

**ROSELE LUCHESI PAIM**

**SISTEMA HIPERMÍDIA SOBRE CÂNCER DE MAMA COM  
INTERFACE ADAPTATIVA USANDO REDES NEURAIAS  
ARTIFICIAIS MLP E IAC**

**FLORIANÓPOLIS  
2006**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**SISTEMA HIPERMÍDIA SOBRE CÂNCER DE MAMA COM  
INTERFACE ADAPTATIVA USANDO REDES NEURAIS  
ARTIFICIAIS MLP E IAC**

Dissertação submetida à  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como parte dos requisitos para a  
obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

**Rosele Luchesi Paim**

Florianópolis, Dezembro de 2006.



# **SISTEMA HIPERMÍDIA SOBRE CÂNCER DE MAMA COM INTERFACE ADAPTATIVA USANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS MLP E IAC**

Rosele Luchesi Paim

‘Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica, Área de Concentração em Sistema de Informação, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina’

---

Fernando Mendes de Azevedo, D. Sc.  
Orientador

---

Grácia Maria Salles Maciel Koerich, MSc.  
Co-Orientadora

---

Nelson Sadowski, Dr.  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Elétrica

## **Banca Examinadora:**

---

Fernando Mendes de Azevedo, D. Sc.  
Presidente

---

Rozany Mucha Dufloth, Dra.

---

Maria Nazaré Munari Angeloni Hahne, Dra

---

Grace T. M. Dal Sasso, Dra

---

Andréa Teresa Riccio Barbosa, Dra.

## PUBLICAÇÕES

PAIM, R. L.; DE AZEVEDO, F. M.; KOERICH, G. M., *Sistema Hipermissão com Interface Adaptativa sobre Câncer de Mama usando redes neurais MLP e IAC. VI Workshop de Informática Médica, (WIM 2006).*

PAIM, R. L.; DE AZEVEDO, F. M. KOERICH, G. M., MALINVERNI, M. S, DUFLOTH, R. M. e VIEIRA, D. S. C. *Hypermedia System with Adaptive Interface about Breast Cancer using Neural MLP and IAC Net, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, (WC 2006).*

PAIM, R. L.; DE AZEVEDO, F. M. KOERICH, G. M., MALINVERNI, M. S, DUFLOTH, R. M. e VIEIRA, D. S. C. *Sistema Hipermissão com Interface Adaptativa sobre Câncer de Mama usando redes neurais Artificiais MLP e IAC. X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde - CBIS 2006.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar à oportunidade de existir e de acreditar na imortalidade.

Aos meus pais, **Máximo** e **Rosamara**, pelo apoio constante, incentivo, amor e exemplo de vida.

Aos meus irmãos, **Daniela** e **Juliano**, pela amizade, carinho e incentivo de todas as horas.

Aos meus **Tios** (as) e aos meus **Dindos** que me incentivaram, apoiaram e sempre acreditaram em mim.

Ao Meu Orientador, **Professor Fernando Mendes de Azevedo**, pela paciência, apoio e compreensão durante o processo de elaboração desta pesquisa, pelo incentivo nos momentos difíceis e pela amizade em todos estes anos de convívio.

A Minha Co-Orientadora, **Professora Grácia Maria Koerich**, pela paciência, pelo carinho, incentivo nos momentos difíceis, pelas conversas, risadas e pela amizade nestes dois anos de convívio. É um exemplo de profissional, que será sempre uma inspiração para a minha carreira.

As Professoras **Danielle Couto Vieira** e **Rozany Mucha Dufloth**, pela ajuda, pela paciência e dedicação que muito contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e acima de tudo para meu desenvolvimento pessoal.

À Universidade Federal de Santa Catarina, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e, em especial, ao Instituto de Engenharia Biomédica IEB - UFSC pela oportunidade de desenvolvimento profissional.

Aos Professores do Departamento de Patologia – CCS - UFSC e aos secretários, Vânia e Sérgio, pela convivência, conversas, incentivo e amizade no decorrer destes anos.

A todos os profissionais, das diversas áreas, que colaboraram realizando os testes do sistema hiperímia adaptativo desenvolvido, me ajudando a finalizar este trabalho.

Ao meu namorado **Paulo Ricardo** por me apoiar e ajudar nos momentos finais deste trabalho.

As minhas amigas **Márcia**, **Priscila** e **Iria** pela convivência, amizade e troca de experiências, reclamações, tristezas e alegrias nestes dois anos.

A todos os colegas, professores, secretárias e funcionários do Instituto de Engenharia Biomédica, colegas de mestrado e doutorado, pelo bate papo nos corredores, pelas risadas, pelas conversas interessantíssimas sobre família, relacionamentos, pelos churrascos, festas, cervejadas... Essas conversas vão ficar para sempre na minha memória.

Ao final de mais esta jornada o que me resta é agradecer por ter chegado até aqui e ter vencido mais uma etapa profissional.

Muito Obrigada!!!

Resumo da Dissertação apresentada a UFSC como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica.

# **SISTEMA HIPERMÍDIA SOBRE CÂNCER DE MAMA COM INTERFACE ADAPTATIVA USANDO REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS MLP E IAC**

**Rosele Luchesi Paim**

Dezembro/2006

Orientador: Fernando Mendes de Azevedo, D. Sc.

Área de Concentração: Sistema de Informação

Palavras Chave: Interface Adaptativa, Redes Neurais Artificiais, Sistemas Hipermídia Adaptativos, Teoria das Inteligências Múltiplas.

Número de Páginas: 160

**RESUMO:** Com o avanço da tecnologia na educação faz-se necessário que sistemas hipermídia sejam desenvolvidos de uma forma que consigam prender a atenção do aluno e apresentem informações em um contexto adequado. Nesta Dissertação é desenvolvido um sistema Hipermídia com Interface Adaptativa sobre Câncer de Mama utilizando a metodologia proposta e desenvolvida por Barbosa (2004), onde o desenvolvimento de um site com conteúdos sobre câncer de mama será utilizado para aprimorar os conhecimentos que os alunos da área da saúde recebem em sala de aula. Em sistemas de ensino aprendizagem muitas teorias pedagógicas são criadas para que os estudantes se desenvolvam melhor, apresentando critérios claros e precisos que auxiliem na escolha dos procedimentos mais adequados a serem utilizados. Neste trabalho é utilizada a teoria cognitiva denominada Teoria das Inteligências Múltiplas, a qual permite que o sistema seja adaptado as características do usuário. O sistema modifica as formas de apresentação dos conteúdos usando texto, desenho ou animação e ainda permite que o próprio usuário possa modificar a forma de apresentação dos conteúdos de acordo com suas necessidades. Para a realização da adaptação foram utilizadas redes neurais artificiais dos tipos MLP (*Multilayer Perceptron*) e IAC (*Interactive Activation and Competition*) para implementação da adaptatividade e adaptabilidade do sistema, respectivamente. Através da adaptatividade o sistema possui a capacidade de adaptar determinada mídia em um conteúdo, de acordo com o perfil do usuário e, a adaptabilidade permite que o usuário escolha em qual mídia (texto, desenho e animação) deseja visualizar o conteúdo. A avaliação desta metodologia consiste na implementação de um *site* adaptativo que disponibilize o conteúdo macroscópico e microscópico sobre câncer de mama. Uma avaliação motivacional foi realizada, comparando um *site* adaptativo com um *site* estático (não adaptativo) apresentando o mesmo conteúdo, esta avaliação foi realizada através de um teste aplicado em 31 alunos da área da saúde da UFSC. Através dos resultados desta avaliação verificou-se que o *site* Adaptativo, em relação ao *site* Estático, foi de 10,74% mais Estimulante, 5,71% mais Significativo, 3,14 % mais Organizado, 9,8 % mais Fácil de Usar e 8,26% mais Motivador. Pelos resultados apresentados conclui-se que esta metodologia foi satisfatória e mostrou importante aplicabilidade.



Abstract of the Dissertation presented to UFSC as a part of the requirements needed for the  
Master Degree in Electric Engineering.

## **HYPERMEDIA SYSTEM ABOUT BREAST CANCER WITH ADAPTATIVE INTERFACES USING ARTIFICIAL NEURAL NETS MLP AND IAC**

**Rosele Luchesi Paim**

December/2006

Advisor: Fernando Mendes de Azevedo, D. Sc.

Concentration Area: Sistema de Informação

Key Words: Adaptative Interface, Artificial Neural Network, Adaptative Hypermedia System,  
Multiple Intelligence Theory.

Numbers of Pages: 160

**ABSTRACT:** With the education technology advance has become necessary to be developed hypermedia systems in a way that the students pay attention and present information in an adequate context. This Dissertation has developed a Hypermedia system with Adaptive Interface about Breast Cancer using the methodology proposed and developed by Barbosa (2004), where a site development with contents about breast cancer will be used to improve the knowledge received by the students of health area in the classroom. In teaching and learning systems many pedagogical theories are created for the students to develop themselves better, presenting clear and accurate criteria that help them to choose more adequate procedures to be used. This work has used the cognitive theory denominated Multiple Intelligence Theory which allows the system to be adapted to the user' features. The system modifies the content presentation ways using text, drawing and animation and the user is still allowed to modify content presentation ways according to his/her needs. For holding the adaptation was used artificial neural nets of MLP types (Multiply Perception) and IAC (Interactive Activation and Competition) for implementing adaptativity and adaptability of the system, respectively. Through the adaptativity the system is able to adapt certain media in a given content, according to the user profile and, the adaptability allows the user to choose in which media (text, drawing and animation) he/she wishes to visualize the content. The methodology evaluation consists in the implementation of an adaptive site that becomes available the macroscopic and microscopic content about breast cancer. A motivational evaluation was held, comparing an adaptive site with a static (non-adaptive) site, presenting the same content, this evaluation was held through a test applied to 31 students of health area at UFSC. Through the evaluation results were verified that the Adaptive site in relation to the Static site was 10, 74% more Stimulated, 5,71% more Significant, 3,14% more Organized, 9,8% Easier to Use and 8,26% more Motivating. Regarding the results presented, it is concluded that this methodology was satisfactory and showed important applicability.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>X</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>X</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.3 JUSTIFICATIVA .....	2
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	5
1.5 TRABALHOS RELEVANTES NESTA ÁREA .....	6
<b>2. HIPERMÍDIA ADAPTATIVA</b> .....	<b>11</b>
2.1 A HIPERMÍDIA ADAPTATIVA .....	11
2.2 ARQUITETURA DE SISTEMAS HIPERMÍDIA ADAPTATIVA .....	14
2.3. TIPOS DE SISTEMAS HIPERMÍDIA ADAPTATIVOS .....	15
<b>3. INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS</b> .....	<b>17</b>
3.1 TEORIAS DA APRENDIZAGEM .....	18
3.1.1 <i>Epistemologia Genética (J. Piaget)</i> .....	19
3.1.2 <i>Teoria Construtivista (J. Bruner)</i> .....	19
3.1.3 <i>Sócio-interacionismo (Vygotsky)</i> .....	20
3.1.4 <i>Inteligências Múltiplas (Gardner)</i> .....	20
3.2 TEORIA DAS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS DE GARDNER .....	21
3.2.1 <i>A Inteligência Lingüística-verbal</i> .....	23
3.2.2 <i>A Inteligência Visual-espacial</i> .....	24
3.2.3 <i>A Inteligência Cinestésico-corporal</i> .....	25
3.3 IDENTIFICAÇÃO DAS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS .....	26
<b>4. REDES NEURAS ARTIFICIAIS</b> .....	<b>27</b>
4.1 O MODELO IAC (INTERACTIVE ACTIVATION AND COMPETITION) .....	28
4.1.1 <i>Arquitetura da Rede IAC</i> .....	29
4.1.2 <i>Inserindo Conhecimento na Rede IAC</i> .....	31
4.1.3 <i>Ativação na Rede IAC</i> .....	33
4.2 O MODELO MLP ( <i>MULTILAYER PERCEPTRON</i> ) .....	35
<b>5. METODOLOGIA DESENVOLVIDA</b> .....	<b>40</b>
5.1 MÓDULO DO USUÁRIO .....	41
5.1.1 <i>Seleção de Perguntas Utilizando uma Rede Neural Artificial</i> .....	43
5.1.2 <i>Resultados Gerados</i> .....	49
5.1.3 <i>Classificação das IMs do Usuário</i> .....	50
5.2 MÓDULO GERADOR DE ADAPTAÇÃO .....	52
5.2.1 <i>Correção do Erro da Rede Neural Artificial IAC</i> .....	67
5.3 MÓDULO DE INTERFACE .....	69
5.3.1 <i>Implementação do Sistema</i> .....	70
<b>6. MODELAGEM DO SISTEMA</b> .....	<b>81</b>
6.1 DIAGRAMAS UML .....	81
6.2 ANÁLISE DOS REQUISITOS .....	82
6.2.1 <i>Requisitos Funcionais (RF)</i> .....	82
6.2.2 <i>Requisitos Não Funcionais (RNF)</i> .....	82
6.2.3 <i>Regras de Negócios (RG)</i> .....	83
6.3 DIAGRAMA DE CASO DE USO .....	83
6.3.1 <i>Descrição dos Cenários do Caso de Uso</i> .....	84

6.4 DIAGRAMA DE ATIVIDADES.....	87
6.5 DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA.....	91
<b>7. VALIDAÇÃO E AVALIAÇÃO DO SISTEMA ADAPTATIVO.....</b>	<b>93</b>
7.1 AVALIAÇÃO FEITA PELOS ALUNOS ATRAVÉS DO QUESTIONÁRIO MOTIVACIONAL.....	98
7.2 TESTES ESTATÍSTICOS.....	99
7.3 AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DO <i>SITE</i> FEITA PELOS PROFESSORES.....	107
7.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	113
7.4.1 <i>Avaliação Motivacional</i> .....	113
7.4.2 <i>Avaliação Ergonômica</i> .....	115
<b>8. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES.....</b>	<b>117</b>
8.1 DISCUSSÕES.....	117
8.2 CONCLUSÕES.....	118
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>122</b>
<b>ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO ORIGINAL SOBRE AS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS.....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO 2 – QUESTIONÁRIO REDUZIDO SOBRE AS INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS.....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO 3 – WEBSITE MOTIVACIONAL ANALYSIS CHECKLIST SENIOR 4.0.....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO 4 – TESTE DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DO SISTEMA.....</b>	<b>135</b>
<b>ANEXO 5 - VALIDAÇÃO DAS REDES MLP E IAC COM OS ALUNOS 2, 3, 4 E 5.....</b>	<b>138</b>
<b>ANEXO 6 – TABELA DE DADOS DOS 124 INDIVÍDUOS HIPOTÉTICOS USADOS PARA O TREINAMENTO DAS RNAS MLP_MÍDIAS E IAC.....</b>	<b>142</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - O CICLO CLÁSSICO: MODELO DO USUÁRIO.....	13
FIGURA 2 - COMPONENTES PRINCIPAIS DE UM SISTEMA DE HIPERMÍDIA ADAPTATIVA.....	15
FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL IAC.....	30
FIGURA 4 - EXEMPLO DA MATRIZ DE PESOS DA REDE DOS ANIMAIS. A MATRIZ É SIMÉTRICA COM A DIAGONAL PRINCIPAL NULA.....	32
FIGURA 5 - MODELO DE UMA REDE MLP COM TRÊS CAMADAS, TOTALMENTE CONECTADAS.....	36
FIGURA 6 - COMUNICAÇÃO ENTRE OS MÓDULOS DE INTERFACE, DO USUÁRIO E GERADOR DE ADAPTAÇÃO.....	40
FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO DO MÓDULO DO USUÁRIO COM OS OUTROS MÓDULOS.....	41
FIGURA 8 - ARQUITETURA RESULTANTE DA REDE MLP, APÓS PODA DOS NÓS, PARA A IM LINGÜÍSTICO-VERBAL.....	45
FIGURA 9 - IMPLEMENTAÇÃO DA RNA A REFERENTE A IM LINGÜÍSTICO-VERBAL, NA LINGUAGEM JAVA.....	46
FIGURA 10 - ARQUITETURA RESULTANTE DA REDE MLP, APÓS PODA DOS NÓS, PARA A IM VISUAL-ESPACIAL.....	47
FIGURA 11 - IMPLEMENTAÇÃO DA RNA B REFERENTE A IM VISUAL-ESPACIAL, NA LINGUAGEM JAVA.....	47
FIGURA 12 - ARQUITETURA RESULTANTE DA REDE MLP, APÓS PODA DOS NÓS, PARA A IM CINESTÉSICO-CORPORAL.....	48
FIGURA 13 - IMPLEMENTAÇÃO DA RNA C REFERENTE A IM CINESTÉSICO-CORPORAL, NA LINGUAGEM JAVA.....	49
FIGURA 14 - REPRESENTAÇÃO DA CONVERSÃO DAS RESPOSTAS DO TESTE DE MÚLTIPLA ESCOLHA DAS IMS EM NOTAS.....	52
FIGURA 15 - REPRESENTAÇÃO DA ARQUITETURA DA RNA MLP_MÍDIAS IMPLEMENTADA NESTE SISTEMA.....	59
FIGURA 16 - REPRESENTAÇÃO DA TOPOLOGIA DA REDE NEURAL ARTIFICIAL IAC, UTILIZADA NA ADAPTABILIDADE DO SISTEMA.....	62
FIGURA 17 - REPRESENTAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA RNA MLP_MÍDIAS E A RNA IAC PARA A REALIZAÇÃO DA ADAPTAÇÃO DO SISTEMA.....	63
FIGURA 18 - TELA DO AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO <i>JCREATOR</i> , APRESENTANDO O CÓDIGO FONTE DA RNA IAC.....	71
FIGURA 19 - PÁGINA INICIAL DO <i>SITE</i> SISTEMA HIPERMÍDIA SOBRE CÂNCER DE MAMA.....	72
FIGURA 20 - TESTE DE MÚLTIPLA ESCOLHA MOSTRANDO AS 6 PERGUNTAS INICIAIS.....	72
FIGURA 21 - TESTE DE MÚLTIPLA ESCOLHA MOSTRANDO AS 3 PERGUNTAS FINAIS.....	73
FIGURA 22 - VISÃO GERAL DA DISTRIBUIÇÃO DE TODO O CONTEÚDO APRESENTADO NO <i>SITE</i> .....	75
FIGURA 23 - PÁGINA INICIAL MOSTRANDO O MENU PRINCIPAL COM TODOS OS <i>LINKS</i> SOBRE OS CONTEÚDOS.....	76
FIGURA 24 - PÁGINA COM ASSUNTO PROJETADO NA MÍDIA TEXTO.....	78
FIGURA 25 - PÁGINA COM CONTEÚDO NA MÍDIA TEXTO SOBRE A ESTRUTURA DA MAMA.....	78
FIGURA 26 - PÁGINA COM ASSUNTO DESENVOLVIDO NA MÍDIA DESENHO.....	79
FIGURA 27 - PÁGINA QUE APRESENTA A IM VISUAL-ESPACIAL NA MÍDIA DESENHO.....	79
FIGURA 28 - PÁGINA COM ASSUNTO APRESENTADO NA MÍDIA ANIMAÇÃO.....	80
FIGURA 29 - ESTA PÁGINA APRESENTA A MÍDIA ANIMAÇÃO, REFERENTE À IM CINESTÉSICO-CORPORAL.....	80
FIGURA 30 - DIAGRAMA DE CASO DE USO.....	83
FIGURA 31 - FUNCIONAMENTO GERAL DE COMO UTILIZAR O SISTEMA HIPERMÍDIA.....	87
FIGURA 32 - DIAGRAMA DE ATIVIDADE MOSTRANDO O FUNCIONAMENTO GERAL DO SISTEMA HIPERMÍDIA.....	88
FIGURA 33 - DIAGRAMA DE ATIVIDADE MOSTRANDO AS ATIVIDADES REALIZADAS PELO ALUNO.....	89
FIGURA 34 - DIAGRAMA DE ATIVIDADE QUE APRESENTA O PROCESSAMENTO DAS TRÊS MLPs PARA GERAR AS NOTAS DAS IMS DO USUÁRIO.....	90
FIGURA 35 - DIAGRAMA DE ATIVIDADE DA REDE NEURAL MLP_MÍDIAS MOSTRANDO O PROCESSAMENTO DA REDE.....	90
FIGURA 36 - DIAGRAMA DE ATIVIDADE MOSTRANDO O PROCESSO REALIZADO PELA REDE NEURAL IAC.....	91
FIGURA 37 - DIAGRAMA DE SEQÜÊNCIA DO SISTEMA DESENVOLVIDO.....	92
FIGURA 38 - TELA INICIAL DO SISTEMA ESTÁTICO.....	94
FIGURA 39 - MOSTRA UMA DAS TELAS DOS CONTEÚDOS DO SISTEMA ESTÁTICO.....	94
FIGURA 40 - APRESENTA A O SISTEMA ESTÁTICO COM O CONTEÚDO SOBRE A ANATOMIA DA MAMA.....	94
FIGURA 41 - APRESENTA A TELA DO SISTEMA ESTÁTICO SOBRE FATORES PREDITIVOS E DE PROGNÓSTICO DOS CARCINOMAS.....	94
FIGURA 42 - GRÁFICO DO PARÂMETRO ESTIMULANTE PARA OS 31 USUÁRIOS DOS <i>SITES</i> ESTÁTICO E ADAPTATIVO.....	100

