>cadastrar</actFrom>
          <actTo>avaliar</actTo>
        </transition>
      </galaxia_transitions>
      - <galaxia_instances>
        - <instance>
          <pId>2</pId>
          <started>1117812404</started>
          <nextActivity>10</nextActivity>
          <ended>1117812171</ended>
          <status>completed</status>
        </instance>
      </galaxia_instances>
    </galaxia>
  </camada_de_dados>

```

Figura 12 – Documento Holônico – Camada de Dados do Protótipo

Com a criação de entidades e usuários participantes neste processo, foi elaborado um pequeno ambiente onde se pudessem aplicar os conceitos dos documentos holônicos. A partir deste ambiente, se pensou na necessidade de migrar, a qualquer momento, informações referentes a um usuário de um servidor para outro na rede. Este usuário, que estivesse encaminhando sua proposta de projeto de pesquisa através do sistema de

workflow Galáxia, poderia querer visualizar ou realizar alguma alteração em seu projeto em um outro servidor que também estivesse com o sistema de workflow Galáxia ativo.

Para que isso pudesse acontecer de maneira transparente para o usuário, começou-se, portanto, a elaboração do documento holônico na tentativa de solucionar esta necessidade. Inicialmente, foram migradas para o documento holônico todas as informações referentes ao processo do usuário. Informações como: dados do formulário do projeto, situação atual do fluxo do workflow, usuário, regras de usuários e instâncias do processo. Estes dados foram migrados para o documento holônico e correspondem a camada de dados na estrutura XML. Conforme visto, a Figura 12 mostra, resumidamente, uma parte do documento holônico com as informações referentes a camada de dados anexada.

A partir deste momento, precisava incluir no documento holônico alguns critérios de gerência sobre estas informações. Neste protótipo, foram estabelecidos para métodos de gerenciamento o controle de versões, controle de backup, tempestividade e autenticidade das informações contidas no documento.

Estes critérios foram então anexados ao documento holônico, no espaço correspondente à camada de aplicação na estrutura XML para que os agentes pudessem iniciar o gerenciamento do arquivo. A Figura 13 mostra basicamente o documento holônico fazendo referência à camada de aplicação.

Na realização do controle de versões, o agente compara qualquer alteração nas informações do formulário do projeto de pesquisa feitas pelo seu autor. Assim, o agente cria na camada de dados um campo referente à versão do projeto e faz uma cópia dos dados formulário para que o autor da proposta possa, a qualquer momento, analisar as modificações feitas anteriormente à versão atual.

```

- <camada_de_aplicacao>
  - <controle>
    - <controle_de_versoes>
      <name>Projeto de Pesquisa</name>
      <isValid>y</isValid>
      <isActive>y</isActive>
      <version>1.0</version>
      <lastModif>03/06/2005 [12:18:59]</lastModif>
    </controle_de_versoes>
  </controle>
  - <falhas>
    - <controle_de_backup>
      <name>bkp_projeto_de_pesquisa</name>
      <isValid>y</isValid>
      <isActive>y</isActive>
      <version>1.0</version>
      <lastModif>03/06/2005 [12:18:59]</lastModif>
    </controle_de_backup>
  </falhas>
  - <seguranca>
    - <aunteticidade>
      <isValid>y</isValid>
      <isActive>y</isActive>
      <signature>F321G903843H8094832I9034324M3204238000</signature>
      <publicKey>Y324034</publicKey>
    </aunteticidade>
    - <tempestividade>
      <isValid>y</isValid>
      <isActive>y</isActive>
      <create>03/06/2005 [12:18:59]</create>
      <lastModif>10/08/2005 [17:35:47]</lastModif>
    </tempestividade>
  </seguranca>
</camada de aplicacao>
</holonico>

```

Figura 13 – Documento Holônico – Camada de Aplicação do Protótipo

Para o controle de backup, os agentes fazem uma cópia do documento holônico em cada dos servidores espalhados pela rede. Desta forma, caso exista alguma perda de informação, os agentes podem fazer a recuperação dos dados através da substituição do documento.

No requisito tempestividade, é anexado ao documento holônico informações referentes à data e hora da criação do documento, além de registros temporais sobre quaisquer alterações nos dados contidos no documento holônico. Com o controle destas informações, o usuário tem uma maior garantia e segurança na organização das informações do documento.

Como forma de garantir a segurança das informações contidas no documento holônico durante as constantes trocas via Internet, será utilizado neste sistema, o uso da tecnologia de assinatura digital. Desta forma é dada aos usuários a garantia da autenticidade do conteúdo incluído no documento holônico. A assinatura digital é uma aplicação da técnica de criptografia assimétrica. Maiores informações sobre assinatura digital podem ser encontradas no Anexo I.