FIGURA 43 – GRÁFICO DO PARÂMETRO SIGNIFICANTE PARA OS 31 USUÁRIOS DOS <i>SITES</i> ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	101
FIGURA 44 - GRÁFICO DO PARÂMETRO ORGANIZADO PARA OS 31 USUÁRIOS DOS <i>SITES</i> ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	102
FIGURA 45 - GRÁFICO DO PARÂMETRO FÁCIL DE USAR PARA OS 31 USUÁRIOS DO SITE ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	102
FIGURA 46 - GRÁFICO DA AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS MOTIVACIONAIS. ....	103
FIGURA 47 – GRÁFICO DO PARÂMETRO VALOR DOS <i>SITES</i> ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	104
FIGURA 48 – GRÁFICO DO PARÂMETRO EXPECTATIVA DE SUCESSO DOS <i>SITES</i> ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	104
FIGURA 49 – GRÁFICO DOS VALORES RESULTANTES DA MOTIVAÇÃO. ....	105
FIGURA 50 – GRÁFICO DA MOTIVAÇÃO TOTAL DOS <i>SITES</i> ESTÁTICO E ADAPTATIVO PARA OS 31 INDIVÍDUOS. ....	105
FIGURA 51 - GRÁFICO COM OS VALORES DE TODOS OS QUESITOS DE ACORDO COM A AVALIAÇÃO DOS PROFESSORES. ....	112
FIGURA 52 - GRÁFICO DA AVALIAÇÃO ERGONÔMICA GERAL DE TODOS OS QUESITOS. ....	113

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – VALOR DOS PESOS RESULTANTES, APÓS O TREINAMENTO DA REDE MLP COM PODAS DE NÓS, PARA A IM LINGÜÍSTICO-VERBAL.....	45
TABELA 2 – VALOR DOS PESOS RESULTANTES, APÓS O TREINAMENTO DA REDE MLP COM PODAS DE NÓS, PARA A IM VISUAL-ESPACIAL. ....	46
TABELA 3 – VALOR DOS PESOS RESULTANTES, APÓS O TREINAMENTO DA REDE MLP COM PODAS DE NÓS, PARA A IM CINESTÉSICO-CORPORAL. ....	48
TABELA 4 – LISTAGEM DAS PERGUNTAS RESULTANTES DO TESTE DE IM PARA TODAS AS IMs CONSIDERADAS. ....	49
TABELA 5 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DAS NOTAS DAS IMs DE 20 INDIVÍDUOS, COM DADOS DE BARBOSA (2004) E DADOS ENCONTRADOS NESTE TRABALHO, APÓS RESPONDEREM O QUESTIONÁRIO INICIAL DO SISTEMA. ....	50
TABELA 6 – REPRESENTAÇÃO DAS POSSIBILIDADES DE APRESENTAÇÃO DO ASSUNTO NAS TRÊS MÍDIAS (TEXTO, DESENHO E ANIMAÇÃO).....	56
TABELA 7 - APRESENTA OS DADOS DA METODOLOGIA ORIGINAL DE BARBOSA (2004) E OS DADOS UTILIZADOS NESTA DISSERTAÇÃO. ....	57
TABELA 8 - RESPOSTA DA RNA MLP_MÍDIAS APÓS O TREINAMENTO DOS 124 INDIVÍDUOS HIPOTÉTICOS E O ERRO GERADO PELA REDE.....	59
TABELA 9 - RESPOSTA DA RNA MLP_MÍDIAS COM UMA FUNÇÃO LINEAR PARA NOVOS INDIVÍDUOS NÃO PRESENTES NO TREINAMENTO. ....	60
TABELA 10 – SIMULAÇÃO DE AÇÕES DE NOVOS USUÁRIOS NO SISTEMA E O RESULTADO ESPERADO PELAS REDES. ....	64
TABELA 11 – TESTES A, B E C APRESENTANDO MUDANÇAS NAS ESCOLHAS DE MÍDIAS DO ALUNO 1. ....	65
TABELA 12 – TESTES D, E E F APRESENTANDO MUDANÇAS DE MÍDIAS DO ALUNO 1. ....	66
TABELA 13 - TESTES G, H E I APRESENTANDO MUDANÇAS DE MÍDIAS DO ALUNO 1. ....	67
TABELA 14 – TESTE PARA CORREÇÃO DOS ERROS DO SISTEMA DE 15 INDIVÍDUOS. ....	68
TABELA 15 - DIVISÃO DO CONTEÚDO A SER APRESENTADO AO USUÁRIO. ....	74
TABELA 16 – RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS E ATIVIDADES PARA ESTIMULAR O DESENVOLVIMENTO DAS IMs. ....	77
TABELA 17 – RESPOSTAS DO TESTE MOTIVACIONAL OBTIDA DE UM ALUNO PARA OS DOIS SISTEMAS (ESTÁTICO E ADAPTATIVO).....	98
TABELA 18 – VALOR MÉDIO DO PARÂMETRO ESTIMULANTE PARA OS 31 USUÁRIOS DOS SITES ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	100
TABELA 19 – VALOR MÉDIO DO PARÂMETRO SIGNIFICANTE PARA OS 31 USUÁRIOS DOS SITES ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	100
TABELA 20 – VALOR MÉDIO DO PARÂMETRO ORGANIZADO PARA OS 31 USUÁRIOS DOS SITES ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	101
TABELA 21 – VALOR MÉDIO DO PARÂMETRO FÁCIL DE USAR PARA OS 31 USUÁRIOS DOS SITES ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	102
TABELA 22 – VALORES MÉDIOS DOS PARÂMETROS MOTIVACIONAIS AVALIADOS. ....	103
TABELA 23 – APRESENTA O VALOR MÉDIO DO “VALOR E EXPECTATIVA PARA O SUCESSO” DOS SITES ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	104
TABELA 24 – VALOR MÉDIO DA MOTIVAÇÃO TOTAL DOS 31 INDIVÍDUOS DOS SITES ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	105
TABELA 25 - RESULTADOS DO TESTE T PARA OS PARÂMETROS E, S, O E U.....	106
TABELA 26 - RESULTADOS DO TESTE T PARA OS PARÂMETROS V, ES E MOTIVAÇÃO TOTAL. ....	107
TABELA 27 - DIFERENÇA PERCENTUAL ENTRE OS VALORES MÉDIOS DOS PARÂMETROS DOS SITES ESTÁTICO E ADAPTATIVO. ....	107
TABELA 28 - QUESTÕES DO QUESITO CONDUÇÃO PRESTEZA E LEGIBILIDADE COM AS RESPOSTAS E SEUS RESPECTIVOS PESOS.....	109
TABELA 29 - APRESENTA COMO É FEITA A AVALIAÇÃO PARA O QUESITO CONDUÇÃO (PRESTEZA E LEGIBILIDADE) REALIZADA POR UM PROFESSOR DO QUESTIONÁRIO ERGONÔMICO. ....	109
TABELA 30 - APRESENTA A AVALIAÇÃO DE CADA QUESITO REALIZADA PELOS 10 PROFESSORES. ....	111
TABELA 31 - APRESENTA O RESULTADO GERAL DA AVALIAÇÃO ERGONÔMICA. ....	112

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>A</b>	Animação
<b>BMU</b>	Base de Modelos de Usuários
<b>D</b>	Desenho
<b>ES</b>	Expectativa de Sucesso
<b>FH</b>	Fonte de Hipermídia
<b>HÁ</b>	Hipermídia Adaptativa
<b>HTML</b>	<i>Hipertext Markup Language</i>
<b>IA</b>	Inteligência Artificial
<b>IAC</b>	<i>Interaction Activation and Competition</i>
<b>IDAP</b>	Instituto de Diagnóstico de Anatomia Patológica
<b>IM1</b>	Inteligência Múltipla Lingüístico-verbal
<b>IM2</b>	Inteligência Múltipla Visual-espacial
<b>IM3</b>	Inteligência Múltipla Sinestésico-corporal
<b>IMs</b>	Inteligências Múltiplas
<b>JSP</b>	<i>Java Server Pages</i>
<b>MGA</b>	Módulo Gerador de Adaptação
<b>MI</b>	Módulo de Interface
<b>MLP</b>	<i>Multilayer Perceptron</i>
<b>MU</b>	Módulo do Usuário
<b>RI</b>	Recuperação da Informação
<b>RNA</b>	Redes Neurais Artificiais
<b>SE</b>	Sistema Especialista
<b>SH</b>	Sistema Hipermídia
<b>SHAs</b>	Sistemas Hipermídia Adaptativos
<b>T</b>	Texto
<b>TIM</b>	Teoria das Inteligências Múltiplas
<b>UML</b>	<i>Unified Modeling Language</i>
<b>V</b>	Valor





# 1. INTRODUÇÃO

Atualmente um dos meios de aquisição e transmissão de informações que mais cresce no mundo, é a internet. Esta rede de comunicação permite o desenvolvimento de trabalhos que auxiliem no processo de ensino-aprendizado. As pesquisas nesta área evoluem rapidamente e muitas técnicas e metodologias têm sido apresentadas como propostas de soluções que buscam atender o aluno da melhor forma possível. O uso do computador, aliado aos paradigmas educacionais, estão constantemente transformando o processo tradicional de ensino-aprendizagem. Estas transformações levam a exigências pedagógicas cada vez maiores. Sendo assim, para que se consiga fazer com que o aluno absorva o conteúdo, não basta apresentar os conteúdos corretamente, também é necessário prender sua atenção e apresentar-lhe as informações em um contexto adequado. (BARBOSA, 2004)

A educação continuada não é somente uma necessidade atual, mas sim uma exigência do mercado. Podemos considerar que a internet por ter baixos custos, pode ser utilizada para viabilizar a disponibilização de cursos, tutoriais educativos e muitos outros sistemas que contribuam no processo de ensino.

Para o desenvolvimento de sistemas na área educacional, o principal componente de estudo é a interface. Até a década de 90, a interface era um elemento secundário onde o aluno precisava se adaptar a estes sistemas computacionais. Porém, as novas tecnologias para a construção de interfaces preocupam-se com a necessidade de personalizar seu uso, tornando assim o aluno o elemento principal do sistema (BARBOSA, 2004).

Por outro lado, no âmbito das ciências cognitivas, diversos estudos estão sendo desenvolvidos com o objetivo de identificar ambientes facilitadores de processos de ensino-aprendizagem (BRUSLOVSKY, 1996). Estas teorias permitem identificar os diversos tipos de alunos e ambientes compatíveis com os mesmos. Sendo assim, os processos educativos devem permitir que o sistema se adapte com a realidade do usuário.

No desenvolvimento deste projeto utiliza-se a Teoria das Inteligências Múltiplas, de Howard Gardner (2001), de forma a modelar o perfil do usuário em interfaces que sejam adaptativas às suas necessidades.

Esta teoria pedagógica é uma alternativa ao conceito de inteligência como uma capacidade inata, geral e única, que permite aos indivíduos uma performance maior ou menor, em qualquer área de atuação. Segundo Gardner (2001), todos os indivíduos

possuem algumas “inteligências” mais desenvolvidas que outras, e se este indivíduo for “guiado” através destas inteligências terá maior capacidade de assimilação e aprendizado.

O desenvolvimento deste trabalho utiliza a metodologia proposta por Barbosa (2004), onde foi desenvolvido um mecanismo de adaptação baseado em redes neurais artificiais para sistemas hipermídia adaptativas. Esta metodologia utiliza redes neurais artificiais do tipo MLP (*Multilayer Perceptron*) e IAC (*Interaction Activation and Competition*), para fazer a adaptação da interface com o usuário, sendo que o perfil do usuário está fundamentado na Teoria das Inteligências Múltiplas.

## **1.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de um Sistema Hipermídia sobre Câncer de Mama com Interface Adaptativa utilizando Redes Neurais Artificiais do tipo MLP (*Multilayer Perceptron*) e IAC (*Interaction Activation and Competition*) utilizando a metodologia desenvolvida por Barbosa (2004).

## **1.2 Objetivos Específicos**

Para atingir objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram desenvolvidos:

- Aplicar a metodologia desenvolvida por Barbosa (2004), utilizando as Redes Neurais Artificiais MLP e IAC, da IA Conexionista e a Teoria das Inteligências Múltiplas para criar o modelo do usuário.
- Capturar as imagens macroscópicas e microscópicas da mama, armazenadas no arquivo de dados do Instituto de Diagnóstico de Anatomia Patológica – IDAP para alimentar o sistema hipermídia.
- Efetuar testes para validar os resultados das Redes Neurais Artificiais utilizadas;
- Implementar o Sistema Hipermídia com Interface Adaptativa para disponibilizá-lo no portal do IEB – UFSC.
- Validar o Sistema Hipermídia com os alunos das turmas de Enfermagem da UFSC.

## **1.3 Justificativa**

O uso da Internet permite cada vez mais um acesso de forma rápida e simples, através do desenvolvimento de aplicações em diversas áreas, independente das distâncias geográficas dos usuários que se conectam.

A busca de informações na área educacional é uma das que mais cresce atualmente, pois através da educação à distância, uma grande parcela dos usuários pode ter acesso às instruções formais, e neste contexto a internet se constitui em uma ótima ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA, 2004).

No entanto, percebe-se a necessidade, cada vez mais evidente, de maior adaptação dos sistemas de ensino aos alunos, e como consequência, evidencia a limitação de sistemas computacionais tradicionais, baseados somente na reprodução de informações. Nesse contexto, os estudos sobre adaptabilidade de sistemas ao aluno têm se destacado no meio acadêmico (OLIVEIRA, 2004).

Desta forma, a utilização da Internet foi escolhida para a transmissão de informação no desenvolvimento de um *site*, que apresentará informações macroscópicas e microscópicas sobre Câncer de Mama, pois tendo em vista a alta incidência de câncer de mama no mundo, torna-se um desafio aos acadêmicos da área da saúde, identificar e reconhecer as doenças que podem acometer as mamas, desde alterações benignas até os tumores malignos.

O Câncer de Mama é a maior causa de morte em mulheres entre 35 a 54 anos (SCHMITT, 2000 & INCA, 2006). É compreensível que estes dados sejam alarmantes e assustadores. Primeiro, porque a expressão “Câncer” independente do tipo, já vem estigmatizada e cheia de preconceitos, associada ao medo, insegurança e sofrimento de seus portadores e familiares. Segundo, porque apesar de todos os esforços para a sua detecção precoce, através de métodos de diagnósticos cada vez mais aprimorados, a incidência de casos vem progredindo de forma constante.

Como um grande problema de saúde pública, devido a grande quantidade de mortes dele decorrente, do ônus econômico para tratá-lo, das mutilações e invalidez que provoca em pessoas produtivas (BRASILEIRO FILHO, BARBOSA & MIRANDA, 2004), suscita novas pesquisas e experiências com metodologias inovadoras, como o desenvolvimento de Sistemas Hiperídia (SH), que possam gerar expansões no processo de ensino-aprendizagem.

A utilização deste SH na área da saúde justifica-se pela importância da ação educativa nessa área e das possibilidades que podem ser geradas, por meio dos sistemas pedagógicos, como ferramentas de apoio aos alunos dos cursos da área da saúde.

Uma das teorias de aprendizagem mais investigadas e com grande aceitação atualmente é a das Inteligências Múltiplas, desenvolvida por Howard Gardner, que parte do

princípio de que as diferenças individuais são importantes. Sua aplicação na educação baseia-se no reconhecimento de que existe facilitação de aprendizagem quando explora-se habilidades e competências dentro de suas inteligências dominantes. O importante não é apenas conhecer estas diferenças para propósitos práticos como ensino e avaliação, mas sim aceitá-las como normais, interessantes e valiosas (JASMINE, 1996).

Paralelamente a esta mudança conceitual que está acontecendo nos ambientes escolares, o conceito de inteligência, até então muito atrelado aos testes de QI que medem principalmente a capacidade de dominar línguas e matemática, vem sofrendo grandes mudanças graças à convicção de Gardner e de sua equipe da Universidade de Harvard de que o ser humano é dotado de Inteligências Múltiplas (ANTUNES, 1998a).

A necessidade de desenvolver estas diversas inteligências para a formação de um ser humano mais pleno, aliadas à grande massa de informações a que os indivíduos estão expostos no dia a dia, requer formas mais dinâmicas e agradáveis de acesso a estas informações. O uso de ambientes de hipermídia pode se tornar uma alternativa muito eficiente tanto para o ensino dito convencional, como para os autodidatas.

Dentro deste contexto, na metodologia desenvolvida por Barbosa (2004), a Teoria das Inteligências Múltiplas foi escolhida como teoria cognitiva pelo fato de já estar sendo aplicada a algum tempo, na educação formal, apresentando resultados satisfatórios. Em alguns estabelecimentos educacionais nos Estados Unidos, que utilizam esta teoria nas estratégias pedagógicas observou-se que, muitas vezes, o aluno desenvolve-se melhor quando utiliza algum meio tecnológico que explore sua inteligência mais preponderante. A explicação é a maior motivação e interesse pelo assunto apresentado, gerados nos alunos (PROJECT ZERO, 2003 apud BARBOSA, 2004). De acordo com estes fatores, nesta dissertação utiliza-se a mesma teoria pedagogia da metodologia original.

O desafio, de desenvolver aplicações avançadas para a Internet que possam oferecer interatividade e adaptabilidade ao usuário, surgiu a partir do estudo da metodologia desenvolvida por Barbosa (2004) que propõe a apresentação de um conteúdo em um Sistema Hipermídia Adaptativo (SHA) que seja adaptada ao usuário, em função de seu perfil definido pela Teoria das Inteligências Múltiplas (TIM), através da combinação diferenciada das mídias do tipo: texto, fluxograma, desenho e animação. A adaptação está baseada em quatro das oito inteligências definidas pela TIM, quais sejam: Lingüístico-verbal, Lógico-matemática, Visual-espacial e Cinestésico-corporal. O sistema se adapta de acordo com a inteligência múltipla predominante no indivíduo, apresentando o conteúdo de

uma forma atrativa e interessante para o usuário. No desenvolvimento desta dissertação é utilizada apenas três das IMs (Linguístico-verbal, Visual-espacial e Cinestésico-corporal), diferente da metodologia desenvolvida por Barbosa que utiliza quatro IMs como visto anteriormente.

A utilização do paradigma conexionista da Inteligência Artificial no sistema adaptativo se dá pelo fato das redes neurais possuírem características interessantes, tais como: capacidade de “aprender” através de exemplos e de generalizar este aprendizado, possibilidade de resolver problemas complexos, não requer conhecimento a respeito de eventuais modelos matemáticos dos domínios de aplicações, imunidade elevada ao ruído, lenta degradação no caso de perdas das conexões (HAYKIN, 2001 apud BARBOSA, 2004); e no caso específico da rede IAC, a bidirecionalidade.

A rede IAC, modelo de McClelland e Rumelhart (1989), utilizada neste trabalho é uma rede pouco conhecida, mas apresenta características interessantes entre elas a bidirecionalidade, para o problema em questão sobre interfaces adaptativas (BARBOSA, 2004).

## **1.4 Estrutura do Trabalho**

O trabalho está estruturado em oito capítulos e quatro anexos. Procura-se mostrar em cada um a essência das informações necessárias para torná-los acessíveis à compreensão, quer a nível acadêmico ou profissional.

O capítulo 1, "Introdução", apresenta o tema, os objetivos, justificativa, e a organização do trabalho.

O capítulo 2, "Hiperímia Adaptativa", apresenta a revisão bibliográfica sobre os conceitos de Hiperímia Adaptativa.

O capítulo 3, "Inteligências Múltiplas", apresenta a teoria das "Inteligências Múltiplas" proposta por Gardner.

O capítulo 4, "Redes Neurais Artificiais", apresenta a revisão bibliográfica sobre os dois tipos de RNA escolhidas para desenvolver a adaptatividade e adaptabilidade deste sistema.

O capítulo 5, "Metodologia Desenvolvida", trata da descrição do modelo proposto, apresentando a arquitetura do mesmo.

O capítulo 6, “Modelagem do Sistema”, trata da descrição da modelagem do sistema.

O capítulo 7, “Validação e Avaliação do Sistema Adaptativo”, mostra os testes que foram efetuados para a avaliação e validação da metodologia utilizada.

O capítulo 8, “Discussões e Conclusões”, apresenta as discussões relevantes e as conclusões do trabalho desenvolvido.

No Anexo 1, “Questionário original sobre as Inteligências Múltiplas”, apresenta o questionário com 58 questões, que foram reduzidas para identificar as três IMs dos usuários.

No Anexo 2, “Questionário reduzido sobre as Inteligências Múltiplas”, apresenta o questionário usado para identificar as três Inteligências Múltiplas no usuário, abordadas neste trabalho.

No Anexo 3, “Web Site Motivacional *Analysis Checklist* Sênior 4.0”, apresenta o questionário de avaliação motivacional utilizada neste trabalho.

No Anexo 4, “Teste de Avaliação Ergonômica do Sistema”, apresenta o questionário utilizado para realizar a avaliação ergonômica do sistema desenvolvido.

No Anexo 5, “Validação das Redes MLP e IAC com os indivíduos 2, 3, 4 e 5”, mostra os testes realizados para validar as RNA desenvolvidas neste trabalho.

No Anexo 6, “Tabela com os 124 indivíduos hipotéticos” mostra a tabela com as notas das IMs e os valores das quantidades de mídia para os 124 indivíduos utilizados no treinamento das RNAs (MLP e IAC) desenvolvidas neste trabalho.

## **1.5 Trabalhos relevantes nesta Área**

Atualmente, em muitas áreas do conhecimento, a maior preocupação é como fazer para que a educação seja mais eficiente, num contexto de transição como o que existe hoje, onde a velocidade do desenvolvimento da tecnologia é cada vez mais rápida para as mudanças sociais. O desenvolvimento de ferramentas de apoio ao ensino-aprendizagem favorece a educação contínua.