Para que se pudesse viabilizar esta análise para o desenvolvimento do protótipo, alguns estudos foram feitos em relação ao tipo de tecnologia que melhor comportaria a idéia dos documentos holônicos. Visualizando a parte tecnológica desta solução, foi utilizado para esta análise o uso da ferramenta *Microsoft .NET Framework*. O *.NET Framework* é um ambiente para construção, desenvolvimento e execução de aplicações distribuídas que utiliza como forma de programação um modelo baseado em componentes. Este modelo é mais flexível e produtivo entre todos os disponíveis, bastante semelhante ao *Delphi* ou *Visual Basic*. O *.NET Framework* traz um conjunto de funcionalidades, em especial dois importantes recursos que serão utilizados para o desenvolvimento e aprimoramento desta análise: o *.NET Remoting* e o *Web Service*.

Com o *.NET Remoting* é possível que sejam desenvolvidas, de uma maneira fácil, aplicações amplamente distribuídas, onde os componentes de uma aplicação podem estar em um único computador, ou espalhados em vários. Podem-se criar aplicações clientes que usem objetos em outros processos no mesmo computador, ou em qualquer outro que seja acessível através de uma rede, além de permitir a comunicação com outros domínios de aplicação dentro de um mesmo processo.

Mais informações sobre o *.NET Remoting* e *Web Service* podem ser encontradas no Anexo 2.

Neste projeto, se tem como pontos críticos a garantia de sincronismo das informações do usuário nos servidores e a gerenciamento das informações.

Para que o usuário consiga se conectar em qualquer servidor da rede e continuar o desenvolvimento do projeto, os agentes são responsáveis por sincronizar os sistemas de workflow em cada um dos servidores. Como mostra a Figura 14, os agentes têm a responsabilidade de fazer a interação entres os servidores, enviando os dados contidos no documento holônico de um servidor para outro na rede. Desta forma, migrando e sincronizando as informações armazenadas na camada de dados do documento holônico para o banco de dados do sistema de workflow Galáxia. Do lado do servidor A, o agente faz uma cópia do documento holônico e envia para o agente do servidor B fazer o sincronismo dos dados no sistema.

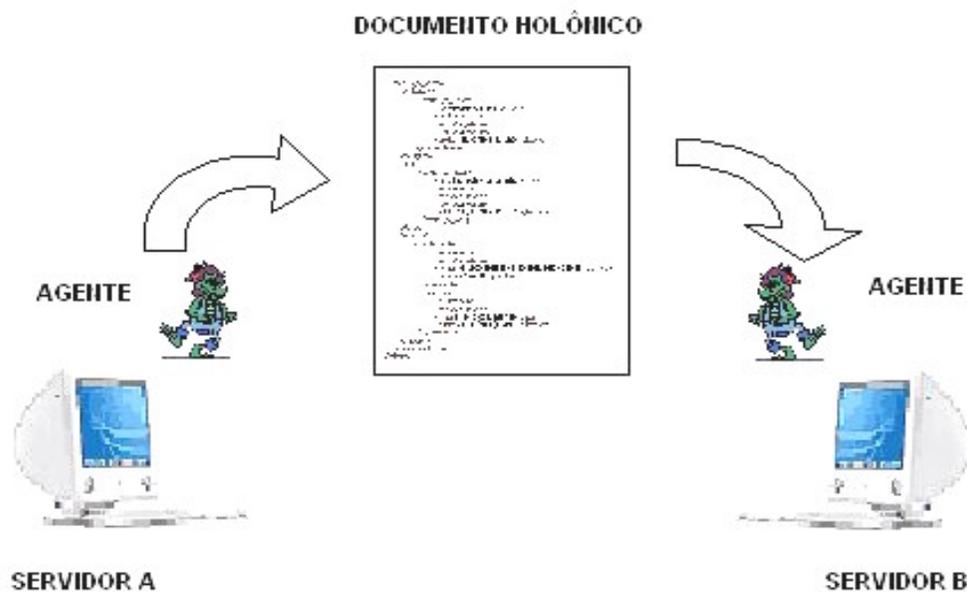


Figura 14 – Sincronismo das Informações do Documento Holônico

Para implementar esta necessidade, será necessário fazer com que os bancos de dados em cada servidor sejam sincronizados com os dados atualizados contidos nos documentos holônicos. Essa sincronização dos dados será implementada utilizando a tecnologia de

Remoting do *.NET*, que, a cada período, lerá as informações dos dois bancos, comparará os dados e atualizará as alterações realizadas entre eles.

É exatamente neste ponto que o *.Net Remoting* faz a diferença no âmbito tecnológico. Para que as bases de dados possam estar sincronizadas, os agentes serão desenvolvidos e se comunicarão através deste recurso que fornece uma estratégia abstrata de comunicação entre processos. Esta comunicação separa o objeto remoto de um cliente específico ou domínio de aplicação servidora, além de não amarrá-lo a um mecanismo de comunicação específico. Tendo como resultado, a flexibilidade e facilidade de customização.

Ao usuário essa sincronização de dados entre os bancos será implícita. Um *Web Service* será construído para buscar os dados dos dois bancos. O *Web Service* será responsável em tornar os dois servidores como duas partes conhecidas, assim ele irá direcionar a conexão para um banco de dados em um dos servidores, caso este banco esteja indisponível a conexão passará para o outro banco em um outro servidor. Com isso, o usuário poderá se conectar em qualquer um dos servidores, pois suas informações estarão atualizadas.

O gerenciamento das informações iniciará a partir do momento que os agentes estejam instalados em cada um dos servidores. Os agentes móveis farão a leitura dos requisitos de gerência contidos na camada de aplicação do documento holônico, e iniciarão o gerenciamento das informações do documento.

Para que os agentes possam disparar as funções de gerência teremos no documento holônico a criação de duas classes. Uma classe referente a camada de dados e outra referente a camada de aplicação, e cada *tag* do arquivo XML, será um atributo da classe. Assim se tem, por exemplo, a *tag* <controle_de_versoes> que irá disparar o agente a iniciar o trabalho de análise das versões do documento. Desta forma para o desenvolvimento das classes e seus atributos, deverá ser levado em consideração, o tipo de utilização que será feita para cada função definida pela *tag*.

Foi conseguido, portanto, através desta análise, demonstrar como deverá ser o desenvolvimento do protótipo que será capaz de mostrar algumas funções do documento holônico como, por exemplo, a garantia ao usuário no acesso as suas informações, independente do ambiente em que se encontra, auxiliar o sistema de workflow no sincronismo das atividades e processos do usuário, além de assegurar autenticidade, integridade e segurança nas informações contidas no documento.

Capítulo 5

Considerações Finais

A necessidade de um controle avançado das informações armazenadas em documentos eletrônicos fez com que o uso de sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos tornar-se extremamente necessário em qualquer tipo de organização.

Com a utilização da Internet para a troca de dados, desenvolvedores vêm pesquisando novos mecanismos para se ter um controle mais eficaz dos documentos eletrônicos. Uma alternativa encontrada para este controle, foi através do desenvolvimento da automatização das atividades de gerenciamento nos próprios documentos. Esta dissertação propôs, por meio de pesquisas, que esta autonomia pode ser obtida através da implementação de um novo modelo de documento eletrônico que foi denominado de documento holônico.

As dificuldades iniciais nesta dissertação se deram pelo fato de não existir metodologias concretas a respeito do gerenciamento automatizado de documentos eletrônicos. Pesquisas nesta área são poucas, assim, precisou ser feito um estudo para identificar os tipos de gerenciamento que poderiam ser aplicados nesta proposta.

Com as necessidades de gerenciamento levantadas, precisou-se elaborar uma maneira de fazer com que estas ações pudessem ser inseridas no próprio documento eletrônico. Através do estudo da linguagem de marcação XML, conseguiu-se desenvolver uma estrutura mais complexa para o documento eletrônico, fazendo com que ações de gerenciamento fossem anexadas ao seu conteúdo.

A partir deste momento, iniciou-se um trabalho para que se pudesse conceituar a estrutura do documento holônico. Com esta estrutura definida, iniciou-se um novo ramo de pesquisas relacionadas à documentação eletrônica, sendo essa, a melhor contribuição desta

Dissertação. As vantagens da utilização dos documentos holônicos puderam ser observadas, através de exemplos citados no decorrer do trabalho.

Conseguiu-se apresentar aos usuários alguns benefícios que o documento holônico trará no controle e nas trocas de informações. A rapidez com que as informações poderão ser atualizadas nos documentos holônicos poderá trazer um ganho expressivo para as organizações que dependem deste tipo de serviço.

Para que se pudesse verificar a viabilidade do modelo proposto, foi então desenvolvida uma análise para um protótipo de documento holônico trabalhando em conjunto com um sistema de workflow. A idéia, portanto, era fazer com que se pudessem retirar as informações referentes aos usuários e a situação das atividades contidas no sistema de workflow e armazená-las no documento holônico. Assim, com o documento holônico criado, este conjunto de informações poderia ser migrado, entre sistemas localizados em servidores diferentes de uma rede, através de agentes móveis. Estes agentes também se tornaram responsáveis por controlar os dispositivos de gerência do documento.

O ambiente de workflow foi de fácil aprendizado, restando um trabalho mais detalhado no levantamento das informações que teriam que ser inseridas no documento holônico, para que se pudesse fazer a migração e o sincronismo dos servidores.

A contribuição deste trabalho se deu primeiramente, na tentativa de tencionar um novo ramo de pesquisas na área de sistemas de Gerenciamento Eletrônico de Documentos. Em seguida, a proposta apresentada pôde ser fundamentada através de estudos, o que levou a análise de um protótipo que apresentou neste caso, através da utilização da tecnologia *.Net Framework*, a viabilidade do projeto.

Como proposta de trabalhos futuros, existe ainda a necessidade de se fazer a implementação dos documentos holônicos em outras situações e com a utilização de outras ferramentas semelhantes.

Ainda também é de grande importância, desenvolver mecanismos para inserir todos os critérios de gerenciamento que podem ser utilizados nos documentos holônicos, visto que, no protótipo apresentado, somente algumas funções de gerência foram implementadas.