O estudo da Hipermídia Adaptativa (HA) é uma alternativa para o tradicional formato no desenvolvimento de Sistemas Hipermídia (SH), pois estes sistemas são estáticos, com fornecimento de um mesmo conteúdo e conjunto de *links* para todos os usuários. O projetista constrói o Sistema Hipermídia e o usuário tem que se adaptar ao seu funcionamento (BARBOSA, 2004).

Os Sistemas Hipermídia Adaptativos (SHA) constroem um modelo das metas, preferências e conhecimento de cada usuário individualmente, e usam este modelo ao

longo da interação com o usuário para adaptá-lo às necessidades do mesmo (BRUSILOVSKY, 2001 apud BARBOSA, 2004).

Muitos Sistemas com Hiperídia Adaptativa têm sido desenvolvidos para servir como uma opção no apoio ao processo de ensino-aprendizado. Algumas aplicações precursoras serão apresentadas a seguir.

É importante salientar que no IEB – UFSC (Instituto de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Santa Catarina) essa linha de pesquisa existe desde 1999, aonde várias metodologias para sistemas educacionais vem sendo desenvolvidas, como são mostradas a seguir:

***Metodologia para a Construção de Interfaces Adaptáveis em Sistemas Tutores Inteligentes*** (SALDIAS, 2002): Este trabalho apresenta uma pesquisa realizada com o objetivo de desenvolver Interfaces Adaptáveis em Sistemas Tutores Inteligentes. Esta pesquisa foi especialmente orientada a satisfazer necessidades educativas na área da saúde. A adaptação do ambiente em que ocorre o processo de ensino-aprendizagem permite apresentar informações com conteúdo e formas significativas para o aprendiz, permitindo que este interaja com os objetos de estudo, de acordo com suas preferências e capacidades cognitivas. Para isto foi estudada uma forma de combinar várias teorias cognitivas, como os Estilos de Aprendizagem, o Construtivismo, o Comportamentalismo e a Teoria das Inteligências Múltiplas. Isto permitiu obter estratégias e táticas que permitem selecionar os ambientes mais adequados para cada aprendiz. Estas teorias fornecem características que permitem identificar um aprendiz, métodos para poder diagnosticá-los e sugerem ambientes altamente afins com cada característica identificada. Assim, o problema de adaptação foi definido por um conjunto de variáveis cujas relações definem o tipo de interface que deve ser construída para cada tipo de aprendiz. O mecanismo de adaptação do Sistema Tutor Inteligente foi projetado através de uma Rede Neural Artificial IAC, modelo De Azevedo. De acordo com os testes realizados a rede apresentou desempenho adequado, permitindo o desenvolvimento de uma metodologia para projetar Interfaces Adaptativas em Sistemas Tutores Inteligentes.

***Mecanismo de Adaptação Baseado em Redes Neurais Artificiais para Sistemas Hiperídia Adaptativos*** (BARBOSA, 2004): A proposta da autora neste trabalho é desenvolver uma metodologia para construir sistemas que realizem adaptação automática, na interface de uma hiperídia, conforme o perfil do usuário. Este perfil é determinado a partir de uma teoria cognitiva denominada Teoria das Inteligências Múltiplas. O sistema

modifica automaticamente as formas de apresentação do conteúdo usando texto, fluxograma, desenho e animação. Oferece, também, a possibilidade do usuário alterar explicitamente a mídia em que determinado conteúdo é apresentado, a fim de adequá-lo às suas necessidades. A concepção do mecanismo de adaptação levou em consideração a formalização da interface adaptativa como um autômato. No mecanismo de adaptação foram utilizadas redes neurais artificiais dos tipos MLP (*Multilayer Perceptron*) e IAC (*Interactive Activation and Competition*) para implementação, respectivamente, da adaptatividade e adaptabilidade do sistema. Através da adaptatividade o sistema tem a capacidade de realizar a adaptação da mídia em determinado conteúdo, conforme o perfil do usuário e, a adaptabilidade permite que sejam realizadas alterações explícitas por parte do usuário. O estudo de caso desenvolvido na avaliação da metodologia proposta consiste na implementação de um site adaptativo que disponibiliza um manual de operação de um equipamento eletromédico (monitor multiparamétrico). Uma avaliação motivacional, comparando um site adaptativo e um outro não adaptativo, foi realizada através de um teste aplicado em 31 voluntários. Pelos resultados apresentados, a autora descreve que a metodologia proposta e implementada é viável de ser aplicada em sistemas hipermídia que necessitem de adaptação.

***Sistema Hipermídia sobre Câncer do Colo do Útero com Interface Adaptativa Usando Redes Neurais Artificiais MLP e Sistemas Especialistas*** (MALINVERNI, 2006). Este trabalho apresenta a implementação de um Sistema Hipermídia em Câncer do Colo do Útero com adaptação de interface, baseada na metodologia desenvolvida por Barbosa (2004), o sistema serve como ferramenta de auxílio ao ensino e aprendizagem dos alunos da área da saúde. Na implementação da metodologia foi definido que a adaptação seria centrada na apresentação da interface, através dos conteúdos gerados em diferentes mídias (texto, desenho e animação), que são apresentadas de acordo com as características do usuário fundamentadas na Teoria das Inteligências Múltiplas. No mecanismo de adaptação foi utilizado dois Sistemas Especialistas para a implementação, respectivamente da adaptatividade e adaptabilidade do sistema.

***Uma Nova Abordagem Multiagentes para a Construção de Sistemas Tutores Inteligente***. (DAZZI, 2004). Este trabalho pretende realizar uma implementação da metodologia proposta por SALDIAS (2002), utilizando agentes inteligentes.

Além dos trabalhos acima apresentados e que fundamentaram o desenvolvimento deste trabalho, existem um grande número de pesquisas na área de Sistemas de Hipermídia



Adaptativa e do uso de Inteligências Múltiplas, onde se destacam:

O ***Munich Reference Model*** proposto por Nora Koch (2000), as especificações do modelo são baseadas em orientação a objetos utilizando UML - *Unified Modeling Language* (Linguagem Unificada de Modelagem) e OCL – *Object Constraints Language* (Linguagem de Restrição de Objetos) para sua representação. Este modelo mantém a estrutura de três camadas do Modelo Dexter para descrever a estrutura de nós, *links* e mecanismo de navegação do Sistema Hipermídia Adaptativa, sendo que foram acrescentadas funcionalidades a cada uma destas camadas para incluir novos aspectos sobre a modelagem do usuário e para o processo de adaptação.

***Modelos Proativos para Hipermídia Adaptativa***, (PALAZZO, 2000). Este trabalho propõe uma metodologia para a construção de Sistemas de Hipermídia Adaptativa, através da integração de dois modelos proativos diferentes. O primeiro desses modelos possui características conexionistas e é orientado à navegação adaptativa. Este modelo destaca a representação comportamental dos *links* na rede, considerando a frequência com que estes são percorridos. O segundo modelo trata dos aspectos semânticos do processamento de informações através da lógica das situações, que oferece um arcabouço formal para a representação, composição e inferência da relação de relevância entre os nodos de sistemas de hipermídia adaptativa. Uma arquitetura genérica orientada a agentes para o desenvolvimento de sistemas de Hipermídia Adaptativa proativa é apresentada, centrada nos processos de interfaceamento, modelagem e adaptação.

***A Cognitive Model for Adaptive Hypermedia Systems*** (CABRERA & LLORCA, 2001): Estes pesquisadores, apresentam o KDAEHS, um sistema adaptativo baseado em uma estrutura computacional. A técnica de adaptação permite ao usuário escolher sua própria meta de aprendizado, obter sugestões para uma sequência de estudo adequado e material apropriado do curso. Uma máquina adaptativa é implementada em algoritmo Java para gerar uma apresentação adaptativa aos diferentes usuários. O trabalho apresenta a arquitetura do KDAEHS e os seus componentes em detalhes.

A tese de doutorado de *Benay Phyllis Dara-Abrams*, (2002). ***Applying Multi-Intelligent Adaptive Hypermedia to Online Learning*** defendida na *Union Institute & University Graduate College* foi um dos primeiros trabalhos a propor o uso das Inteligências Múltiplas propostas por Gardner em ambientes de aprendizado *online*.

***Software de Auxílio à Detecção das Inteligências Múltiplas – SADIM***, (DE LIZ, 2003). Este sistema facilita a detecção das Inteligências Múltiplas individuais, auxiliando

no processo pedagógico de identificação das aptidões dos indivíduos. O processo de detecção das Inteligências Múltiplas é realizado por meio das escolhas feitas pelo aluno, onde em têm acesso a diversos jogos. De acordo com a escolha do jogo é necessário que o aluno responda algumas questões realizadas por um sistema especialista responsável pela identificação das oito inteligências. Ao finalizar o sistema é gerado um relatório de diagnóstico que identifica as oito inteligências múltiplas no indivíduo mostrando o grau de predominância das mesmas.

O *InterBook* (BRUSILOVSKY, 2005) é um sistema SHA para autoria e disponibilização de livro-texto na *Web*, que consiste de um Modelo de Domínio, Modelo do Usuário e Modelo de Adaptação com regras embutidas no sistema e não permite que os autores criem suas próprias regras de adaptação. Os autores definem o Modelo de Domínio através de um grupo de conceitos e relacionamentos. A apresentação do conteúdo para o usuário é feita com múltiplas janelas e *frames* utilizando o navegador Web e, a adaptação é realizada pela anotação dos links utilizando *bullets* coloridos para indicar ao usuário sobre a situação destes links. Um dos primeiros trabalhos de SHA na Web é o ELM-ART (BRUSILOVSKY, 2005) que auxilia aprendizado de programação da linguagem LISP. A adaptação é implementada por orientação direta (o sistema seleciona o melhor próximo passo) e anotação do link. A anotação segue a metáfora de um sinal de trânsito, onde a cor verde é usada para indicar que o item está pronto para ser aprendido e é recomendado, o amarelo é usado quando o item está pronto para ser aprendido, mas não é recomendado e o vermelho indica que o item ainda não está pronto para ser aprendido.

***O Modelo AHAM - MI: Modelo de Hipermídia Adaptativa Utilizando Inteligências Múltiplas*** (BUGAY, 2006). O Modelo de Adaptação no AHAM-MI seleciona o conteúdo a ser apresentado levando em conta o conhecimento do usuário sobre o assunto e utiliza também o desenvolvimento das suas inteligências (de acordo com Gardner) para influir na adaptação, de modo que o aprendizado ocorra de acordo com as necessidades deste usuário. A base dos Sistemas de Hipermídia Adaptativa é o Modelo do Usuário onde são armazenados todas as características e o conhecimento de cada um dos usuários. No AHAM-MI, também é armazenado o nível de desenvolvimento de cada uma de suas inteligências, o que vem de encontro com a visão de uma escola ideal de Gardner como o lugar onde estudantes, de forma individual, terão suas inteligências reconhecidas e sua evolução será avaliada no contexto destas inteligências.

## **2. HIPERMÍDIA ADAPTATIVA**

Os meios convencionais de comunicação, tais como livros, redes de difusão, jornais impressos e mesmo a televisão permitem ao usuário receber informações, no entanto sem proporcionar a interação com o mesmo. Com a evolução e a popularização do computador, aliado ao desenvolvimento das interfaces gráficas, tornou-se possível a apresentação de vários tipos de mídias interligadas, como texto, imagens, animações, vídeos e sons - a Multimídia. A introdução de ferramentas de interação, com o desenvolvimento do Hipertexto e a sua integração com a Multimídia, resultou nos documentos Hipermídia, que além de possibilitarem o uso de diferentes formas de mídia disponibiliza ao usuário uma verdadeira interação ao permitir diferentes formas de navegação que não mais apenas a linear (MARTIN, 1992).

Um dos grandes triunfos ocorrido nos últimos anos do século XX foi a consolidação da Internet como um espaço virtual compartilhado, de arquitetura distribuída e alcance global, onde uma crescente variedade de informações, recursos e serviços se encontram disponíveis. Sua disseminação faz com que buscas de informações em documentos Hipermídia sejam atividades cotidianas, desencadeando um grande número de pesquisas nesta área, pelo desenvolvimento de novas técnicas e características a serem incorporadas aos Sistemas Hipermídia, visando o atendimento às novas exigências das aplicações e principalmente, dos usuários, como a adaptação dos conteúdos das páginas e dos objetos hipermídia às necessidades dos usuários individuais (ALVES; MOURA, 2003).

### **2.1 A Hipermídia Adaptativa**

As pesquisas em Hipermídia Adaptativa começaram no início de 1990 e os primeiros estudos compartilhavam duas principais áreas: o Hipertexto e o Modelamento do Usuário. Vários trabalhos independentes procuravam explorar diferentes maneiras de personalizar os Sistemas Hipermídia a usuários individuais (BRUSILOVSKY, 1996).

Assim, a definição de Hipermídia Adaptativa (HA) é de um sistema que constrói um perfil para cada usuário e o aplica na adaptação de diversos aspectos visíveis do sistema de acordo com suas necessidades, desejos e preferências. A Hipermídia Adaptativa compreende a adaptação do conteúdo e da navegação. Para o conteúdo ocorre o destaque, ocultação e/ou reorganização do material hipermídia em si, de acordo com o perfil do

usuário em questão. Já a adaptação da navegação consiste na disponibilização ou ocultação de *links* do Sistema Hipermídia em função do perfil do usuário. O uso de Hipermídia Adaptativa é aconselhável quando o hiperdocumento é razoavelmente grande e tende a ser utilizado por muitos usuários de perfis distintos (BRUSILOWSKY, 1996). O sistema coleta informações sobre o usuário pela observação de seu comportamento quando está usando e navegando pela aplicação (WU, HOUBEN & DE BRA, 2004).

A Hipermídia Adaptativa trata do estudo e desenvolvimento de sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação de hiperdocumentos e hipermídia em geral às expectativas, necessidades, preferências e desejos de seus usuários (PALAZZO, 2000).

Os sistemas hipermídia permitem reunir e acessar uma grande quantidade de informação rapidamente através da manipulação de ligações entre partes específicas de mídia. No paradigma de hipermídia está um modelo da interação entre os seres humanos e a tecnologia. O uso da hipermídia é muito eficaz para o ensino, pois permite, através da combinação adequada das diversas formas de mídia (textos, imagens, sons, vídeos, etc.) e da interatividade que ela proporciona ao estimular o desenvolvimento da percepção e do aprendizado (RADA, 1995).

Segundo Palazzo, Costa e Brisolara *et al* (1999), a Hipermídia Adaptativa (HA) é a área da ciência da computação que se ocupa do estudo e desenvolvimento de sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação de hiperdocumentos e hipermídia em geral às expectativas, necessidades, preferência e desejos de seus usuários. A HA estuda o desenvolvimento de sistemas capazes de promover a adaptação de conteúdos, recursos e *links*, vindos de qualquer fonte (banco de dados, Internet, serviços, etc.) e apresentados em qualquer formato ao perfil ou modelo de seus usuários, cujo estilo, conteúdo, recursos e *links* serão dinamicamente selecionados entre diversas possibilidades, reunidos e apresentados a eles conforme seus objetivos.

Sistemas de HA são especialmente úteis quando há a necessidade de disponibilizar informação seletiva e contextual para usuários com diferentes objetivos e níveis de conhecimento.

Entre os principais usos da HA encontram-se hoje os sistemas educacionais, sistemas de informações pessoais, sistemas de ajuda on-line, sistemas de informações institucionais, construção de visões personalizadas, sistemas de uso em medicina, marketing, lazer, comércio eletrônico, pesquisa de opinião, agendas coletivas, gestão de

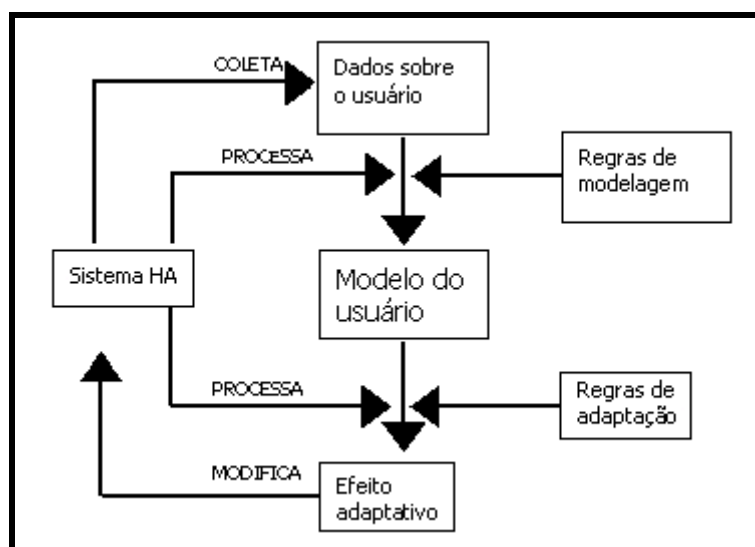
conhecimento, comunicação pessoal, etc. (ZANCHETT, 2002).

Os sistemas de HA tentam assim antecipar as expectativas dos usuários a partir de modelos representando seu perfil (PALAZZO, 2004).

Segundo Palazzo (2004), um Sistema de Hipermedia Adaptativa deve satisfazer no mínimo três critérios básicos:

- Ser um Sistema Hipertexto ou Hipermedia;
- Possuir um Modelo de Usuário;
- Poder adaptar o Sistema Hipermedia a partir deste modelo de usuário.

O ciclo clássico (Figura 1), descrito por Brusilowsky (1996) e por Palazzo (2004), mostra o Sistema de Hipermedia Adaptativa que coleta informações sobre o comportamento do usuário, atualiza o Modelo do Usuário e, com estes novos dados, gera o efeito de adaptação da forma e conteúdo apresentados a este usuário.



**Figura 1 - O ciclo clássico: Modelo do Usuário.**

Fonte: Retirado de Palazzo (2004).

Nos Sistemas Hipermedia os *sites* funcionam apenas como um grande catálogo eletrônico no qual está disponibilizada grande quantidade de *links*, e com isso pode confundir as pessoas encontrando informações que não são de seu interesse. Novas aplicações começam a ser delineadas nas áreas de serviços personalizados, ou seja, se um ambiente *web* deseja ser competitivo, necessariamente sua interface deve ser considerada de forma séria (ZANCHETT, 2002).

Segundo Palazzo (2000), os elementos fundamentais de todo sistema de Hipermedia Adaptativa são: a interface, a base de modelos do usuário (BMU) e a fonte de hipermedia

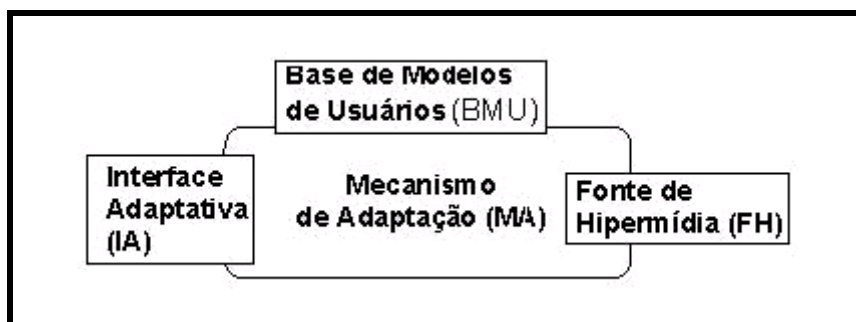
(bases de hipermídia, internet, etc.). Estes três componentes atuam em estreita dependência.

A interação do usuário com o sistema é realizada através da interface adaptativa (IAdp) que executa dois processos de grande importância: (1) a apresentação de conteúdos e/ou links adaptados ao modelo do usuário e (2) a coleta de informações relevantes para mantê-lo atualizado. Assim a interface necessita oferecer alto grau de interatividade, possibilitando ao usuário ampla expressividade, isto é, a capacidade de comunicar-se com o sistema e interagir com ele. O estilo de apresentação da interface deve se aproximar continuamente das preferências do usuário ajudando-o a realizar suas tarefas de maneira agradável e eficiente (BARBOSA, 2004).

As características do usuário, necessárias para se produzir a adaptação, podem ser capturadas de várias fontes como: dados cadastrais, testes e/ou a navegação observada do usuário na utilização do sistema. No conjunto, estas características compõem o Modelo do Usuário (MU) que é armazenado em uma Base de Modelos de Usuários (BMU). O MU deve evoluir ao longo da interação do usuário com o sistema tornando a adaptação mais precisa. Após a definição do modelo do usuário, o sistema constrói a estrutura básica da interface que é “preenchida” com os assuntos selecionados na Fonte de Hipermídia (FH). A interface, então, é construída a partir das informações sobre o usuário, armazenadas na BMU e na FH (PALAZZO, 2000).

## **2.2 Arquitetura de Sistemas Hipermídia Adaptativa**

Conforme Palazzo (2004), estas características podem ser capturadas de várias fontes, desde dados cadastrais identificados no sistema como o Modelo do Usuário (MU) até realizando um filtro dos conteúdos navegados pelo usuário na estrutura da rede, armazenando-os em uma Base de Modelo de Usuário (BMU). Sendo assim, a adaptação torna-se mais precisa possibilitando evoluir ao longo da interação e com respostas rápidas ao longo do tempo. Na Figura 2, são mostrados os elementos fundamentais de todo sistema de Hipermídia Adaptativa (HA) apresentando componentes que atuam em estreita dependência que são: a interface, a BMU e a fonte de hipermídia (base de hipermídia, Internet, etc.) (PALAZZO, 2004).