Estudos e pesquisas relacionadas a este tema poderão descobrir caminhos mais eficientes e expressivos para que a utilização dos documentos holônicos se torne ainda mais atraente para todos os tipos de usuários.

Referências Bibliográficas

- [AII 05] AIIM INTERNATIONAL. Disponível em <http://www.aiim.org>. Acessado em: Abril de 2005
- [CAB 00] CABRI, G.; LEONARDI, L.; ZAMBONELLI, F. MARS: A Programmable Coordination Architecture for Mobile Agents. *IEEE Internet Computing*, 4(4):26–35, July/August 2000.
- [CEN 05] CENADEM. Centro Nacional de Desenvolvimento do Gerenciamento da Informação. São Paulo. Disponível em <http://www.cenadem.com.br>. Acessado em: Abril de 2005
- [CIA 02] CIANCARINI, P.; TOLKSDORF, R.; ZAMBONELLI, F.; A Survey on Coordination Middleware for XML-centric Applications, *The Knowledge Engineering Review*, pp. 336-343, 2002.
- [CIA 99] CIANCARINI, P.; VITALI, F.; MASCOLO, C. Managing complex documents over the WWW: a case study for XML. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 11(4):629–638, July/August 1999.
- [COE 94] COEN, M. *Software Agents*, Massachusetts Institute of Technology, 1994 Disponível em: <http://people.csail.mit.edu/mhcoen/agents/chap5.html> - Acessado em: Agosto de 2005.
- [CON 05] CONARQ - Conselho Nacional de Arquivos – Câmara Técnica de Documentos Eletrônicos – CTDE Disponível em: <http://www.arquivonacional.gov.br/> Acessado em: Abril de 2005.
- [DIF 76] DIFFIE, W.; HELLMAN, M. New directions on cryptographic techniques. *Proceedings of the AFIPS National Computer Conference*, [S.l.], 1976.
- [FIL 00] FILHO, R. S. S. Uma arquitetura baseada em CORBA para workflow de larga escala. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Computação, 2000.
- [GAR 97] GARFUNKEL, S.; SPAFFORD, G. *Web Security e Commerce* 1.ed. O'Reilly

- & Associates, Inc, 1997.
- [GAT 95] GATES, B. A estrada do futuro. São Paulo: Companhia de Letras, 1995.
- [GIL 95] GILBERT, D.; APARICIO, M.; ATKINSON, B; BRADY, S.; CICCARINO, J.; GROSOFF, B.; O'CONNOR, P.; OSISEK, D.; PRITKO, S. SPAGNA, R.; WILSON, R. IBM Intelligent Agent Strategy, IBM Corporation. 1995.
- [GOO 93] GOODWIN, R. Formalizing properties of agents. Technical Report CMU-CS-93-159, School of Computer Science, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, PA. 1993.
- [GOU 04] GOULART, A. Informação: Precisamos definir esse termo, Observatório da Imprensa – Disponível em: <http://www.observatoriodaimprensa.com.br> – Acessado em: Julho de 2005.
- [GUD 03] GUDWIN, R. R Introdução a Teoria de Agentes DCA-FEEC-UNICAMP. Disponível em: <http://www.dca.fee.unicamp.br/gudwin/courses/IA009/>. Acessado em Abril de 2004.
- [HMS 05] HMS Consortium – Holonic Manufacturing Systems Programe Overview. Technical Repor. Disponível em: <http://hms.ifw.uni-hannover.de/> - Acessado em: Maio de 2005.
- [HOU 01] Houaiss – Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. Ed.1. 2001.
- [KAN 95] KANHOLM, J. – ISO 9000 explicada: lista de verificações com 65 requisitos e guia de conformidade – São Paulo: Pioneira, 1995.
- [KAY 01] KAY, M; ANDERSON, R; BIERBECK M. Professional XML, Rio de Janeiro: Ciência Moderna LTDA., 2001.
- [KOE 67] KOESTLER, A. The Ghost in the Machine. Hutchinson & Co, London, 1967
- [KOR 00] KORZYK, A. D. Towards XML as a Secure Intelligent Agent Communication Language National Institute of Standards and Technology, National Computer Security Center pp 371-387, Outubro 2000.
- [LAB 99] LABROU, Y.; FININ, T.; PENG, Y. Agent Communication Languages: The Current Landscape, IEEE Intelligent Systems, volume 14, Número 2, Março/Abril 1999

- [LAS 05] LASERFICHE. Compulink Management Inc. Empresa desenvolvedora de softwares na área de GED. Disponível em: <http://www.laserfiche.com>. Acessado em: Março de 2005.
- [MAC 03] MACEDO, G. M. F de. Bases para implantação de um Sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentos – GED. Estudo de caso. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- [MAE 95] MAES, P. Artificial Life Meets Entertainment: Life like Autonomous Agents. Communications of ACM, p. 108, 1995.
- [MAS 02] MASCOLO, C.; CAPRA, L.; ZACHARIADIS, S.; EMMERICH, W. XMIDDLE: A Data-Sharing Middleware for Mobile Computing - Wireless Personal Communications: An International Journal Volume 21, Issue 1 (April 2002) Pages: 77 - 103 Year of Publication: 2002 ISSN: 0929-6212.
- [OBE 01] OBERMEYER, P.; HAWKINS, J. Microsoft .NET Remoting: A Technical Overview – Microsoft Corporation Disponível em: <http://www.msdn.microsoft.com> Acessado em: Outubro de 2005.
- [OPE 05] OPENFLOW - Open Source Workflow Management System Disponível em: <http://www.openflow.it> Acessado em: Maio de 2005.
- [PIN 03] PINTO, M. B.; SACCOL, D. B. Um estudo sobre esquemas para documentos XML Encoinfo - Centro Universitário Luterano de Palmas, 2003
- [RED 05] REDATA - Organização da Informação. Disponível em: <http://www.redata.com.br> – Acessado em: Maio de 2005.
- [SAT 00] SATOH, I. MobiDoc: A Framework for Building Mobile Compound Documents from Hierarchical Mobile Agents, Proceedings of International Symposium on Agent Systems and Applications/International Symposium on Mobile Agents (ASA/MA2000), pp.113-125, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), vol. 1882, Setembro 2000.
- [SAY 01] SAYERS, C. XML Documents Agents, Software Technology Laboratory –HP Labs Technical Report HPL-2001-288, Hewlett Packard Laboratories, Palo

- Alto, 2001.
- [SIL 01] SILVA, F. S. C. da; MENESES, E. X. Integração de Agentes de Informação Jornada de Atualização em Inteligência Artificial, XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2001.
- [SIL 03] SILVA, L. A. M; Estudo e Desenvolvimento de Sistemas Multiagentes usando JADE: Java Agent Development Framework. Monografia (Bacharel em Informática) Universidade de Fortaleza.2003.
- [SIM 62] SIMON, H. J., The Architecture of Complexity, em Proc.Am.Philos.Soc., Vol 106, Nº 6, Dezembro 1962.
- [SPR 95] SPRAGUE Jr, R. H. Electronic Document Management Challenges and Opportunities for Information Systems Managers, MIS Quartely Vol 19 Nº 1, 1995.
- [TIK 04] TIKIWIKI - Tiki CMS Wiki Groupware – Disponível em: <http://www.tikiwiki.org/> Acessado em: Outubro de 2004.
- [TOL 00] TOLKSDORF, R. Coordination Technology for Workflows on the Web: Workspaces. In Proceedings of the Fourth International Conference on Coordination Models and Languages Coordination 2000, LNCS, pages 36–50. Springer-Verlag, 2000.
- [W3C 04a] XML – Extensible Markup Language 1.0 (Third Edition), W3C Recommendation Fevereiro 2004.
- [W3C 04b] Web Service Architecture - W3C Working Group Note 11 Fevereiro 2004.
- [WEI 99] WEISS, G. Multiagent Systems. A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, MIT Press, 1999.
- [WFM 04] WFMC - Workflow Management Coalition. Disponível em: <http://www.wfmc.org> - Acessado em: Outubro de 2004.
- [WOO 95] WOOLDRIDGE, M. J.; JENNINGS, N. R. Intelligent agents: Theory and practice. The Knowledge Engineering Review, 1995.

ANEXO I

Assinatura Digital

A assinatura digital é uma aplicação da técnica de criptografia assimétrica. O conceito de criptografia de chave assimétrica foi introduzido por Diffie e Hellman [DIF 76]. A criptografia assimétrica, também chamada de chave pública envolve o uso de duas chaves distintas: a chave privada (KR) e a chave pública (KU). Neste método a chave pública é disponibilizada, tornando-a acessível a qualquer usuário que deseje manter comunicação com o possuidor da chave privada, sem que haja quebra na segurança do sistema. Dessa forma, como mostrado na Figura 15, cada usuário tem uma chave de ciframento, de conhecimento público, e outra de deciframento, secreta [GAR 97].

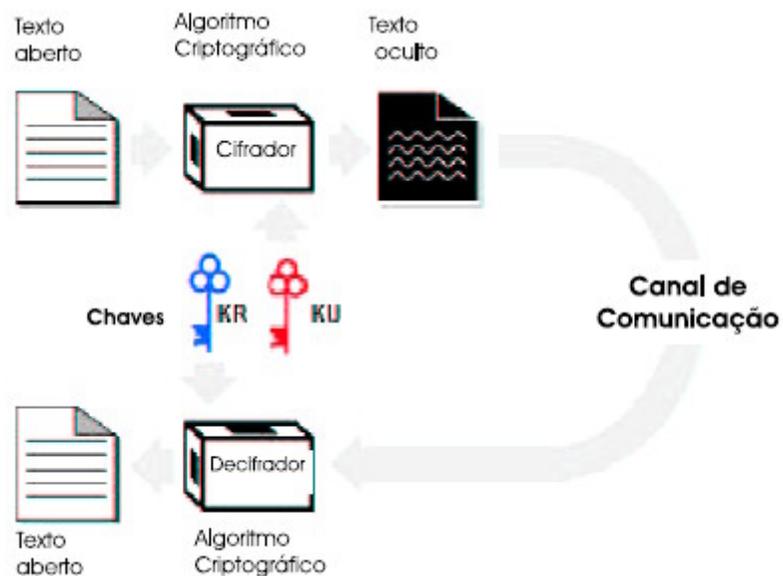


Figura 15 – Algoritmo de chave assimétrica

A geração de um par de chaves pública/privada possui uma forte ligação matemática que garante que uma execute a operação inversa proporcionada pela outra, ou seja, se uma chave foi utilizada para cifrar um texto, somente a outra será capaz de decifrar este texto.