**Figura 2 - Componentes principais de um sistema de Hipermídia Adaptativa.**  
Fonte: Adaptado de Palazzo (2004).

Na figura acima, visualiza-se que a adaptação do sistema se constrói a partir das informações de navegação do usuário armazenadas na BMU, carregando suas preferências de acesso permite ao sistema construir a estrutura básica da interface (IA) e esta, no entanto, se modela atualizando a cada nova sessão com a inferência de novos *links* e o compartilhamento do conhecimento que é então preenchida com conteúdos selecionados da Fonte de Hipermídia (FH) (PALAZZO, 2004).

É importante salientar que o Sistema de Hipermídia Adaptativa constrói um perfil para cada usuário e aplica-o na adaptação de diversos aspectos do sistema, de acordo com necessidades, desejos e preferências destes usuários. Esta adaptação ocorre através da apresentação ou ocultação de partes do conteúdo ou pela disponibilização ou ocultação de *links* ou ainda pela aparência da interface baseado nas preferências dos usuários. Estes sistemas podem ser úteis em quaisquer aplicações que possam ser usadas por pessoas com metas e conhecimentos diferentes e onde o ambiente é razoavelmente grande (BRUSILOWSKY, 1996).

### **2.3. Tipos de Sistemas Hipermídia Adaptativos**

Desde 1996 são identificados alguns tipos de sistemas hipermídia adaptativos como: Hipermídia Educacional, Sistemas de Informação On-line, Sistemas de Ajuda On-line, Recuperação de Informação em Hipermídia, Hipermídia Institucional e Sistemas para Administrar Visões Personalizadas em Espaços de Informação (BRUSILOVSKY, 1996 apud BARBOSA, 2004).

Atualmente estas áreas têm se expandido em ritmos diferentes, sendo que a Hipermídia Educacional e os Sistemas de Informação On-line se estabeleceram como líderes, pois juntos respondem por aproximadamente dois terços dos esforços de pesquisa dentro da Hipermídia Adaptativa. Ultimamente, porém encontra-se em franco

desenvolvimento a Recuperação de Informação (RI) em hipermídia. O escopo tradicional de RI em hipermídia foi estendido e agora também inclui Sistemas para Administrar Visões Personalizadas. Em contrapartida, os Sistema de Ajuda On-line e Sistemas de Hipermídia Institucionais quase não receberam atenção nos últimos anos. Uma possível razão é que estes ainda estão em processo de transição da hipermídia individual para a hipermídia baseada na *Web*, pois as pesquisas em versões “individuais” não são muito desafiadoras e, para *Web*, não estão “amadurecidas” (BARBOSA, 2004).



### 3. INTELIGÊNCIAS MÚLTIPLAS

Segundo o dicionário Michaelis Eletrônico, inteligência é a faculdade de entender, pensar, raciocinar e interpretar, tendo sua origem nas palavras latinas *inter* = entre e *eligere* = escolher. Em um sentido mais amplo, significa a capacidade cerebral pela qual conseguimos a compreensão das coisas escolhendo o melhor caminho (ANTUNES, 2003).

Inteligência é um valor mutável que varia de acordo com o contexto analisado. Nas escolas tradicionais, a pessoa inteligente domina línguas e matemática; no ambiente de negócios, é aquela que consegue antecipar oportunidades comerciais, correr riscos avaliados, fazer crescer a organização. Os filósofos gregos entendiam que a aprendizagem estava vinculada a associação de idéias. Platão e Aristóteles distinguiam vários tipos de associação: por similaridade, por contigüidade, por contraste. Quintiliano, primeiro catedrático de retórica grega e latina, em Roma, destaca a disposição natural do aluno, o ensino e o exercício (PASSARELI, 2003).

No século XIX, Francis Galton, um dos fundadores da psicologia moderna, procurava por inteligência na descendência daqueles que ocupavam posições de direção na sociedade britânica, acreditando que fosse uma característica familiar (GARDNER, 1999).

A partir do teste de QI, surgiram propostas de exames com diferentes enfoques e critérios. Atualmente uma versão mais sofisticada, o Teste de Aptidão Escolar (Scholastic Aptitude Test - SAT) é utilizado em muitas escolas americanas, em que resultados acima de 130 permitem a admissão do estudante em programas para superdotados (GARDNER, 1994).

Numa visão tradicional, a inteligência é definida operacionalmente como a capacidade de responder a itens em testes de inteligência. A inferência a partir dos resultados dos testes de alguma capacidade subjacente é apoiada por técnicas estatísticas que comparam respostas de pessoas em diferentes idades. A aparente correlação desses resultados de testes através das idades e de diferentes testes mostra a noção de que a capacidade geral de inteligência não muda com a idade, treinamento ou experiência; ela é atributo ou faculdade inata de cada indivíduo (GARDNER, 1994).

A teoria das Inteligências Múltiplas, por outro lado, pluraliza o conceito tradicional. A inteligência passa a implicar na capacidade de resolver problemas ou elaborar produtos que são importantes a um determinado ambiente ou comunidade cultural; a competência para resolução dos problemas permite abordar uma situação em que um objetivo deve ser

atingido e localizar a rota adequada para esse objetivo (ARMSTRONG, 1999).

### **3.1 Teorias da Aprendizagem**

O estudo da aprendizagem pretende identificar, perante as características de cada aprendiz, qual seria a melhor estratégia de aprendizagem a ser utilizada. Diante disso, aliar o estudo dos paradigmas pedagógicos ao entendimento sobre os estilos de aprendizagem busca adequar, da melhor maneira, a forma de abordar o aprendiz com suas características individuais no processo de aprendizado, aliando ainda a capacidade de utilizar os recursos computacionais para agilizar este processo (DAZZI, 2004).

Os estilos de aprendizado são formados por um conjunto de características pessoais, biológicas ou ambientalmente impostas, que acabam resultando no sucesso ou fracasso de um mesmo método de ensino com diferentes aprendizes (FELDER; SOLOMAN, 1997).

Os indivíduos aprendem de diferentes maneiras, alguns têm maior facilidade em assimilar o que estão vendo, outros, o que estão ouvindo; alguns, refletindo outros agindo; alguns, raciocinando logicamente; outros, intuitivamente; alguns, memorizando; outros, estabelecendo analogias; outros, construindo modelos matemáticos; alguns, de maneira contínua; outros, de maneira intermitente. Isto se deve ao fato de que cada indivíduo tem sua própria forma de absorver as informações e desenvolver o conhecimento (DAZZI, 2004).

As Teorias de Aprendizagem buscam reconhecer a dinâmica envolvida nos atos de ensinar e aprender, partindo do reconhecimento da evolução cognitiva do homem, e tentam explicar a relação entre o conhecimento pré-existente e o novo conhecimento. A aprendizagem não seria apenas inteligência e construção de conhecimento, mas, basicamente, identificação pessoal e relação através da interação entre as pessoas (MOURA, AZEVEDO, MEHLECKE, 2005).

Os ambientes computacionais destinados ao ensino devem trazer à tona fatores pertinentes à mediação humana através da tecnologia. As teorias de aprendizagem têm em comum o fato de assumirem que indivíduos são agentes ativos na busca e construção de conhecimento, dentro de um contexto significativo (JUNIOR, 2006).

A seguir é apresentado as características de algumas das principais Teorias de Aprendizagem.

### **3.1.1 Epistemologia Genética (J. Piaget)**

A Epistemologia Construtivista de Piaget ou Epistemologia Genética se ocupou fundamentalmente de problemas ligados à inteligência. Piaget traçou paralelos e analogias entre a Biologia e a Psicologia e mostrou que a inteligência é o principal meio de adaptação do ser humano (MOURA, AZEVEDO & MEHLECKE, 2005).

Segundo Piaget, o conhecimento se constrói na interação do sujeito com o objeto. Estruturas não estão pré-formadas dentro do sujeito, são construídas. Há, no ser vivo, elementos variáveis e invariáveis. Ocorre uma construção contínua de estruturas variadas. A analogia entre biologia e inteligência só pode ser apreendida retendo as invariantes funcionais que lhes são comuns. Os funcionamentos invariantes devem ser situados no âmbito das duas funções biológicas mais gerais: a organização e a adaptação (MOURA, AZEVEDO & MEHLECKE, 2005).

Na concepção piagetiana, a aprendizagem só ocorre mediante a consolidação das estruturas de pensamento, portanto a aprendizagem sempre se dá após a consolidação do esquema que a suporta, da mesma forma a passagem de um estágio a outro estaria dependente da consolidação e superação do anterior (MOURA, AZEVEDO & MEHLECKE, 2005).

As estruturas cognitivas mudam através dos processos de adaptação: assimilação e acomodação. A assimilação envolve a interpretação de eventos em termos de estruturas cognitivas existentes, enquanto que a acomodação se refere à mudança da estrutura cognitiva para compreender o meio. O desenvolvimento cognitivo consiste de um esforço constante para se adaptar ao meio em termos de assimilação e acomodação. Nesse sentido, a teoria de Piaget é similar a outras perspectivas de aprendizado construtivistas (por exemplo: Bruner, Vygotsky) (MOURA, AZEVEDO & MEHLECKE, 2005).

### **3.1.2 Teoria Construtivista (J. Bruner)**

Um tema relevante na estrutura teórica de Bruner é que o aprendizado é um processo ativo, no qual aprendizes constroem novas idéias, ou conceitos, baseados em seus conhecimentos passados e atuais. O aprendiz seleciona e transforma a informação, constrói hipóteses e toma decisões, contando, para isto, com uma estrutura cognitiva. A estrutura cognitiva (esquemas, modelos mentais) fornece significado e organização para as experiências e permite ao indivíduo "ir além da informação dada" (MOURA, AZEVEDO & MEHLECKE, 2005).

Nesta teoria, o professor é um facilitador do processo de aprendizado e não o expositor das informações. O facilitador deve guiar o aluno, motivando, estimulando e questionando, para que o aluno desenvolva seu senso crítico e sua capacidade de análise e síntese. Neste processo, o aluno pode decidir como organizar seu próprio processo de aprendizado, desde que esteja acordado com seu facilitador (DAZZI, 2004).

Pode-se extrair do construtivismo uma estratégia pedagógica que propicie ao aluno o livre acesso aos objetos de estudo, facilitando desta forma a construção do conhecimento. É por meio da exploração e manipulação dos objetos de estudo, junto com as experiências do aprendiz, que vai se desenvolvendo o conhecimento (DAZZI, 2004).

### **3.1.3 Sócio-interacionismo (Vygotsky)**

Vygotsky construiu sua teoria tendo por base o desenvolvimento do indivíduo como resultado de um processo sócio-histórico, enfatizando o papel da linguagem e da aprendizagem nesse desenvolvimento, sendo essa teoria considerada histórico-social. Sua questão central é a aquisição de conhecimentos pela interação do sujeito com o meio. As concepções de Vygotsky sobre o processo de formação de conceitos remetem às relações entre pensamento e linguagem, à questão cultural no processo de construção de significados pelos indivíduos, ao processo de internalização e ao papel da escola na transmissão de conhecimento, que é de natureza diferente daqueles aprendidos na vida cotidiana. Propõe uma visão de formação das funções psíquicas superiores como internalização mediada pela cultura (MOURA, AZEVEDO & MEHLECKE, 2005).

Nessa concepção, as interações têm um papel crucial e determinante. Para definir o conhecimento real, Vygotsky sugere que se avalie o que o sujeito é capaz de fazer sozinho, e o potencial aquilo que ele consegue fazer com ajuda de outro sujeito. Assim, determina-se a Zona de desenvolvimento proximal e o nível de riqueza e diversidade das interações determinará o potencial atingido. Quanto mais ricas as interações, maior e mais sofisticado será o desenvolvimento (MOURA, AZEVEDO & MEHLECKE, 2005).

### **3.1.4 Inteligências Múltiplas (Gardner)**

A teoria das Inteligências Múltiplas sugere que cada indivíduo possui formas distintas de inteligência em graus variados (GARDNER, 2001). Esta teoria é explicada com mais detalhes, por ser a Teoria de Aprendizagem desenvolvida nesta dissertação.

### **3.2 Teoria das Inteligências Múltiplas de Gardner**

A teoria das inteligências múltiplas foi desenvolvida e caracterizada no início da década de 1980 por pesquisadores da Universidade de Harvard, liderados pelo psicólogo Howard Gardner (GARDNER, 1994 apud SMOLE, 2003).

Em 1985, Gardner desenvolveu a teoria das inteligências múltiplas (IM), sendo esta uma alternativa para o conceito de inteligência como uma capacidade inata, geral e única, que permite aos indivíduos uma performance, maior ou menor em qualquer área de atuação (GAMA, 1998).

Na melhor das hipóteses, as inteligências podem ser descritas como potenciais ou inclinações que são realizados, ou não, dependendo do contexto cultural e social em que são encontradas. Assim, a inteligência, ou inteligências são sempre uma interação entre inclinações biológicas e as oportunidades de aprendizagem que existe numa cultura (GARDNER, 1994 apud SMOLE, 2003).

Convém ressaltar que é de máxima importância reconhecer e estimular todas as variadas inteligências humanas e todas as combinações de inteligências, pois sempre que se envolve mais de uma habilidade na solução de problemas, embora existam predominâncias, as inteligências se integram e nessas relações complementares encontra-se a possibilidade de se explorar uma inteligência a favor da outra, fato este que conduz a um aprendizado mais significativo (GARDNER, 1994 apud SMOLE, 2003).

Desta forma, o objetivo principal das inteligências múltiplas é conduzir a uma aprendizagem consciente, conseqüente e significativa (GARDNER, 1994).

Essa tendência estimuladora surge como um novo paradigma de compreensão do ser humano, e os sistemas educacionais abandonam sua avaliação através de sistemas limitados e passam a perceber o indivíduo na sua amplitude lingüística, lógico-matemática, criativa, sonora, cinestésica, naturalista e principalmente emocional (ANTUNES, 2001).

Atualmente são consideradas oito IMs, as quais são: Lingüístico-verbal, Lógico-matemática, Visual-espacial, Cinestésico-corporal, Musical, Interpessoal, Intrapessoal e Naturalista. Porém esse conjunto de oito inteligências, de forma alguma, constitui um paradigma fechado. Novos estudos abrem perspectivas para a ampliação desse limite e, mesmo Gardner, aprofunda pesquisas para, acrescentar a essas oito, a inteligência que denomina Existencial (ANTUNES, 2002 apud BARBOSA, 2004).

Gardner postula, ainda, que essas competências intelectuais são relativamente independentes, têm sua origem e limites genéticos próprios, possuem substratos neuro-

anatômicos específicos e dispõem de processos cognitivos peculiares. Portanto, os seres humanos dispõem de graus variados de cada uma dessas inteligências, sendo estas combinadas e organizadas de maneiras diferentes. Estas capacidades intelectuais é que são utilizadas para resolver problemas e desenvolver as demais atividades cotidianas (ARMSTRONG & GARDNER, 2001 apud BARBOSA, 2004).

É importante ressaltar que segundo Gardner, embora estas inteligências sejam independentes uma das outras, elas raramente atuam de forma isolada. Algumas atividades exemplificam uma inteligência, mas na maioria dos casos, as ocupações demonstram bem a necessidade de uma combinação delas (ARMSTRONG & GARDNER, 2001 apud BARBOSA, 2004).

A teoria das Inteligências Múltiplas é centrada na idéia de que as diferenças individuais são importantes. Seu uso na educação depende do reconhecimento para o modo de aprender, bem como dos interesses e talentos de cada indivíduo. O importante não é apenas conhecer estas diferenças individuais para propósitos práticos como ensino e avaliação, mas sim aceitá-las como normal e, até interessantes e valiosas (JASMINE, 1996).

Esta teoria é elaborada à luz das origens biológicas da capacidade de resolver problemas, sendo que somente são tratadas aquelas capacidades que são universais a espécie humana, mesmo assim, a tendência biológica a participar de uma determinada forma de solução de problemas deve ser vinculada ao estímulo cultural nesse domínio. Por exemplo, a linguagem é uma capacidade universal que pode se manifestar particularmente como escrita em uma cultura, como oratória em outra ou como a linguagem secreta dos anagramas em uma terceira (JASMINE, 1996).

Para selecionar inteligências que tenham raízes na biologia e sejam valorizadas em um ou mais ambientes culturais, a equipe de Gardner, ao criar a lista das diferentes inteligências, procurou evidências de várias fontes diferentes: o conhecimento a respeito do desenvolvimento normal em indivíduos talentosos; as informações sobre o colapso das capacidades cognitivas nas condições de um dano cerebral; os estudos sobre populações excepcionais, incluindo prodígios, *idiot savant* e crianças autistas; os dados sobre a evolução da cognição ao longo do milênio; as condições culturais cruzadas sobre a cognição; os estudos psicométricos, incluindo exames de correlações entre testes; os estudos de treinamento psicológico, particularmente as medidas de transferência e generalização através de tarefas. Somente as inteligências candidatas que satisfaziam todos

ou a maioria dos critérios foram selecionadas como inteligências genuínas (GARDNER, 1995).

Como resultado da pesquisa, Gardner e sua equipe originalmente criaram oito tipos de inteligências que atendiam a estes critérios, descritas em "Estruturas da Mente" publicado em 1983. Gardner definiu oito tipos básicos de inteligência (JASMINE, 1996).

- Inteligência Lingüística;
- Inteligência Lógico-Matemática;
- Inteligência Espacial;
- Inteligência Musical;
- Inteligência Corporal-Cinestésica;
- Inteligência Interpessoal;
- Inteligência Intrapessoal;
- Inteligência Naturalista.

As duas primeiras inteligências são as mais reconhecidas e apreciadas, principalmente na nossa sociedade ocidental, pois asseguram sucesso nos testes de QI. Gardner propõe para o processo do desenvolvimento das Inteligências Múltiplas a reorganização do sistema escolar, tornando-a o lugar em que estudantes terão suas inteligências reconhecidas de forma individual e a sua evolução é avaliada no contexto destas inteligências (GARDNER, 1994).

A teoria das Inteligências Múltiplas sugere que cada inteligência tem seu processo cognitivo próprio nas áreas da memória, atenção, percepção e solução de problemas (ARMSTRONG, 1999).

O critério para a escolha de três IMs dentre as oito desenvolvidas por Gardner, foi realizado através do estudo das representações cognitivas de cada IM, usando o computador. Definiu-se então, que as IMs: Lingüístico-verbal, Visual-espacial e Cinestésico-corporal através das mídias texto, desenho e animação respectivamente, seriam mais apropriadas para abordar o conteúdo sobre Câncer de Mama, transferindo por meio do computador informações de imagens macro e microscópicas desta patologia.

A seguir serão descritas somente as três Inteligências Múltiplas, que são utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

### **3.2.1 A Inteligência Lingüística-verbal**

Esta inteligência é responsável pela produção da linguagem e de todas as

complexas possibilidades que a seguem como: a poesia, o humor, as histórias, a gramática, as metáforas, as similaridades, o raciocínio abstrato, o pensamento simbólico, a padronização conceitual, a leitura e a escrita (BARBOSA, 2004).

Esta inteligência está relacionada às palavras e à linguagem escrita e falada. Consiste na capacidade de pensar com palavras e usar a linguagem para expressar e avaliar significados complexos. Domina a maior parte do universo educacional ocidental (ABRAE, 2004).

Em geral esta inteligência pode ser encontrada significativamente em: poetas, teatrólogos, escritores, romancistas, oradores, comediantes, jornalistas, palestrantes, locutores ou qualquer profissional que trabalhe com linguagem (BARBOSA, 2004).

O perfil destes indivíduos aponta para (GARDNER, 2001 apud BARBOSA, 2004):

- Entendimento da ordem e significado das palavras;
- Capacidade de convencer alguém sobre um fato;
- Capacidade de explicar, ensinar e aprender;
- Bom senso de humor;
- Aguçada memória e lembrança e
- Realização de análises metalingüísticas.

Tecnologias de apoio utilizam-se de texto, som falado, comunicação verbal com outras pessoas (*chat*), entre outras atividades.

O desenvolvimento de habilidades lingüísticas, para todas as populações, pode ser incentivado por novos instrumentos eletrônicos, acessando e lidando de maneira sem precedentes com a informação e comunicação, proporcionando aprendizagem e o desenvolvimento da inteligência (CAMPBELL, DICKINSON, 2000 apud BARBOSA, 2004).

### **3.2.2 A Inteligência Visual-espacial**

Nesta inteligência quando os sistemas interativos fazem parte do processo de aprendizagem, os alunos deixam de ser observadores passivos e passam a ser pensadores ativos (BARBOSA, 2004).

Esta inteligência inclui a habilidade de criar imagens mentais, portanto o senso de visão e a capacidade de visualização espacial de um objeto estão bastante desenvolvidos. Permite que a pessoa perceba as imagens, recrie, transforme ou as modifique, movimente os objetos através do espaço e produza ou decodifique informações gráficas (GAMA,



1998).

Nesta inteligência predominam atividades como as artes visuais (incluindo pintura, desenho e escultura), navegação, criação de mapas, arquitetura (que envolve o uso do espaço e o conhecimento de como se locomover) e jogos como xadrez (que requer a habilidade de visualizar objetos a partir de diferentes perspectivas) (BARBOSA, 2004).

Geralmente esta inteligência está mais desenvolvida em: arquitetos, artistas gráficos, cartógrafos, desenhistas de produtos industriais, pintores, escultores, navegadores, pilotos, dentre outros.

O perfil destes indivíduos aponta para (GARDNER, 2001):

- Percepção acurada de diferentes ângulos;
- Reconhecimento de relações de objetos no espaço;
- Formação de imagens mentais;
- Imaginação ativa;
- Representação gráfica e
- Manipulação de imagens.

As tecnologias de apoio seriam através de animações, gráficos, realidade virtual, entre outros (CAMPBELL; DICKINSON, 2000 apud BARBOSA, 2004).