A grande vantagem deste método é permitir que qualquer um possa enviar uma mensagem secreta, utilizando apenas a chave pública de quem irá recebê-la. A eficiência deste esquema é garantida enquanto a chave privada estiver segura. Caso contrário quem possuir acesso à chave privada terá acesso às mensagens e também poderá personalizar o proprietário da chave.

O esquema do algoritmo de chave assimétrica pode ser utilizado para garantir tanto autenticidade quanto confidencialidade.

A confidencialidade é obtida através da utilização do algoritmo de criptografia assimétrica com a chave pública do destinatário. Como somente ele conhece a chave privada correspondente, somente ele poderá decifrar a mensagem.

A autenticidade garante a autoria das mensagens. Isto é alcançado com o emprego do documento ao algoritmo criptográfico, juntamente com a chave privada do remetente. Como somente o signatário deve ter conhecimento da chave privada, portanto somente ele poderia ter gerado aquele documento.

Como os algoritmos de chave assimétrica não garantem a integridade do documento, então a assinatura digital faz uso das funções resumo. As funções resumo ou hash, possuem diferentes denominações: messagedigest, função compressora, código de detecção de manipulação, entre outras. Essas funções são one-way, ou seja, são fáceis de computar, porém é computacionalmente difícil de obter a inversa do valor gerado a partir delas.

O produto de uma função resumo funciona como uma impressão digital de uma mensagem, pois a partir de uma cadeia de bits de tamanho variável é gerada uma outra de

tamanho fixo: o digest ou hash. O fator que garante a segurança da função está relacionado com a independência do valor de entrada com o valor gerado como saída. Qualquer alteração da cadeia de bits original deve gerar uma alteração significativa no valor do "hash" correspondente.

O processo de assinatura é feito seguindo algumas etapas, como mostrado na Figura 16. Inicialmente o signatário utiliza um algoritmo para realizar a operação de resumo dos dados do documento, através da função hash. Em seguida a chave privada é empregada na cifragem desse resumo, que é enviada ao destinatário junto com o documento.

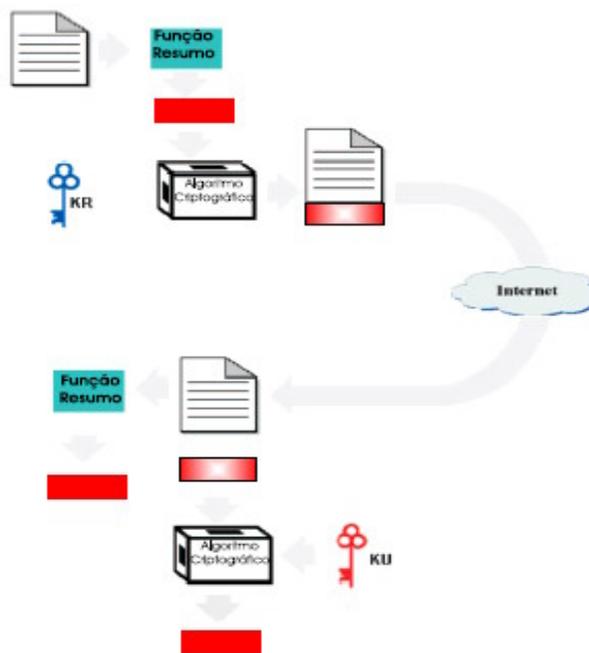


Figura 16 – Etapas da Assinatura Digital

A conferência da assinatura é dada através da comparação do deciframento do hash recebido com a chave pública e do resultado gerado da submissão do documento recebido à mesma função de hash utilizado para gerar a assinatura. Se os valores forem iguais, a autoria e integridade do documento são certificadas. A integridade dos dados é garantida através do resumo do documento. Como o processo de verificação compara os valores do

hash do documento recebido com o valor do hash do documento enviado, qualquer alteração ou tentativa de substituição do documento pode ser constatada.

No processo de geração da assinatura o hash é cifrado com a chave privada do signatário, que somente ele conhece. Isto garante a assinatura digital. Como o valor do resumo é dependente dos valores de entrada, ou seja, os dados do documento, cada resumo gerado é diferente para diferentes documentos. Como as assinaturas digitais são calculadas com relação ao hash resultante, cada assinatura digital será diferente para um mesmo signatário, diferentemente das assinaturas manuscritas nos documentos de papel no qual as assinaturas apresentam pouca variação na sua forma.