### **3.2.3 A Inteligência Cinestésico-corporal**

Geralmente esta inteligência está mais desenvolvida em: atletas, dançarinos, cirurgiões e artesãos (BARBOSA, 2004).

Esta inteligência relaciona-se com o movimento físico, proporcionando a habilidade de usar o corpo para expressar uma emoção (dança e linguagem corporal), jogar (esporte) e criar um novo produto (invenções). Permite que a pessoa manipule objetos e desenvolva habilidades físicas (GARDNER, 2001 apud BARBOSA, 2004).

O perfil destes indivíduos aponta para (GARDNER, 2001):

- Função corporal desenvolvida;
- Conexão corpo-mente e
- Controle dos movimentos pré-programados e voluntários.

Desenvolver atividades que façam uso do teclado ou do mouse e, que despertem a observação de movimentos espaciais na tela do computador, são interessantes, nesta inteligência, pois prendem a atenção do usuário (CAMPBELL, DICKINSON, 2000 apud BARBOSA, 2004).

### **3.3 Identificação das Inteligências Múltiplas**

De acordo com Gardner, 1994 criar oito testes, um para cada inteligência, pode não ser muito eficaz, podendo repetir o mesmo tipo de rotulação que ocorreu nos testes únicos de inteligência.

Neste trabalho, os testes desenvolvidos por Celso Antunes (ANTUNES, 1998, 2001a, 2001b, 2001c, 2002) são utilizados para identificar as Inteligências Múltiplas. Foi escolhido este autor pelo fato dele trabalhar com educação, tendo publicado alguns livros a respeito de IM e por ser um teste adequado à realidade brasileira. Não foi encontrado nenhum outro autor brasileiro que tenha desenvolvido um teste para tal identificação (BARBOSA, 2004).

## 4. REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

O objetivo central da Inteligência Artificial (IA) é simultaneamente teórico, como a criação de teorias e modelos para as capacidades cognitivas e, prático, como a implementação de sistemas computacionais baseados nestes modelos. Os modelos e teorias da IA são implementados em um computador e demonstrados diretamente através da ação inteligente do programa (BITTENCOURT, 2006 apud BARBOSA, 2004).

Segundo Haykin (2001), o trabalho em redes neurais artificiais, tem sido motivado desde o começo pelo reconhecimento de que o cérebro humano processa informações de uma forma diferente do computador digital convencional. O cérebro é um *computador* (sistema de processamento de informação) altamente complexo, não linear e paralelo. Ele tem a capacidade de organizar seus constituintes estruturais, conhecidos por neurônios, de forma a realizar certos processamentos muito mais rapidamente que o mais rápido computador digital hoje existente.

Uma rede neural artificial é uma máquina que é projetada para modelar a maneira de como o cérebro realiza uma tarefa particular ou função de interesse. A rede é normalmente implementada utilizando-se componentes eletrônicos ou é simulada por programação em um computador digital (HAYKIN, 2001 apud BARBOSA, 2004).

Existem três abordagens básicas para a análise por IA: os Paradigmas Simbólico, Conexionista e Evolucionário (RICH & KNIGHT, 1994; BARRETO, 2002 apud BARBOSA, 2004).

No desenvolvimento deste trabalho utilizou-se o Paradigma Conexionista da IA, pois utilizamos as redes neurais artificiais tipo MLP (*Multilayer Perceptron*) e tipo IAC (*Interactive Activation and Competition*) para implementar este sistema.

No Paradigma Conexionista a estrutura do cérebro biológico é imitada na esperança da emergência de um comportamento inteligente, em oposição ao Paradigma Simbólico onde um comportamento inteligente é simulado (BARBOSA, 2004).

Assim, pode-se dizer que as Redes Neurais Artificiais (RNA) consistem de um ou mais conjuntos de “neurônios” artificiais interconectados conforme tal topologia. Estes neurônios, geralmente dispostos em “camadas”, formam redes que, uma vez devidamente treinadas, são capazes de processar matematicamente dados de entrada disponibilizando na saída da rede uma “resposta” (HAYKIN, 2001 apud BARBOSA, 2004).

De acordo com De Azevedo (1997), Redes Neurais Artificiais (RNA) são sistemas

complexos, constituídos por elementos representando algumas das características dos neurônios que constituem o sistema nervoso dos seres vivos e permitindo sua interação com o ambiente que o cerca.

As RNA se assemelham ao cérebro em dois aspectos:

- O conhecimento é adquirido pela rede a partir do “ambiente” através de um processo de aprendizagem.
- As forças de conexão entre neurônios, conhecidas como pesos sinápticos, são utilizadas para armazenar o conhecimento adquirido, (HAYKIN, 2001).

A propriedade mais importante das RNA é a habilidade de aprender e com isso melhorar seu desempenho. Isso é feito através de um processo interativo de ajustes aplicado a seus pesos denominado treinamento (HAYKIN, 2001).

O aprendizado ocorre quando a RNA atinge uma solução generalizada para uma classe de problemas (HAYKIN, 2001).

A seguir serão apresentados os dois modelos de redes neurais artificiais MLP E IAC utilizadas no desenvolvimento da metodologia deste trabalho.

#### **4.1 O Modelo IAC (Interactive Activation and Competition)**

As redes de competição e ativação interativa, ou redes IAC, são redes com representação local que fornecem um mecanismo de memórias associativas. O conceito de memória associativa é intuitivo, e é uma das funções primárias do cérebro humano. É este conceito que permite que se associe um nome a face de uma pessoa conhecida, e também que se possa reconstruir padrões corrompidos ou incompletos (HAHNE, 2005).

Esta rede foi proposta inicialmente por McClelland e Rumelhart, (1986). O mecanismo era utilizado para modelar o reconhecimento de palavras e para modelar a recuperação de informações gerais e específicas do conhecimento armazenado sobre indivíduos.

A arquitetura da rede neural IAC apresenta uma topologia particular com características de memórias bidirecionais hetero-associativas o que a torna bastante apropriada para a implementação de mecanismos de adaptação para interfaces em Hipermídia Adaptativa (BARBOSA, 2004).

Algumas propriedades apresentadas pelas memórias associativas e pelo modelo IAC que podem ser desejáveis são (BARBOSA, 2004):

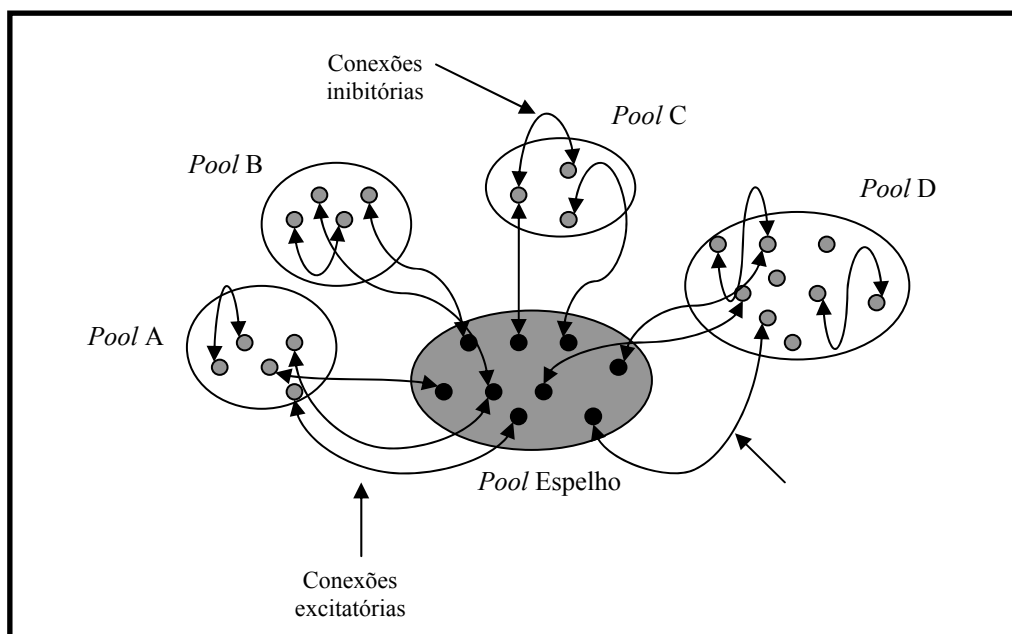
- Recuperação das propriedades de um conceito a partir de seu nome. Ou seja, a rede

IAC como a rede neural humana tem a capacidade de recuperar as características de um objeto (ou pessoa) conhecido, a partir de seu nome.

- Recuperação da descrição total de um conceito a partir de uma descrição parcial. Para um conceito (objeto ou pessoa) já conhecido pela rede, a apresentação de uma descrição parcial de suas características permite a associação com o nome e a obtenção de uma descrição total das características deste conceito.
- Recuperação do nome de um conceito a partir de suas características ou propriedades. A rede neural (artificial ou humana) tem possibilidade de recuperar o nome do conceito a partir de suas características ou propriedades.

#### **4.1.1 Arquitetura da Rede IAC**

A arquitetura original, de uma rede IAC apresenta propriedades específicas tais como: os neurônios são organizados em grupos ou *pools* competitivos, cada *pool* representa um conceito, interligados por um *pool* oculto (espelho ou escondido) através de ligações excitatórias. Os neurônios de cada *pool* representam “valores” ou “características” dos conceitos. Existem duas classes de unidades (neurônios): algumas que podem receber entradas diretamente de fora da rede e outras que não podem. As primeiras são chamadas de unidades visíveis e as últimas unidades escondidas (aquelas quais pertencem ao *pool* oculto). Nesta rede o usuário pode especificar o padrão de entrada para as unidades visíveis mas , por convenção, não é permitido especificar entrada externa para as unidades ocultas (De AZEVEDO, BRASIL & OLIVEIRA, 2000 apud BARBOSA, 2004).



**Figura 3 - Representação da Rede Neural Artificial IAC.**

Fonte: Adaptado de Barbosa (2004).

A Figura 3 apresenta um exemplo de rede com cinco *pools* (*pools* A, B, C e D, e o *pool* Espelho). O *pool* central, denominado de espelho, geralmente é um *pool* espelho do *pool* com maior número de neurônios da rede, (neste caso o *pool* D) e tem como finalidade fazer a ligação entre os diferentes conceitos representados pelos outros *pools*. Nesta Figura 3, o *pool* com maior quantidade de neurônios é o *pool* D que possui nove neurônios e o *pool* espelho é igual ao *pool* D.

Cada neurônio do *pool* espelho é ligado a todos os neurônios dos *pools* visíveis (A, B, C e D) através de conexões excitatórias. Dentro de um mesmo *pool* (visível ou oculto) existem conexões inibitórias bidirecionais entre cada neurônio e todos os demais, ocasionando assim, um comportamento de competição. As conexões excitatórias entre os *pools* são bidirecionais e, devido a isto acabam criando condições para o surgimento de um processamento interativo, pois o processamento em um determinado grupo influenciará e também será influenciado pelo processamento que ocorre nos outros grupos da rede.

Nesta rede não há processo de treinamento e os pesos (que representam o conhecimento) são estabelecidos em uma matriz que representa as ligações entre *pools* diferentes e o mesmo *pool* (relações existentes entre cada característica de cada conceito, através do *pool* escondido, bem como a relação entre os neurônios de um mesmo *pool*). Os valores dos pesos podem ser 0, 1 ou -1 representando: nenhuma relação, existência de relação (apenas entre neurônios de *pools* diferentes) e relação de inibição (apenas entre os

de mesmo pool), respectivamente (McCLELLAND & RUMELHART, 1989 apud BARBOSA, 2004).

Uma característica interessante desta rede é a bidirecionalidade, onde qualquer neurônio, exceto os do *pool* escondido, podem ser considerados como entrada ou saída, além disso, não há uma quantidade limitada de neurônios a serem excitados. Quando um neurônio é excitado à rede tende a procurar um novo estado de equilíbrio. Os valores de ativações de todos os outros neurônios, depois de encontrar o estado de equilíbrio, correspondem às saídas desejadas (BARBOSA, 2004).

#### 4.1.2 Inserindo Conhecimento na Rede IAC

Os valores dos pesos que determinam o chamado “conhecimento” da rede são representados em uma matriz  $w$  simétrica  $n \times n$ , onde o valor de  $n$  é igual ao número total de neurônios na rede. Nessa matriz, cada linha e cada coluna representam um neurônio. Desta forma, ao preenchê-la se estabelece o valor do peso da conexão entre os neurônios. A matriz  $w$  é simétrica, pois as conexões existentes entre as unidades de um mesmo grupo ou de grupos diferentes são bidirecionais. Isto quer dizer que, existindo uma conexão de uma unidade  $i$  para uma unidade  $j$ , existirá também uma conexão, de mesmo valor, da unidade  $j$  para a unidade  $i$ . Como as conexões são bidirecionais, o processamento se torna interativo, já que o processamento em um determinado grupo influencia e também é influenciado pelo processamento que ocorre em outros grupos da rede (daí o “*interactive*” de IAC). A interação ocorre tanto dentro do grupo como entre os grupos (BARBOSA, 2004).

Esta rede apresenta dois tipos de grupos (HAHNE, 2005):

- **Grupos visíveis:** unidades que recebem entradas do exterior. Estas unidades podem ter três tipos de conexões, que são as conexões com unidades do mesmo grupo, conexões com unidades de outro grupo e conexões com o exterior;
- **Grupos escondidos:** unidades que não podem receber entradas do exterior, sendo suas entradas obtidas apenas como a combinação das saídas de outras unidades as quais elas estão conectadas. Todavia, as unidades deste grupo também competem entre si apresentando, portanto, conexões inibitórias entre elas. O grupo escondido tem como finalidade fazer a ligação entre os diferentes conceitos representados pelos outros grupos. Conseqüentemente, é fácil observar que o número de neurônios deste grupo deve ser, pelo menos, igual ao número de neurônios do

maior grupo visível.

		<i>pool 1</i>		<i>pool 2</i>		<i>pool 3</i>			<i>pool espelho</i>		
neurônios		mamífero	réptil	s. quente	s. frio	gato	cachorro	cobra	gato	cachorro	cobra
<i>pool 1</i> espécie	mamífero	0	-1	0	0	0	0	0	-1	1	0
	réptil	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>pool 2</i> tipo sang.	s. quente	0	0	0	-1	0	0	0	1	1	0
	s. frio	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1
<i>pool 3</i> animais	gato	0	0	0	0	0	-1	-1	1	0	0
	cachorro	0	0	0	0	-1	0	-1	0	1	0
	cobra	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	1
<i>pool</i> espelho	gato	1	0	1	0	1	0	0	0	-1	-1
	cachorro	1	0	1	0	0	1	0	-1	0	-1
	cobra	0	1	0	1	0	0	1	-1	-1	0

Não há conexão entre o neurônio mamífero e ele mesmo (o valor é 0)

A conexão é inibitória entre neurônios do mesmo *pool* (valor -1)

Não há conexão do *pool* da espécie com o dos animais. Somente os neurônios do *pool* espelho fazem conexão com os neurônios dos demais *pools*. (valor 0)

O conhecimento fica estabelecido entre os neurônios do *pool* espelho e os demais neurônios. Portanto, para o gato tem-se: o gato é mamífero (1), não é réptil (0), tem sangue quente (1), não tem sangue frio (0) é um gato (1) e não é os outros animais (0).

**Figura 4 - Exemplo da matriz de pesos da rede dos animais. A matriz é simétrica com a diagonal principal nula.**

Fonte: Barbosa (2004).

Segundo Barbosa (2004) a arquitetura desta rede tem quatro *pools*: um *pool* se refere aos animais, outro à temperatura do sangue destes, outro à espécie e o último que será o espelho do *pool* animais. Verifica-se que os *pools* são agrupados com elementos (neurônios) referentes à mesma característica, ou seja, no *pool* animais, vão existir três neurônios: um neurônio que se refere ao gato, outro ao cachorro e, outro à cobra. No *pool* temperatura existirá dois neurônios: sangue frio e sangue quente e no *pool* espécie: neurônio réptil e neurônio mamífero. Deve-se inserir na rede o seguinte conhecimento: o gato possui sangue quente e é mamífero; o cachorro possui sangue quente e é mamífero e a cobra possui sangue frio e é réptil.

A matriz sempre possuirá uma diagonal principal nula, o que garante a estabilidade do sistema. As ligações dentro dos mesmos *pools* são inibitórias (-1). A matriz é preenchida com valores (0), entre os neurônios dos *pools* visíveis, pois não há ligação entre eles. A parte principal da matriz, onde o conhecimento é realmente estabelecido, corresponde aos pesos entre os neurônios do *pool* espelho e os demais neurônios dos outros *pools*. Todos estes valores numéricos são utilizados no algoritmo da rede neural (BARBOSA, 2004).



### 4.1.3 Ativação na Rede IAC

Os neurônios em uma rede IAC, estão em constante ativação com valores que variam dentro de um número máximo e um número mínimo, apesar de que os sinais que são transmitidos para os outros neurônios, que representam a saída da rede, não são necessariamente idênticos as suas ativações. Nesta rede a saída de cada neurônio é determinada pela ativação do neurônio, menos o limiar (*threshold*), enquanto essa diferença for positiva; pois quando a ativação for menor que o *threshold*, a saída é fixada em zero. (SIGAKI, 1997 apud BARBOSA, 2004).

A ativação de um neurônio na rede IAC evolui, gradualmente, no tempo. A unidade que teve sua ativação modificada por entrada externa à rede influenciará as unidades com as quais ela tem conexão. Ou seja, ela tende a inibir a ativação das unidades pertencentes ao mesmo grupo, que estão conectadas a ela com pesos  $-1$ , e excitar a unidade correspondente no grupo intermediário, que está conectada a ela com valor  $+1$ . É esta unidade pertencente ao grupo intermediário que fará com que as unidades relacionadas de outros grupos sejam excitadas, desde que também estejam conectadas a ela com conexões de valor  $+1$ . A ativação de uma unidade pode ser considerada como o grau de crença em uma hipótese ou existência daquela característica (DENNIS, 1997). O mecanismo IAC, incorporando uma função de ativação, é um processo cíclico de mudar a crença em uma hipótese de acordo com as evidências existentes (DAZZI, 2004).

Considerando a rede operando em tempo discreto e todas as unidades atualizadas no mesmo instante, a equação que representa a entrada líquida de uma unidade  $i$ , é dada pela Equação 1 (McCLELLAND & RUMELHART, 1989 apud DAZZI, 2004).

$$Net_i = exitacao_i \cdot \alpha + inibicao_j \cdot \gamma + extinput_i \cdot estr \quad (1)$$

onde:

$\alpha$ ,  $\gamma$  e *estr*: são parâmetros que graduam a força das entradas para a unidade.

A excitação é dada pela Equação 2, que leva em consideração apenas as conexões excitatórias (McCLELLAND & RUMELHART, 1989 apud DAZZI, 2004).

$$exitacao_i = \sum_j w_{ij} \cdot output_j \quad (2)$$

A inibição é dada pela Equação 3, que leva em consideração apenas conexões inibitórias (McCLELLAND & RUMELHART, 1989 apud DAZZI, 2004).

$$inibicao_i = \sum_j w_{ij} \cdot output_j \quad (3)$$

A cada nova entrada calculada, obtém-se uma nova mudança nas ativações destas unidades. O resultado desta alteração é obtido através das Equação 4 e Equação 5, que são as equações de atualização das ativações  $\gamma$ . Considerando que  $net_i > 0$ , então: (McCLELLAND & RUMELHART, 1989 apud DAZZI, 2004).

$$\Delta\gamma_i = (\max - \gamma_i) \cdot net_i - decay \cdot (\gamma_i - rest) \quad (4)$$

Por outro lado, para  $net_i < 0$  ou  $net_i = 0$ , a equação se torna:

$$\Delta\gamma_i = (\max - \min) \cdot net_i - decay \cdot (\gamma_i - rest) \quad (5)$$

onde:

*min*: ativação mínima.

*max*: ativação máxima.

*rest*: nível de ativação de repouso.

*Decay*: é a taxa de decaimento.

A saída de uma unidade (*output*) não é necessariamente idêntica ao seu valor de ativação ( $\gamma$ ). O valor de *output* é dado pela Equação 6. (McCLELLAND & RUMELHART, 1989).

$$output_i = \begin{cases} \gamma_i, & \text{se } net_i > 0 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (6)$$

Com relação à Equação 4 e Equação 5, pode-se concluir que:  $net_i$  determina quando a ativação da unidade incrementa ou decrementa; se a ativação de uma unidade é igual a *max*, então a rede acredita na hipótese completamente; se a ativação é igual a *min*, então a rede desacredita completamente na hipótese; se a ativação é igual a *rest*, então a rede está em um estado de repouso; os termos  $(\max - \gamma_i)$  e  $(\gamma_i - \min)$  dão certeza que a ativação da rede permanece entre *min* e *max*, evitando que ela cresça ou diminua além destes limites; o termo  $-decay(\gamma_i - rest)$  força a ativação a retornar ao valor de repouso na ausência de entradas externas (McCLELLAND & RUMELHART, 1989 apud DAZZI, 2004).

Leva-se em consideração, também, no cálculo de  $net_i$ , que os estímulos externos e os estímulos excitatórios e inibitórios, vindos de unidades de dentro da rede, são ponderados por valores representados por alguns dos parâmetros apresentados pela rede. Existem vários parâmetros no modelo IAC de McClelland e Rumelhart que podem ser controlados pelo usuário (McCLELLAND & RUMELHART, 1989), como:

- *Max*: parâmetro de ativação máxima;
- *Min*: parâmetro de ativação mínima;
- *Rest*: valor de ativação de repouso para o qual as ativações tendem a estabelecer-se na falta de uma entrada externa;
- *Decay*: taxa de decaimento, a qual determina a força da tendência de retorno ao nível de ativação de repouso;
- *Estr*: representa a força das entradas externas;
- *Alpha*: gradua a força das entradas excitatórias sobre as unidades provenientes de outras unidades da rede;
- *Gamma*: gradua a força das entradas inibitórias sobre as unidades provenientes de outras unidades da rede.