ANEXO II

Web Services

Web Services proporciona um padrão de recursos interoperacionais entre diferentes softwares de aplicação, executando em uma variedade de plataformas e/ou arquiteturas. Web Service é definido pela W3C [W3C 04b] como um software de sistema designado para suportar a interação máquina a máquina sobre uma rede de computadores. Ele tem uma interface descrita em um formato WSDL (Web Service Description Language), que é uma linguagem no formato XML utilizada para descrever serviços de rede. Outros sistemas interagem com o Web Service de uma maneira ordenada através da descrição de mensagens SOAP, normalmente transmitida em um arquivo XML e em conjunto com outros padrões Web via HTTP.

Um Web Services deve ser implementado fazendo o uso de agentes [W3C 04b]. O agente é um software ou hardware que envia e recebe mensagens, enquanto o Service é um recurso caracterizado por um conjunto abstrato de funcionalidades do qual é provida.

O propósito de um Web Service é prover alguma funcionalidade no interesse de seu proprietário, que pode ser uma pessoa ou uma organização. Esta pessoa ou organização é uma entidade provedora que estipula um determinado agente para implementar um serviço em particular. Do outro lado existe uma entidade solicitante que também pode ser uma pessoa ou uma organização, que deseja fazer o uso de uma entidade provedora do Web Service. Ela então utiliza um agente solicitante que trocará mensagens com outro agente da entidade provedora como mostra a figura 17.

O mecanismo de troca de mensagens são documentados em um WSD (Web Service Description). O WSD é uma especificação da interface do Web Service escrita em WSDL.

Ele define o formato da mensagem, tipo de dados, protocolos de transporte e o formato da inicialização que deverá ser utilizada entre os agentes solicitantes e provedores. O WSD também especifica um ou mais locais de rede do qual o agente provedor pode ser invocado, e também pode fornecer alguma informação sobre o modelo de mensagem esperada na troca. Na essência, ele descreve o tipo de serviço e representa um acordo administrativo dos mecanismos de interação deste serviço.

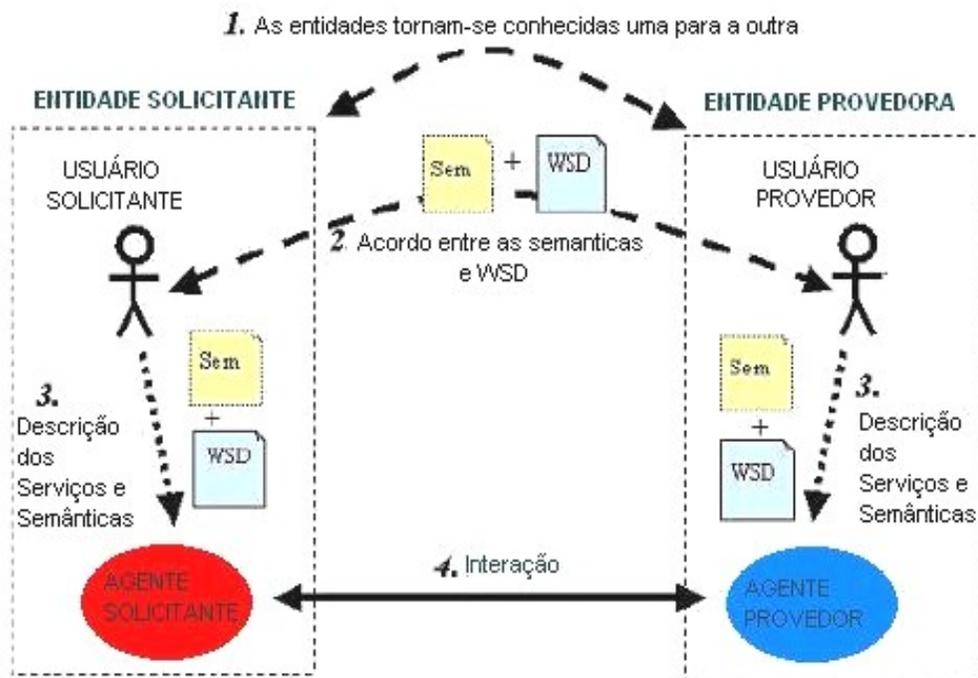


Figura 17 – Processo Geral de Contratação de um Web Service [W3C 04b]

A semântica de um Web Service é a expectativa compartilhada sobre o comportamento do serviço, em particular em resposta as mensagens que são enviadas para ele. Para efeito, a semântica é o contrato entre a entidade solicitante e a entidade provedora, levando em consideração o propósito e as conseqüências da interação.

Existem muitos caminhos que uma entidade solicitante tem para contratar e utilizar um Web Service. Em geral os seguintes passos, como exibido na figura 17, são requeridos: (1) as entidades solicitantes e provedoras tornam-se conhecidas uma para a outra; (2) as

entidades solicitantes e provedoras de algum modo concordam com a descrição do serviço e com as semânticas que governarão na interação entre os agentes solicitantes e provedores; (3) a descrição dos serviços e semânticas são realizados pelos agentes solicitantes e provedores; e (4) os agentes solicitantes e provedores trocam mensagens, de maneira que realizem as tarefas no interesse das entidades solicitantes e provedoras [W3C 04b],

.NET Remoting

O *Microsoft .NET Remoting* [OBE 01], proporciona uma estrutura que permite objetos interagirem um com os outros através de aplicações domínio. Esta estrutura permite um número de serviços, que incluem suporte a ativação e tempo de vida, além de canais de comunicação responsáveis em transmitir mensagens de e para aplicações remotas. Formataadores são utilizados para codificar e decodificar as mensagens antes delas serem transportadas pelo canal. Aplicações podem utilizar codificação binária onde o desempenho é mais crítico, ou utilizar uma codificação XML onde a interoperabilidade com outras estruturas remotas é mais essencial. Toda codificação XML utiliza o protocolo SOAP no envio de mensagens de uma aplicação domínio para outra.

Um dos principais objetivos de qualquer estrutura *remoting* é prover uma infraestrutura necessária que esconda a complexidade das chamadas de métodos sobre objetos remotos e o retorno de resultados [OBE 01]. Qualquer objeto, fora de uma aplicação domínio, que for requisitado deverá ser considerado remoto, mesmo se o objeto esteja executando na mesma máquina. Dentro da aplicação domínio, todos os objetos são passados por referência, enquanto tipos de dados primitivos são passados por valor. Com isso objetos locais referenciados são validos somente dentro da aplicação domínio onde eles foram criados, eles não podem ser passados ou retornados para chamadas de métodos remotos desta forma. Todos objetos locais que tem que atravessar a fronteira para uma aplicação domínio, tem de ser passado por valor e deverá ser marcado com o atributo de *serialização* Este termo é utilizado para descrever o processo de empacotamento de um objeto, de forma que o mesmo possa ser transportado entre processos diferentes. Quando

um objeto é passado como parâmetro, a estrutura *serializa* o objeto e transporta-o para a aplicação domínio de destino, onde o objeto será reconstruído.

Canais são utilizados para transportar mensagens de e para objetos remotos como mostra a Figura 18. Quando um cliente chama um método ou objeto remoto, os parâmetros, tão bem como outros detalhes relacionados a chamada, são transportados através de canais até o objeto remoto. Qualquer resultado desta chamada é retornado de volta para o cliente no mesmo caminho. O cliente pode selecionar qualquer um dos canais registrados para o servidor, para comunicar com os objetos remotos, desta forma os desenvolvedores ficam livres para selecionar canais que melhor combina com as suas necessidades. Com isso também é possível customizar qualquer canal existente ou construir um novo que utilizara diferentes protocolos de comunicação.

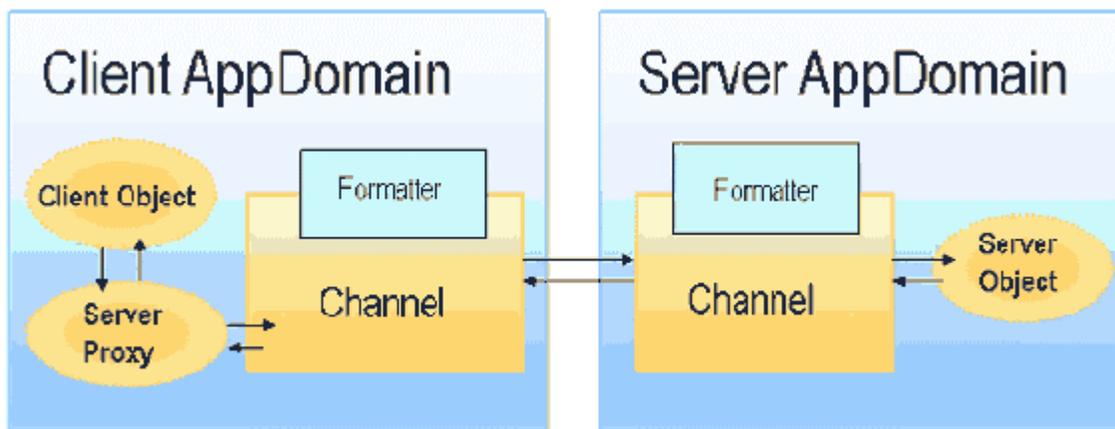


Figura 18 – Arquitetura .NET Remoting [OBE 01]

Dois tipos de canais são os mais utilizados: o canal HTTP e o canal TCP. O canal HTTP transporta mensagens de e para objetos remotos, utilizando o protocolo SOAP. Todas as mensagens são passadas através do formatador SOAP, onde são alteradas para XML e *serializadas*. O resultado do fluxo de dados é então transportado por uma URI utilizando o protocolo HTTP. O canal TCP utiliza um formato binário para *serializar* todas as mensagens e o fluxo binário é transportado por uma URI utilizando o protocolo TCP [OBE 01].