Devido às características intrínsecas deste modelo de rede, ela pode ser considerada como uma metáfora do raciocínio humano. McClelland e Rumelhart utilizaram, inicialmente, o mecanismo para: modelar reconhecimento de palavras; em banco de dados por conteúdo-endereçável (McCLELLAND & RUMELHART, 1981); em reconhecimento de voz (ELMAN & McCLELLAND, 1983); para recuperação de informações (gerais e específicas) do conhecimento armazenado sobre exemplos de indivíduos (McCLELLAND & RUMELHART, 1989).

Percebe-se, portanto que essa memória associativa pode ser “trabalhada” como uma memória conteúdo-endereçável desde que seja possível a recuperação do padrão armazenado através da utilização de entradas incompletas ou versões corrompidas da mesma (conclusão e reconhecimento de padrão) (BARBOSA, 2004).

Salienta-se também que a rede IAC não é muito difundida e utilizada, mas é possível encontrar alguns trabalhos que a utilizam, geralmente, para reconhecimento de padrões (BARBOSA, 2004).

De Azevedo (1993) propôs um modelo alternativo para redes IAC em que os pesos das conexões podiam assumir qualquer valor real no intervalo  $[-1, 1]$ .

## **4.2 O Modelo MLP (*Multilayer Perceptron*)**

As redes neurais artificiais têm sido aplicadas com sucesso nos mais diversos problemas (CARVALHO, NASSAR & DE AZEVEDO *et al*, 2003). Embora existam inúmeras arquiteturas de redes neurais, a arquitetura *Perceptron* de Múltiplas Camadas (*Multilayer Perceptron*) é, sem dúvida, a mais frequentemente encontrada na literatura.

Entre as razões para sua popularidade podemos destacar sua flexibilidade para formar soluções de qualidade para uma ampla classe de problemas, a partir de um mesmo algoritmo de aprendizado.

A RNA MLP é um modelo de rede em que os neurônios são configurados em camadas, onde todos os neurônios de uma camada são geralmente conectados com todos os neurônios da camada seguinte (BARBOSA, 2004).

A RNA MLP é uma rede progressista (*feedforward*), ou seja, as saídas dos neurônios em qualquer camada se conectam unicamente às entradas dos neurônios da camada seguinte, sem laços de realimentação. Então o sinal de entrada vai se propagando através da rede, camada a camada, em um sentido progressivo, conforme é mostrado na Figura 5 (BARBOSA, 2004).

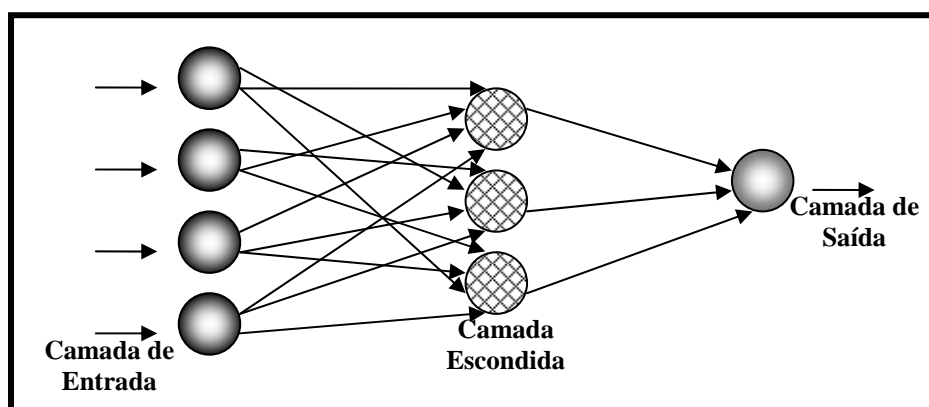


Figura 5 - Modelo de uma rede MLP com três camadas, totalmente conectadas.

O número de neurônios na camada de entrada é definido pela dimensão dos dados que são considerados na camada de entrada da rede. Esses neurônios são passivos e não modificam os dados, sendo assim denominados por alguns autores, como nós de entrada. Cada neurônio da camada de entrada recebe um único valor e o repassa para todos os neurônios da camada intermediária. Já o número de neurônios da camada de saída é definido pela dimensão da resposta desejada. Além disso, é preciso definir o número de camadas escondidas, o número de neurônios nessas camadas e a especificação de todos os pesos sinápticos dos neurônios que se interconectam nas diferentes camadas desta rede. (De AZEVEDO, BRASIL & OLIVEIRA, 2000; BRAGA, LUDERMIR & CARVALHO, 2000).

Segundo Haykin (2001), uma rede com uma camada intermediária pode implementar qualquer função contínua e a utilização de duas camadas intermediárias permita a aproximação de qualquer função.

De acordo com Braga, Ludermir e Carvalho (2000), para a especificação do valor dos pesos sinápticos são necessários a utilização de algoritmos de treinamentos supervisionado, sendo o mais conhecido deles o denominado algoritmo *backpropagation*. Este algoritmo utiliza pares de entrada e saída desejada, para que através de um mecanismo de correção de erro seja possível ajustar os pesos da rede. O treinamento ocorre em duas fases, sendo que cada fase percorre a rede em sentido contrário. Estas duas fases são chamadas de fase *forward* e fase *backward*. A fase *forward* é utilizada para definir a saída da rede para um dado padrão de entrada. A fase *backward* utiliza a saída desejada e a saída fornecida pela rede para atualizar os pesos de suas conexões.

O algoritmo *backpropagation* baseia-se na regra delta proposta por Widrow e Hoff, sendo por isto também chamada de regra delta generalizada e utiliza um método de gradiente descendente para minimização do erro. Nesse algoritmo, os pesos são ajustados iterativamente de acordo com o erro quadrático acumulado (Equação 7), onde  $d$  é o valor da saída desejada,  $o$  é valor da saída fornecida pela RNA ( $\text{erro} = d - o$ ) e  $ncs$  é o número de neurônios da camada de saída (De AZEVEDO, BRASIL & OLIVEIRA, 2000; BRAGA, LUDERMIR & CARVALHO, 2000 apud BARBOSA, 2004).

$$Eq = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{ncs} (d_j - o_j)^2 \quad (7)$$

No método de gradiente descendente para minimização do erro, é calculado um pequeno valor a ser adicionado em cada peso ( $\Delta VP$ ), que é proporcional ao gradiente descendente do erro em relação ao peso, conforme Equação 8 (BRAGA, LUDERMIR & CARVALHO, 2000 apud BARBOSA, 2004).

$$\Delta VP = -\eta \cdot \frac{\partial Eq}{\partial VP} \quad (8)$$

A constante ( $\eta$ ) é chamada de taxa de aprendizagem e controla o quanto os pesos devem ser alterados em cada iteração. Uma taxa de aprendizagem muito pequena faz com que a convergência da RNA (diminuição do erro para próximo de zero) seja lenta, e um valor muito alto torna a convergência instável, podendo exibir uma oscilação em torno do valor final (HAYKIN, 2001 apud BARBOSA, 2004).

Assumindo que a busca do gradiente descendente é realizado para reduzir o erro  $Eq$  através dos ajustes dos pesos, a regra de treinamento delta aplicada a uma rede MLP resulta em que os valores dos pesos dos neurônios da camada de saída (VPcs) são alterados através da Equação 9, onde  $nci$  é o número do neurônio da camada intermediária ( $nci = 1$ ,

2, ... último neurônio),  $X_{cs}$  é o neurônio da última camada,  $X_{ci}$  é o neurônio da camada intermediária e o  $\delta$  é o gradiente local ( $\delta = e \cdot X_{cs}(1-X_{cs})$ ) (HAYKIN, 2001 apud BARBOSA, 2004).

$$VP3[nci] = VP3[nci]_{anterior} + \eta \cdot \delta \cdot X2[nci] \quad (9)$$

As alterações nos valores dos pesos das camadas intermediárias também devem ser calculadas e, para tal, utiliza-se a Equação 10. Observa-se entretanto, que agora o gradiente local deve ser encontrado através da Equação 11. Para estas equações o índice  $n_{ce}$  indica o número da camada de entrada ( $n_{ce} = 1, 2, \dots$  até o último neurônio da camada de entrada) (HAYKIN, 2001 apud BARBOSA, 2004).

$$VP2[nci, n_{ce}] = VP2[nci, n_{ce}]_{anterior} + \eta \cdot \delta \cdot X2[nci] \quad (10)$$

$$\delta[nci] = X2[nci] \cdot (1 - X2[nci]) \cdot \sum_{i=1}^{n_{\text{neuronos de neurônios}}} \delta \cdot VP3[i] \quad (11)$$

O algoritmo *backpropagation* padrão, para problemas mais complexos, pode apresentar uma série de dificuldades como lentidão e convergência para um mínimo local. Entenda-se que mínimos locais são pontos na superfície de erro que apresentam uma solução estável, embora não seja a saída mais adequada (menor erro). Algumas técnicas são utilizadas para acelerar o algoritmo *backpropagation* e para reduzir a incidência de mínimos locais. Uma das mais conhecidas consiste na adição de um termo chamado momento, sendo uma técnica simples e efetiva (HAYKIN, 2001 apud BARBOSA, 2004). A Equação 9 com o termo momento (que varia de 0 a 1) vai resultar na Equação 12, mostrada a seguir:

$$VP3[nci]_{t+1} = VP3[nci]_t + \eta \cdot \delta \cdot X2[nci] + \alpha (VP3[nci]_t - VP3[nci]_{t-1}) \quad (12)$$

Desde a criação do algoritmo *backpropagation*, várias alterações têm sido propostas visando tanto acelerar o treinamento como melhorar seu desempenho na classificação de padrões. Destas variações, as mais utilizadas são *backpropagation* com momento, descrita anteriormente, *Quickprop*, *Levenberg-Marquardt*, momento de segunda ordem, Newton, Rprop e outras (HAYKIN, 2001 apud BARBOSA, 2004).

Espera-se que uma rede MLP com uma topologia com número apropriado de camadas e neurônios por camada, treinada por um algoritmo de aprendizado com parâmetros de treinamento satisfatoriamente ajustados e utilizando um conjunto de treinamento adequado, em termos de representatividade e tamanho possa ser capaz de reconhecer e classificar, não só os vetores utilizados em seu treinamento, mas também de

generalizar e classificar novos padrões apresentados, com um erro mínimo (BARBOSA, 2004).

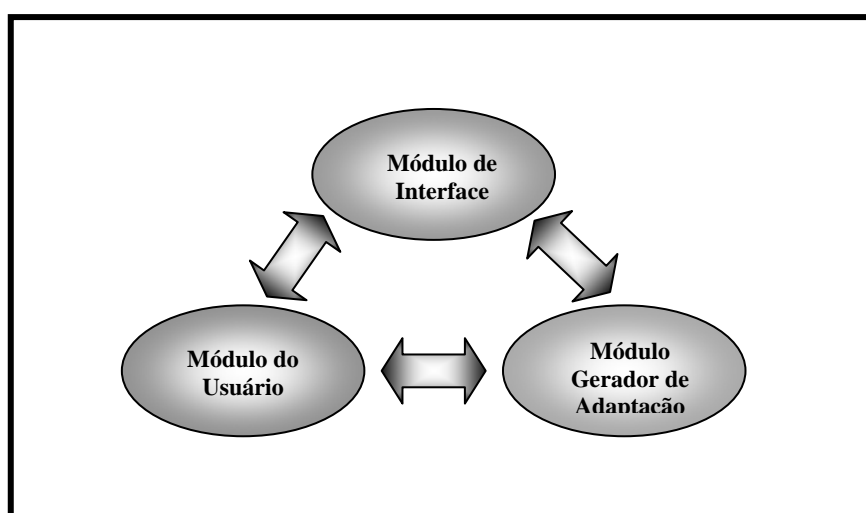
A rede neural do tipo MLP é utilizada neste trabalho para determinar o valor da nota da Inteligência Múltipla do usuário através do questionário de múltipla escolha que é respondido no início da navegação do *site* . Esta rede neural artificial também é utilizada na parte de adaptação do sistema.

Segundo Barbosa (2004), nos últimos anos tem havido um crescente interesse no desenvolvimento de RNAs construtivistas, em que a estrutura da rede é definida dinamicamente durante o treinamento. Esta mudança pode envolver a eliminação de neurônios e/ou conexões de rede, acréscimo de neurônios e/ou conexões à rede ou uma combinação destes dois processos.

## 5. METODOLOGIA DESENVOLVIDA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desta dissertação é a que foi desenvolvida por Barbosa (2004), em sua tese de doutorado, que é estruturada em três módulos: o Módulo do Usuário (MU), o Módulo Gerador de Adaptação (MGA) e o Módulo de Interface (MI). O Módulo do Usuário é responsável pela determinação das características do usuário. O Módulo Gerador de Adaptação é responsável pelo mecanismo de adaptação do sistema e o Módulo de Interface é responsável não só pela apresentação do sistema como também pela interação deste com o usuário.

O Módulo de Interface responsável pela adaptação, interage com o usuário apresentando e recebendo informações sobre o mesmo (teste de múltipla escolha, conteúdos, etc.) e estabelece constante comunicação com os outros módulos (Módulo do Usuário e Módulo Gerador de Adaptação), conforme ilustrado na Figura 6 (BARBOSA, 2004).



**Figura 6 - Comunicação entre os Módulos de Interface, do Usuário e Gerador de Adaptação.**  
Fonte: Barbosa (2004).

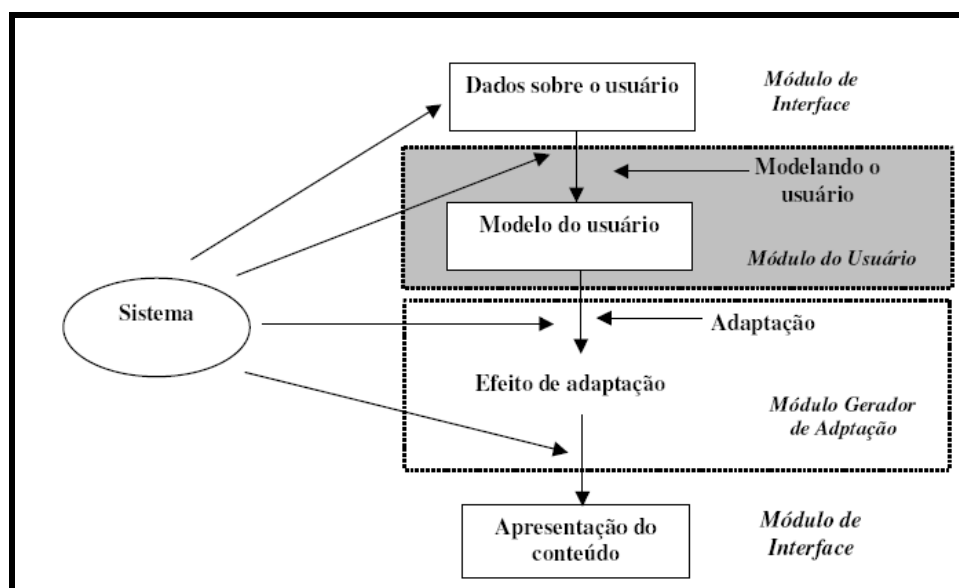
Esta dissertação que implementa um site adaptativo, aplicando a metodologia proposta por Barbosa (2004), disponibilizará o conteúdo sobre Câncer de Mama com imagens de peças (macroscópicas) e imagens histológicas (microscópicas) para auxiliar no processo de ensino/aprendizagem dos alunos da área da saúde.

A seguir são apresentados e descritos os módulos desenvolvidos na metodologia desenvolvida por Barbosa (2004) que apresenta como estes foram utilizados no desenvolvimento desta dissertação, salientando as modificações necessárias que foram realizadas.



## 5.1 Módulo do Usuário

Na metodologia desenvolvida por Barbosa (2004), o Módulo do Usuário (MU) é responsável pela determinação das características do usuário através das inteligências múltiplas, as quais são usadas na adaptação do sistema. Para determinar as características do usuário é necessário que o mesmo responda um teste de múltipla escolha, o qual é apresentado na primeira página do *site*, estas informações são “controladas” pelo Módulo de Interface (MI). Assim, para que a adaptação possa ser realizada com os requisitos desejados, todos os dados dos usuários são obtidos através do MI, o qual está ligado ao MU, onde são determinados os valores de suas inteligências múltiplas. A Figura 7 apresenta o funcionamento de todo o processo, onde os dados sobre o usuário são obtidos no MI e transmitidos para o MU, estes são processados e fornecidos ao MGA, que define a adaptação a ser realizada no conteúdo apresentado através do MI.



**Figura 7 - Representação do processo de comunicação do Módulo do Usuário com os outros módulos.**  
Fonte: Barbosa (2004).

A identificação das IMs está apoiada nos estudos realizados pelo pedagogo Celso Antunes (ANTUNES, 2001c), um dos métodos que ele desenvolveu para detectar as IMs dos usuários foi a realização de um teste de múltipla escolha. Neste trabalho é utilizado este teste que é constituído de oito módulos, um para cada Inteligência Múltipla, totalizando 150 perguntas (ANTUNES, 2001c). Cabe observar que, cada um destes módulos é independente um do outro e que os resultados do teste para cada módulo são notas que variam de 1 a 4 (com incremento de 0,1) (BARBOSA, 2004).

Segundo Gardner (1994), todos nós possuímos os mesmos instrumentos para chegar ao conhecimento, mas não com a mesma intensidade e, devido a isto, aprendemos de formas diferentes. Alguns possuem mais facilidade em aprender através da imagem, outros através da fala, da música, do movimento, do isolamento ou da cooperação. As pessoas apresentam traços integrados de diversas inteligências e, dessa forma, não é possível enquadrar os indivíduos em apenas uma inteligência. Conseqüentemente, do ponto de vista do processo de ensino/aprendizado, seria interessante conhecer as inteligências preponderantes em cada indivíduo de maneira a determinar a forma de apresentação mais adequada do conteúdo (BARBOSA, 2004).

Barbosa (2004), em sua tese, utilizou quatro IMs (Lingüístico-verbal, Lógico-matemática, Visual-espacial e Cinestésico-corporal) visto serem estas, conforme bibliografias estudadas (GARDNER, 2001; ABRAE, 2004; CAMPBELL, DICKINSON, 2000; ANTUNES, 1998, 2001a, 2001b, 2001c, 2002), possíveis de associá-las a diferentes mídias (texto, fluxograma, desenho, e animação, respectivamente).

Neste trabalho, somente três Inteligências Múltiplas foram consideradas (Inteligências: Lingüístico-verbal, Visual-espacial e Cinestésico-corporal), pois por se tratar de um conteúdo (Câncer de Mama) em que o material a ser explorado no *site* possui muitas imagens, desenhos e textos, torna-se mais fácil associá-lo as respectivas mídias (texto, desenho e animação). Para as outras cinco IMs (Lógico-matemática, Interpessoal, Intrapessoal, Musical e Naturalista) não existem definições de forma a associar uma mídia para apresentação de uma informação com o uso do computador para este conteúdo.

É importante salientar, que segundo estudos realizados por Barbosa (2004), a “simplificação” na utilização das IMs, não traz prejuízos, visto que as IMs são independentes entre si e não existem evidências de que os indivíduos possuam um valor de IM que deva ser a totalização de todas as IMs, o que implicaria em perdas, caso algumas não fossem consideradas.

No desenvolvimento da metodologia de Barbosa (2004), para a determinação do “valor” de cada IM, foi escolhido o teste desenvolvido pelo pedagogo Celso Antunes que estabelece uma quantidade fixa de perguntas para cada uma das IMs. Com a “simplificação” da quantidade de IMs (de oito para quatro), há portanto uma diminuição do número de questões do testes de múltipla escolha de 150 para 76 perguntas. Observa-se, entretanto, que ainda assim ficaria uma quantidade excessiva de questões a serem respondidas toda vez que o usuário acessasse o *site*. Devido a este motivo, Barbosa (2004)

reduziu o número de perguntas através do método de podas de nós.

### 5.1.1 Seleção de Perguntas Utilizando uma Rede Neural Artificial

Na tese desenvolvida por Barbosa (2004), depois de observar as propriedades intrínsecas do método de podas de nós, utilizou-se deste método para reduzir a dimensionalidade do questionário criado por Celso Antunes. Este método fez com que dentre as 76 perguntas do teste de múltipla escolha, somente fossem selecionadas as mais significativas de forma a diminuir o número de questões, identificando e obtendo simultaneamente as notas das Inteligências Múltiplas utilizadas. Permitindo ao sistema identificar o perfil do usuário com um mínimo possível de questionamento.

Para realizar o processo de redução de dimensionalidade do questionário Barbosa (2004) utilizou quatro RNAs do tipo *Perceptron* Multicamadas (MLP), uma para cada IM considerada, que quando treinadas utilizando o algoritmo de podas de nós, possibilita, simultaneamente, a seleção e classificação de característica, sendo, portanto, bastante interessante para esta aplicação. Utilizando, portanto, a metodologia da podas de nós, a própria rede fez a seleção das perguntas mais relevantes e forneceu a nota da inteligência múltipla considerada, com valores variando de 1 a 4 com incremento de 0,1, conforme o método proposto por Celso Antunes (2001c).

Nesta dissertação são utilizadas três das quatro IMs utilizadas na metodologia de Barbosa (2004). Em consequência, foram implementadas três das quatro RNAs MLP com podas de nós, desenvolvidas na metodologia original. Estas redes foram implementadas na linguagem Java (Rna A = IM Lingüístico-verbal, Rna B = IM Visual-espacial e Rna C = IM Cinestésico-corporal). Desta forma, depois da implementação das redes com podas de nós, das 58 questões iniciais (listadas no Anexo 1), referentes as três IMs, restaram apenas 21 perguntas (listadas no Anexo 2).

Todas as três redes MLP foram implementadas exatamente iguais às redes da metodologia original de Barbosa (2004), portanto, utilizando-se dos mesmos parâmetros, dos pesos resultantes e demais valores, como seguem:

- Número de camadas: três camadas totalmente conectadas segundo a topologia da Rede Neural Artificial MLP.
- Número de neurônios da camada de entrada: depende da Inteligência Múltipla considerada. Pois, o número de neurônios na entrada corresponde ao número de variáveis de entrada do processo a ser modelado. Então, neste trabalho cada

neurônio da camada de entrada refere-se a uma resposta da pergunta do teste de múltipla escolha, e como existe uma variação do número de perguntas para cada teste, conseqüentemente o número de neurônios também varia. Tem-se então:

- Para a IM Lingüístico-Verbal são seis perguntas = 6 neurônios na camada de entrada;
  - Para a IM Visual-Espacial são oito perguntas = 8 neurônios na camada de entrada;
  - E para a IM Cinestésico-Corporal são sete perguntas = 7 neurônios na camada de entrada.
- O teste é de múltipla escolha, permitindo apenas uma resposta possível para cada pergunta. As respostas são: **S** – Sim com muita ênfase, **s** – sim com pouca ênfase, **n** – não com pouca ênfase e **N** – não com muita ênfase. Como cada resposta corresponde a um neurônio na camada de entrada da rede, estas respostas foram convertidas em valores numéricos como: 1 para a resposta **S**, 0,75 para a resposta **s**, a resposta **n** recebe 0,5 e 0,25 para a resposta **N**.
  - Número de neurônios na camada de saída: cada uma das redes apresenta apenas um neurônio na camada de saída. Os valores de saída são numéricos e variam entre 1 e 4 podendo ser incrementado com 0,1.
  - Número de neurônios na camada intermediária: neste trabalho foi escolhido treinar a rede com 4 neurônios na camada intermediária.
  - Função de ativação: logística (sigmoïdal) na camada escondida e linear (com limite de 1 a 4) na camada de saída, das três redes neurais utilizadas neste trabalho.
  - Neurônios de *bias*: todos iguais a 1.

As redes MLPs deste trabalho utilizam os pesos das redes MLPs que foram treinadas com algoritmo *backpropagation* com momento e com a utilização do algoritmo da poda de nós, para diminuir o número de questões no teste de múltipla escolha, implementada e testada por Barbosa (2004) em sua tese.

A seguir serão mostrados os valores dos pesos resultantes após o treinamento de cada uma das redes MLPs com podas de nós, de acordo com o número de perguntas para cada IM (BARBOSA, 2004).

#### → Lingüístico-Verbal:

O valor dos pesos resultantes é apresentado na Tabela 1, para a IM Lingüístico-

verbal.

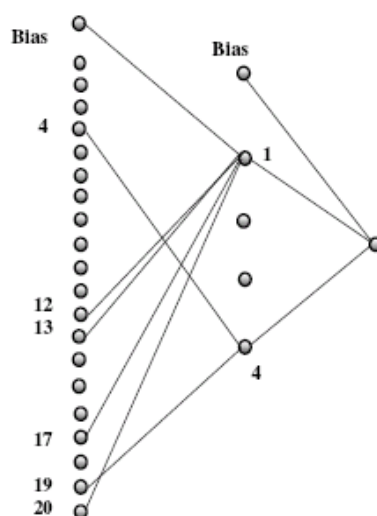
**Tabela 1 – Valor dos pesos resultantes, após o treinamento da rede MLP com podas de nós, para a IM Lingüístico-verbal.**

De um neurônio	Para outro neurônio	Valor dos pesos
Bias	Oculto_01	-2,8733
Bias	Saída_01	2,3343
Entrada_04	Oculto_04	-1,2470
Entrada_12	Oculto_01	1,5281
Entrada_13	Oculto_01	0,8366
Entrada_17	Oculto_01	1,0921
Entrada_19	Oculto_04	-1,7801
Entrada_20	Oculto_01	0,6655
Oculto_01	Saída_01	1,8829
Oculto_04	Saída_01	-2,7710

Nesta tabela a nomenclatura “Entrada” refere-se aos neurônios da camada de entrada, “Oculto” aos neurônios da camada intermediária e “Saída” aos neurônios da camada de saída. Os números, referem-se ao neurônio em questão, como por exemplo, “Oculto\_01” refere-se ao primeiro neurônio da camada oculta.

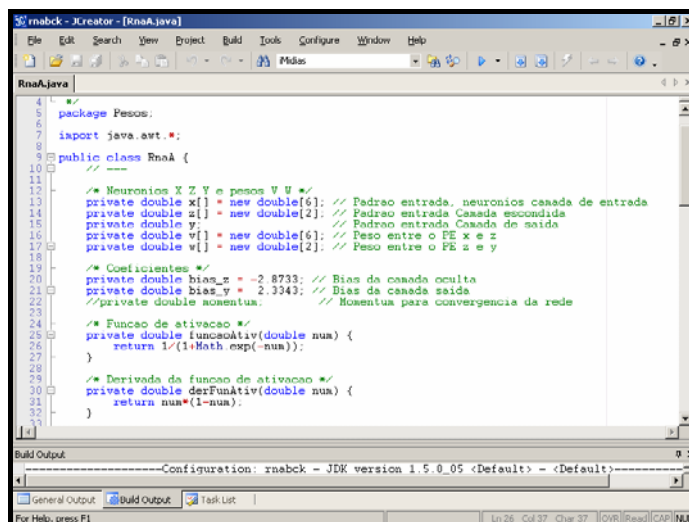
Para esta IM (Lingüístico-verbal), o questionário que antes possuía 20 perguntas, foi reduzido para 6 perguntas, através da redução da dimensionalidade do questionário (poda de nós) feita por Barbosa (2004) em sua tese, as perguntas resultantes são: 4, 12, 13, 17, 19 e 20.

A arquitetura da rede MLP resultante, após a poda de nós, para a IM Lingüístico-verbal é apresentada na Figura 8.



**Figura 8 - Arquitetura resultante da rede MLP, após poda dos nós, para a IM Lingüístico-verbal.**  
Fonte: Barbosa (2004).

Na Figura 9 é mostrada o código da implementação da RNA A em Java desenvolvida nesta dissertação, referente a IM Lingüístico-verbal responsável por gerar a nota desta IM de acordo com as respostas do questionário inicial respondido pelo usuário.



```

4  package Pesos;
5
6
7  import java.awt.*;
8
9  public class RnaA {
10     // ---
11
12     /* Neuronios X Z Y e pesos V U */
13     private double x[] = new double[6]; // Padrao entrada, neuronios camada de entrada
14     private double z[] = new double[2]; // Padrao entrada Camada escondida
15     private double y; // Padrao entrada Camada de saida
16     private double v[] = new double[6]; // Peso entre o PE x e z
17     private double w[] = new double[2]; // Peso entre o PE z e y
18
19     /* Coeficientes */
20     private double bias_x = -2.8733; // Bias da camada oculta
21     private double bias_y = 2.3943; // Bias da camada saida
22     //private double momentua; // Momentua para convergencia da rede
23
24     /* Funcao de ativacao */
25     private double funcaoAtiv(double num) {
26         return 1/(1+Math.exp(-num));
27     }
28
29     /* Derivada da funcao de ativacao */
30     private double derFunAtiv(double num) {
31         return num*(1-num);
32     }
33 }

```

Figura 9 – Implementação da RNA A referente a IM Lingüístico-verbal, na linguagem Java.

### → Visual-espacial:

O valor dos pesos resultantes é apresentado na Tabela 2, para a IM Visual-espacial.

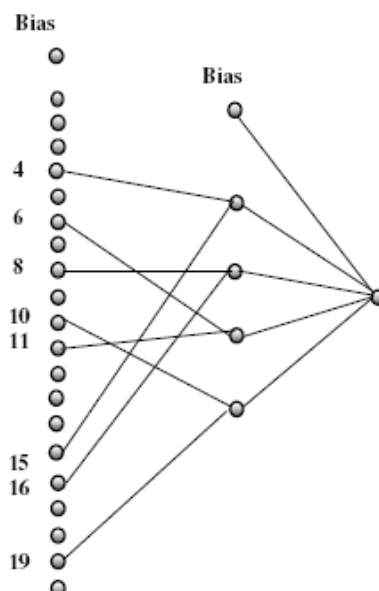
Tabela 2 – Valor dos pesos resultantes, após o treinamento da rede MLP com podas de nós, para a IM Visual-espacial.

De um neurônio	Para outro neurônio	Valor dos pesos
Bias	Saída_01	4,8826
Entrada_04	Oculto_01	-0,8582
Entrada_06	Oculto_03	-0,8533
Entrada_08	Oculto_02	-1,0339
Entrada_10	Oculto_04	-0,8266
Entrada_11	Oculto_03	-1,0378
Entrada_15	Oculto_01	-1,0943
Entrada_16	Oculto_02	-0,6533
Entrada_19	Oculto_04	-0,8074
Oculto_01	Saída_01	-2,4937
Oculto_02	Saída_01	-2,1440
Oculto_03	Saída_01	-2,3975
Oculto_04	Saída_01	-2,6846

Para esta IM (Visual-espacial), o questionário que antes possuía 20 perguntas, foi

reduzido para 8 perguntas, através da redução da dimensionalidade do questionário (poda de nós) feita por Barbosa (2004) em seu trabalho, as perguntas resultantes são: 4, 6, 8, 10, 11, 15, 16 e 19.

A arquitetura da rede MLP resultante, após redução da dimensionalidade (poda de nós), para a IM Visual-espacial é apresentada na Figura 10.



**Figura 10 - Arquitetura resultante da rede MLP, após poda dos nós, para a IM Visual-espacial.**  
Fonte: Barbosa (2004).

Na Figura 11 é mostrada o código da implementação da RNA B em Java, desenvolvido nesta dissertação referente a IM Visual-espacial responsável por gerar a nota desta IM de acordo com as respostas do questionário inicial respondido pelo usuário.

```

RnaB.java
1  /*
2  * @(#)Rna.java 1.0 06/01/05
3  */
4  /*
5  package Pesos;
6
7  import java.awt.*;
8
9  public class RnaB {
10
11     /* Neurônios X Z Y e pesos V W */
12     private double x[] = new double[8]; // Padrao entrada, neuronios camada de entrada
13     private double z[] = new double[4]; // Padrao entrada Camada escondida
14     private double y; // Padrao entrada Camada de saida
15     private double v[] = new double[8]; // Peso entre o PE x e z
16     private double w[] = new double[4]; // Peso entre o PE z e y
17
18
19     /* Coeficientes */
20     //private double bias_z = -2.8733; // Bias da camada oculta
21     private double bias_y = 4.8826; // Bias da camada saida
22     private double momentun; // Momentun para convergencia da rede
23
24     /* Funcao de ativacao */
25     private double funcaoativ(double num) {
26         return 1/(1+Math.exp(-num));
27     }
28
29
30     /* Derivada da funcao de ativacao */

```

**Figura 11 - Implementação da RNA B referente a IM Visual-espacial, na linguagem Java.**

→ **Cinestésico-corporal:**

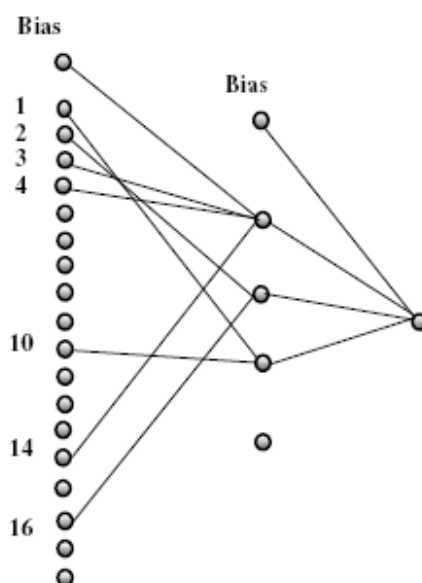
O valor dos pesos resultantes é apresentado na Tabela 3, para a IM Cinestésico-corporal.

**Tabela 3 – Valor dos pesos resultantes, após o treinamento da rede MLP com podas de nós, para a IM Cinestésico-corporal.**

De um neurônio	Para outro neurônio	Valor dos pesos
Bias	Saída_01	4,1781
Entrada_01	Oculto_03	-1,1541
Entrada_02	Oculto_02	-0,6904
Entrada_03	Oculto_01	-0,6292
Entrada_04	Oculto_01	-0,7905
Entrada_10	Oculto_03	-1,0388
Entrada_14	Oculto_01	-0,5511
Entrada_16	Oculto_02	-1,2508
Oculto_01	Saída_01	-3,3207
Oculto_02	Saída_01	-2,1379
Oculto_03	Saída_01	-2,2057

Para esta IM (Cinestésico-corporal) que antes possuía 18 perguntas, foi reduzido para 7 perguntas, através da redução da dimensionalidade do questionário (poda de nós) feita por Barbosa (2004) em sua tese, as perguntas resultantes são: 1, 2, 3, 4, 10, 14 e 16.

A arquitetura da rede MLP resultante, após redução da dimensionalidade (poda de nós), para a IM Cinestésico-corporal é apresentada na Figura 12.



**Figura 12 - Arquitetura resultante da rede MLP, após poda dos nós, para a IM Cinestésico-corporal .**  
Fonte: Barbosa (2004).



Na Figura 13 é mostrada o código da implementação da RNA C em Java, desenvolvida nesta dissertação referente a IM Cinestésico-corporal responsável por gerar a nota desta IM de acordo com as respostas do questionário inicial respondido pelo usuário.

```

1  @(#)Rna.java 1.0 06/01/05
2  *
3  *
4  *
5  package Pesos;
6  import java.awt.*;
7
8  public class RnaC {
9
10     /* Neuronios X Z Y e pesos V U */
11     private double x[] = new double[7]; // Pedrao entrada, neuronios casada de entrada
12     private double z[] = new double[3]; // Pedrao entrada, Casada escondida
13     private double y; // Pedrao entrada, Casada de saida
14     private double v[] = new double[7]; // Peso entre o PE x e z
15     private double u[] = new double[3]; // Peso entre o PE z e y
16
17
18     /* Confinantes */
19     //private double bias_x = -2.0733; // Bias da casada oculta
20     private double bias_y = 4.1781; // Bias da casada saida
21     //private double momentus; // Momentus para convergencia da rede
22
23     /* Funcao de ativacao */
24     private double funcãoAtivacao(double num) {
25         return 1/(1+Math.exp(-num));
26     }
27
28     /* Derivada da funcao de ativacao */
29     private double derivadaAtivacao(double num) {
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

```

Figura 13 - Implementação da RNA C referente a IM Cinestésico-corporal, na linguagem Java.

Através deste procedimento, houve a redução da dimensionalidade das perguntas existentes no questionário de múltipla escolha que identifica os valores das IMs utilizadas no desenvolvimento deste trabalho. Das 58 perguntas iniciais restaram apenas 21, conforme é mostrado na Tabela 4. Nesta tabela é apresentada, a quantidade total de perguntas iniciais, os números e a quantidade de perguntas resultantes, para cada uma das IMs consideradas neste trabalho.

Tabela 4 – Listagem das perguntas resultantes do teste de IM para todas as IMs consideradas.

Inteligência Múltipla	Quantidade total de perguntas	Número das perguntas resultantes	Quantidade total de Perguntas resultantes
Lingüístico-verbal	20	4, 12, 13, 17, 19 e 20	6
Visual-espacial	20	4, 6, 8, 10, 11, 15, 16 e 19	8
Cinestésico-corporal	18	1, 2, 3, 4, 10, 14 e 16	7
<b>Total de perguntas</b>	<b>58</b>		<b>21</b>

### 5.1.2 Resultados Gerados

Após a implementação das três RNAs (RNA A, RNA B e RNA C), foram feitos vários testes para validar o funcionamento destas RNAs. Ou seja, para verificar se as redes implementadas na linguagem Java estavam corretas, os valores fornecidos por elas foram

comparados com os valores fornecidos pelas redes neurais implementadas por Barbosa, (2004). Como os valores obtidos foram iguais assegura-se que as redes implementadas em JAVA, utilizando-se dos parâmetros fornecidos pela metodologia original, estão corretas, como pode ser observado na Tabela 5.

A Tabela 5 apresenta nas oito primeiras colunas os valores fornecidos pelas redes neurais implementadas em Matlab por Barbosa (2004) e as oito colunas seguintes apresentam os valores das redes neurais implementadas em Java. Observa-se que os valores fornecidos pelas redes são iguais, validando, portanto, a rede neural implementada em Java.

**Tabela 5 – Comparação dos resultados das notas das IMs de 20 indivíduos, com dados de Barbosa (2004) e dados encontrados neste trabalho, após responderem o questionário inicial do sistema.**

Metodologia de Barbosa(2004)								Metodologia Desenvolvida							
Notas das IMs				Notas das IMs				Notas das IMs				Notas das IMs			
Ind.	IM1	IM2	IM3	Ind.	IM1	IM2	IM3	Ind.	IM1	IM2	IM3	Ind.	IM1	IM2	IM3
1	1,2	2,6	2,5	11	2,2	4,0	3,3	1	1,2	2,6	2,5	11	2,2	4,0	3,3
2	2,0	2,3	3,2	12	2,6	2,9	3,9	2	2,0	2,3	3,2	12	2,6	2,9	3,9
3	2,3	1,8	2,3	13	1,0	3,3	1,6	3	2,3	1,8	2,3	13	1,0	3,3	1,6
4	1,5	3,7	1,7	14	4,0	3,1	3,2	4	1,5	3,7	1,7	14	4,0	3,1	3,2
5	2,1	2,8	3,5	15	3,8	1,6	1,2	5	2,1	2,8	3,5	15	3,8	1,6	1,2
6	3,2	1,2	2,6	16	3,7	1,7	3,4	6	3,2	1,2	2,6	16	3,7	1,7	3,4
7	1,8	1,0	1,2	17	3,0	3,0	1,3	7	1,8	1,0	1,2	17	3,0	3,0	1,3
8	1,4	2,0	3,0	18	3,1	3,6	2,1	8	1,4	2,0	3,0	18	3,1	3,6	2,1
9	2,9	3,6	2,4	19	2,7	2,2	2,0	9	2,9	3,6	2,4	19	2,7	2,2	2,0
10	2,7	3,1	2,9	20	1,6	2,1	2,2	10	2,7	3,1	2,9	20	1,6	2,1	2,2

### 5.1.3 Classificação das IMs do Usuário

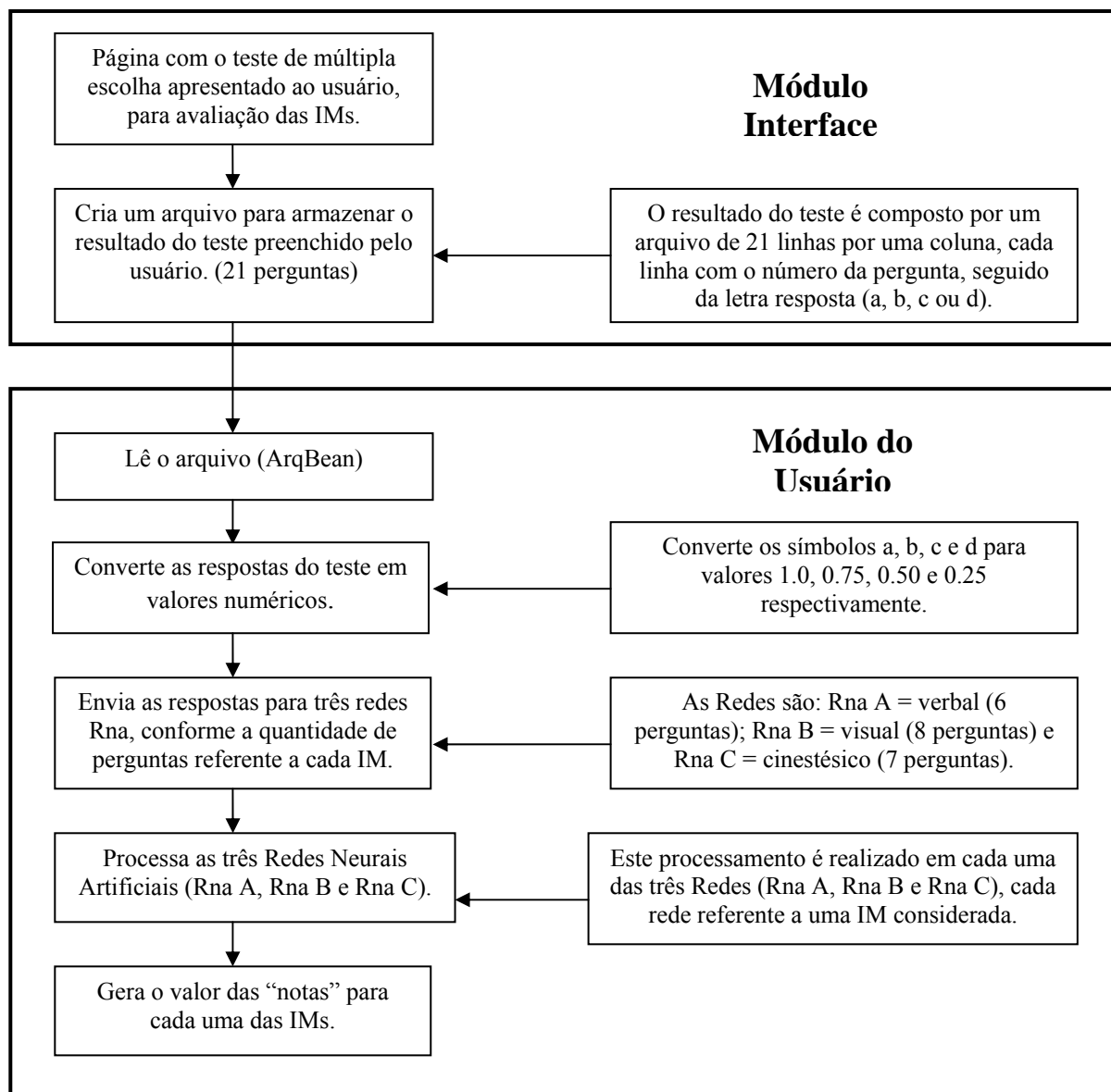
Da mesma forma que a metodologia desenvolvida por Barbosa, foi utilizado nesta dissertação o teste de múltipla escolha de Celso Antunes para determinar as IMs através das características do usuário e através destes dados realizar a adaptação do sistema. Como foi visto anteriormente este questionário por ser muito extenso foi reduzido através do método de podas de nós (BARBOSA, 2004).

Depois de serem definidas as perguntas mais relevantes, para a obtenção das notas da IMs necessárias para a adaptação, elas são apresentadas ao usuário pelo módulo de Interface (que será explicado mais adiante) (BARBOSA, 2004).

Ao ter acesso ao sistema, o usuário preenche o teste de múltipla escolha e o resultado vai sendo distribuído para as três redes neurais artificiais MLPs (RNA A, RNA B e RNA C). Estas redes recebem as respostas de acordo com as características do usuário, e são responsáveis por determinar as notas das IMs. As respostas do usuário são

armazenadas num arquivo que possui 21 linhas em uma coluna, onde cada linha corresponde a resposta de uma das perguntas do questionário (teste de múltipla escolha). Portanto, cada uma das linhas contém o número da pergunta, seguida da letra escolhida: a, b, c, d (“a” significando sim com muita ênfase, “b” sim com pouca ênfase, “c” não com pouca ênfase e “d” não com muita ênfase). É importante lembrar que o arquivo fica assim constituído: as 6 primeiras linhas correspondem as respostas das questões referentes a IM Lingüístico-verbal, as 8 seguintes linhas correspondem as respostas das questões da IM Visual-espacial e as últimas 7 linhas correspondem as respostas das questões da IM Cinestésico-corporal. Então as 6 primeiras respostas serão lidas pela Rna A, as 8 respostas seguintes serão lidas pela Rna B e as 7 últimas respostas serão lidas pela Rna C.

Após o usuário responder o questionário, o módulo do usuário passa a realizar o processamento. Este módulo processará as respostas recebidas, gerado pelo Módulo de Interface e converterá as marcações do teste em valores numéricos, cada resposta das perguntas apresenta um símbolo (a, b, c ou d), estes símbolos são convertidos em números, que são assim determinados: a recebe 1, b recebe 0.75, c recebe 0.5 e d recebe 0.25. Estes 21 números convertidos são os dados de entradas para as redes neurais MLPs (Rna A, Rna B e Rna C), estas redes processarão estes dados, utilizando os valores dos pesos fixos para cada IM e como resultado devem gerar os valores das notas para as três IMs utilizadas neste trabalho, estas notas variam de 1 a 4 com o incremento de 0,1, como é mostrado na Figura 14.



**Figura 14 – Representação da conversão das respostas do teste de múltipla escolha das IMs em notas.**  
 Fonte: Adaptado de Barbosa (2004).

## 5.2 Módulo Gerador de Adaptação

Na metodologia original desenvolvida por Barbosa (2004), o Módulo Gerador de Adaptação é responsável pelo mecanismo de adaptação do sistema, pois é ele que define qual mídia (texto, fluxograma, desenho ou animação) será apresentada representando cada assunto do conteúdo, conforme o perfil do usuário.

Algumas características importantes foram definidas para desenvolver o Módulo Gerador de Adaptação, tais como: utilizar a Teoria das Inteligências Múltiplas para realizar a adaptação do sistema de acordo com o perfil do usuário. O módulo do usuário é o responsável por fornecer o valor correspondente de cada uma das IMs consideradas

(valores que variam de 1 a 4, com incremento de 0,1), para que através destes valores este módulo de adaptação possa definir quais as mídias que serão utilizadas e como elas serão apresentadas (BARBOSA, 2004).

Segundo Barbosa (2004) várias soluções foram analisadas para definir qual seria a melhor forma de apresentar o conteúdo para o usuário, como: a divisão da tela em quatro partes, uma para cada mídia, sendo o assunto apresentado com uma porcentagem da referida mídia, conforme as IMs do usuário; ou a habilitação e não-habilitação percentual de certas mídias que estivessem espalhadas na tela, segundo as IMs de um determinado usuário. Outra forma seria a de dividir os conteúdos em vários assuntos, sendo que cada um destes assuntos seria implementado nas quatro mídias (texto, fluxograma, desenho e animação) representando as IMs determinadas. Na implementação do protótipo em sua tese, Barbosa (2004) optou por dividir e apresentar o conteúdo em 20 diferentes assuntos ou tópicos. Cada assunto foi implementado nas quatro mídias (texto, fluxograma, desenho e animação) que representam cada uma das quatro IMs consideradas. Assim para um usuário com perfil desconhecido o sistema deve apresentar os assuntos em proporções iguais para cada mídia, ou seja, 5 assuntos em cada mídia, determinadas de forma aleatória obtendo o valor total de 20 mídias. Sendo que se um usuário particular apresenta uma IM qualquer mais desenvolvida que as outras, a mídia correspondente a esta IM deveria ter sua proporção aumentada e as outras, por consequência diminuídas. Conseqüentemente, a proporção de cada mídia que vai ser apresentada depende das IMs individuais do usuário. Assim cada assunto é apresentado em uma página com uma mídia especificada pelo Módulo Gerador de Adaptação.

Para especificar de que forma o usuário iria intervir no sistema para adequá-lo a sua vontade, Barbosa (2004), definiu que o usuário poderia modificar a mídia apresentada pela escolha, através de botões, de uma das outras três mídias.

Barbosa (2004) para determinar as ferramentas utilizadas no mecanismo do Módulo Gerador de Adaptação fez uma análise mais detalhada do mecanismo de adaptação do sistema. Como em sua tese são consideradas 4 IMs e como cada inteligência possui uma nota de 1 a 4 com incremento 0,1 e cada indivíduo pode ter uma variação diferente estas IMs, o universo de possibilidades de diferentes indivíduos, considerando todas as possibilidades seria bastante grande. Por esse motivo Barbosa utilizou RNAs para obter uma adaptação individual e personalizada. Assim as RNAs forneceriam conforme as notas de cada IM a forma de apresentação das mídias individualmente.

Barbosa (2004) realizou vários estudos e testes para encontrar uma RNA que pudesse generalizar o conhecimento (estratégia pedagógica) estabelecido pelo especialista, para qualquer novo indivíduo; que pudesse ser excitada tanto pelas notas das IMs como pelas quantidades de mídias (bidirecionalidade), sem um número fixo de neurônios a ser excitado, apresentando boas respostas para novas iterações e que aproveitasse a resposta obtida anteriormente (memória). Observou que a RNA MLP tem como objetivo refletir o comportamento do especialista do domínio, possibilitando a obtenção da generalização desejada, e que a RNA IAC apresenta as características de memória associativa do conhecimento estabelecido nela, possibilitando que qualquer neurônio seja entrada, que não há quantidade fixa de neurônios a ser excitado e que apresenta memórias das interações anteriores. Devido às características destas redes neurais, propôs em sua metodologia um sistema híbrido, em que as duas redes (MLP e IAC) funcionam em conjunto permitindo o aproveitamento das características desejáveis de cada uma. Dessa forma, o sistema se constitui no Módulo Gerador de Adaptação que é responsável pela adaptatividade e pela adaptabilidade do sistema.

Segundo Barbosa (2004), quando se utiliza uma RNA MLP, o intuito é obter o “conhecimento” do especialista e reproduzir este “conhecimento” para qualquer novo indivíduo (generalizar o conhecimento), e neste caso, a rede está obtendo uma “função de aproximação” dos valores fornecidos.

Barbosa (2004), em sua tese treinou a rede MLP com dados de 124 indivíduos hipotéticos, especificando-se a quantidade de mídias que devem ser apresentadas segundo a nota das IMs. Portanto através deste conjunto de indivíduos com relação de entrada/saída (notas/quantidade de mídias) desejada, a rede MLP foi treinada e apresentou resultados satisfatórios (BARBOSA, 2004).

Barbosa (2004) realizou vários testes para especificar a melhor configuração da rede MLP, para este problema específico, cujos parâmetros da rede estão detalhados na tese.

Na metodologia utilizou-se 124 indivíduos hipotéticos, devido ao fato destes mesmos “indivíduos” serem utilizados, posteriormente, na rede IAC, onde, com esta quantidade de neurônios, cada neurônio da rede é ativado pelo menos quatro vezes.

Com essa configuração de rede MLP treinada, na metodologia desenvolvida é possível obter resultados de novos indivíduos, sendo esta usada para fornecer dados para se realizar a adaptatividade do sistema aos usuários (BARBOSA, 2004). Na metodologia de

Barbosa (2004), a tabela com 124 indivíduos hipotéticos, gerada pela rede MLP é acrescida dos valores para o novo indivíduo que está utilizando o sistema, é convertida em números “zeros” e “uns” para criar a matriz de conhecimento da RNA IAC, representando o conhecimento já que na rede IAC não existe treinamento, então o conhecimento é estabelecido através desta matriz de conhecimento (BARBOSA, 2004).

A RNA IAC responsável pela adaptabilidade do sistema modifica a quantidade de assuntos por mídia a ser apresentada, de acordo com as novas escolhas do usuário, adaptando o sistema ao novo perfil do usuário. Este procedimento ocorre sempre que o usuário preferir visualizar o assunto em uma mídia diferente da sugerida pelo sistema, em que a tela é modificada para a nova mídia escolhida. Todo este processamento ocorre na RNA IAC e as mídias dos próximos assuntos poderão ser mudadas de acordo com as preferências do usuário (BARBOSA, 2004).

Quando ocorre o processamento na RNA IAC, apenas dois neurônios são ativados, um neurônio do *pool* da mídia escolhida e outro neurônio do *pool* da mídia rejeitada. Ao neurônio da mídia escolhida é somado um ao neurônio original, e ao neurônio da mídia rejeitada é diminuído um do neurônio original. Por exemplo, se a condição inicial do usuário são as seguintes mídias: 4 pra texto, 6 para lógica, 3 para desenho e 7 para animação e o usuário ao interagir com o sistema rejeita a mídia animação e escolhe a mídia texto, então a RNA IAC processa estas informações e o neurônio 6 (ou seja,  $7 - 1$ ) do *pool* animação e o neurônio 5 ( $4 + 1$ ) do *pool* texto são ativados. Esse procedimento ocorre para realizar a adaptação da metodologia de Barbosa, 2004.

Nesta dissertação a mesma metodologia de Barbosa é utilizada para o desenvolvimento do Módulo Gerador de Adaptação que também é o responsável pelo mecanismo de adaptação do sistema, definindo em qual mídia (texto, desenho ou animação) será apresentado cada assunto do conteúdo, conforme o perfil do usuário. Como já foi descrito anteriormente, somente três das oito IMs, foram utilizadas neste trabalho: Lingüística-verbal, Visual-espacial e Cinestésico-corporal. A forma escolhida para a apresentação do conteúdo sobre Câncer de Mama, também foi a de dividir o mesmo conteúdo em 20 assuntos diferentes, sendo que cada assunto deve ser implementado nas três mídias (texto, desenho e animação) representando as três IMs (Lingüístico-verbal, Visual-espacial e Cinestésico-corporal) consideradas.

Sendo assim, a proporção de cada mídia que será apresentada depende das IMs individuais do usuário. Como o sistema desenvolvido é um *site* sobre Câncer de Mama,

cada assunto, é apresentado em uma página com uma mídia especificada pelo Módulo Gerador de Adaptação. A idéia é que uma IM qualquer mais desenvolvida que as outras, apresentada, por um determinado usuário, tenha sua proporção aumentada, e as outras diminuídas, para que o sistema possa realizar a adaptação de acordo com o perfil do usuário.

A Tabela 6 mostra que, para cada assunto são apresentadas as três mídias onde o usuário poderá visualizar cada assunto em uma única mídia. Foi definido que será utilizada a letra T para representar texto, a letra D para desenho e a letra A para animação.

**Tabela 6 – Representação das possibilidades de apresentação do assunto nas três mídias (texto, desenho e animação).**

Assuntos	Mídias		
	Texto	Desenho	Animação
1	T01	D01	A01
2	T02	D02	A02
3	T03	D03	A03
4	T04	D04	A04
...	...	...	...
...	...	...	...
18	T18	D18	A18
19	T19	D19	A19
20	T20	D20	A20

Assim como na metodologia de Barbosa, para especificar de que forma o usuário pode interagir com o sistema para adequá-lo as suas necessidades, definiu-se que o usuário poderia modificar a mídia apresentada de acordo com sua escolha, através de botões referentes a cada uma das outras duas IMs. Sendo assim, o sistema possibilita que o usuário possa mudar a apresentação da IM definida pelo sistema, incrementando desta forma, as características dos Sistemas Hipermídia Adaptativos.

Neste trabalho foi desenvolvido duas RNAs. Primeiro uma RNA MLP\_Mídias, responsável pela adaptatividade do sistema. Esta RNA MLP\_Mídias define automaticamente a quantidade de cada mídia que será apresentada de acordo com as notas das IMs de cada indivíduo obtidas através do questionário que é respondido inicialmente. E em segundo, foi desenvolvida uma RNA IAC, responsável pela adaptabilidade do sistema, esta RNA IAC modifica a quantidade de mídias a serem apresentadas de acordo com as novas escolhas do usuário modificando e atualizando o perfil do usuário.



O treinamento da RNA MLP\_Médias foi realizado com um conjunto de dados de 124 indivíduos hipotéticos criados por Barbosa (2004). Como nesta dissertação só utiliza-se três IMs foi necessário reduzir os dados da IM Lógico-matemática da metodologia original. Sendo assim, duas colunas da tabela original foram retiradas (informações das notas referente a IM Lógico-Matemática e o número de médias da mesma). Os valores das notas nestas colunas permaneceram o mesmo, entretanto houve modificação na quantidade de médias em relação à tabela original, pois a soma das três médias deve ser igual a 20, assim como o soma das quatro médias era igual a 20 na metodologia original, com quatro médias. Esta modificação é apresentada na Tabela 7.

**Tabela 7 - Apresenta os dados da metodologia original de Barbosa (2004) e os dados utilizados nesta dissertação.**

Ind.	Tabela da Metodologia de Barbosa (2004)								Tabela usada nesta Dissertação					
	Notas das IMs				Quantidade de Médias				Notas das IMs			Quantidade de Médias		
	IM1	IM2	IM3	IM4	T	L	D	A	IM1	IM2	IM3	T	D	A
1	3,3	2	3,9	4	5	2	6	7	3,3	3,9	4	5	7	8
2	4	3,3	3,8	3,6	7	3	6	4	4	3,8	3,6	8	6	6
3	1,7	2,8	3,2	3,4	2	4	6	8	1,7	3,2	3,4	3	7	10
4	3	2,9	3,5	1,5	6	4	8	2	3	3,5	1,5	8	9	3
5	3,4	1,7	3,4	1	8	3	8	1	3,4	3,4	1	9	8	3
6	2,4	3,1	1,5	2,7	4	8	2	6	2,4	1,5	2,7	7	4	9
7	3,6	2,7	1,9	2,2	8	6	2	4	3,6	1,9	2,2	10	3	7
8	3,9	3,5	1,6	1,3	10	7	2	1	3,9	1,6	1,3	12	5	3
9	3,5	2,2	1,4	1,1	12	5	2	1	3,5	1,4	1,1	13	5	2
10	1,1	1,4	2,2	3,8	1	2	4	13	1,1	2,2	3,8	2	5	13
11	3,8	2,6	2,5	2	8	5	4	3	3,8	2,5	2	10	6	4
12	3,1	1,1	3	2,8	8	1	6	5	3,1	3	2,8	9	6	5
13	2,5	1,3	1,7	3,7	5	2	3	10	2,5	1,7	3,7	7	3	10
14	2,8	3,9	2,4	2,3	5	8	4	3	2,8	2,4	2,3	9	7	4
15	1,9	2,4	2,1	2,1	3	7	5	5	1,9	2,1	2,1	4	8	8

Foram utilizados 124 indivíduos na realização dos testes na metodologia original, pois desta forma é possível representar todas as combinações possíveis das notas e suas quantidades de médias respectivamente. O uso desta quantidade de indivíduos (124) melhora o desempenho da rede, a proposta foi gerar para cada IM quatro números aleatórios para cada incremento de 0,1 no intervalo de 1 a 4. Assim, esta quantidade de indivíduos (124) possibilita que cada neurônio na RNA IAC seja excitado pelo menos quatro vezes em cada grupo de IM, refletindo o conhecimento do especialista de maneira satisfatória, determinado na matriz de conhecimento (BARBOSA, 2004).

Os parâmetros utilizados para desenvolver a RNA MLP\_Médias são descritos a

seguir:

- Número de camadas: três camadas totalmente conectadas (entrada, intermediária e saída).
- Número de neurônios da camada de entrada: Três neurônios representando cada nota de uma IM.
- Número de neurônios da camada intermediária: Seis neurônios.
- Função de ativação: logística sigmoidal na camada intermediária e na camada de saída.
- Neurônios de Bias: todos iguais a 1.
- Algoritmo de treinamento: retropropagação com momento.
- Ordem de apresentação dos exemplos: aleatório.
- Modo de treinamento: sequencial por época.
- Taxa de aprendizagem ( $\eta$ ): Nesta rede foi utilizado o  $\eta$  na camada oculta com valor igual a 0,05 e na camada de saída com valor de 0,025.
- Constante de momento: 0,7.
- Inicialização dos pesos: aleatórios entre -0,1 e 0,1.
- Parada do treinamento: 3000 épocas.

A arquitetura da RNA MLP\_Mídias implementada neste trabalho é apresentada na Figura 15, onde apresenta três neurônios na camada de entrada que correspondem as três notas das IMs, seis neurônios na camada intermediária e três neurônios na camada de saída que representam a quantidade de mídias (texto, desenho e animação) a serem apresentadas.

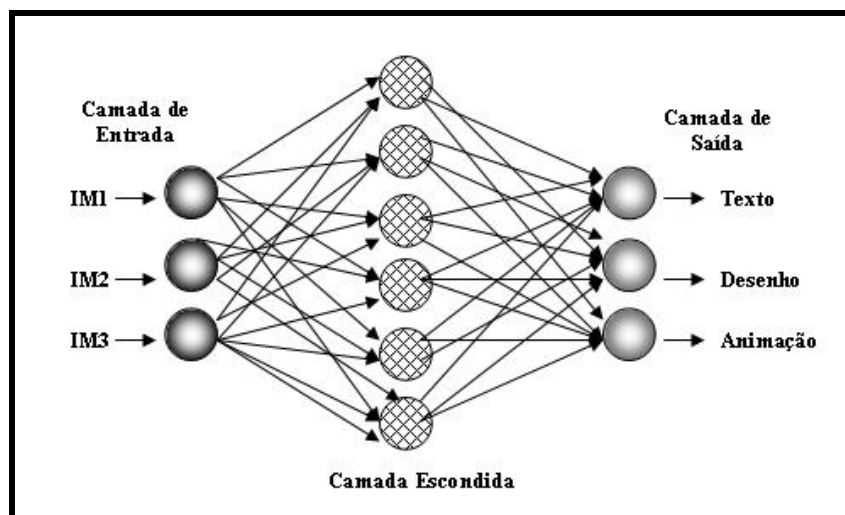


Figura 15 - Representação da arquitetura da RNA MLP\_Mídias implementada neste sistema.

Para a RNA MLP\_Mídias refletir o conhecimento esta foi treinada através dos 124 indivíduos hipotéticos utilizados por Barbosa (2004) em sua metodologia. Os resultados obtidos após o processamento da RNA MLP\_Mídias podem ser observados na Tabela 8 que mostra de acordo com as notas dos indivíduos as quantidades de mídias gerada pela RNA MLP\_Mídias e os erros gerados pela rede. São apresentados somente os testes realizados com 15 indivíduos, a tabela com os 124 indivíduos pode ser visualizada no Anexo 6.

Tabela 8 - Resposta da RNA MLP\_Mídias após o treinamento dos 124 indivíduos hipotéticos e o erro gerado pela rede.

Ind.	Notas das IMs			Resposta da RNA MLP_Mídias			Erros da RNA MLP_Mídia			Erro Médio
	IM1	IM2	IM3	T	D	A	Erro T	Erro D	Erro A	Média
1	3,3	3,9	4	5	7	8	0	0	0	0
2	4	3,8	3,6	8	6	6	0	0	0	0
3	1,7	3,2	3,4	3	7	10	0	0	0	0
4	3	3,5	1,5	8	9	3	-1	0	0	0,33
5	3,4	3,4	1	9	8	3	0	0	0	0
6	2,4	1,5	2,7	7	4	9	0	0	0	0
7	3,6	1,9	2,2	10	3	7	0	0	0	0
8	3,9	1,6	1,3	12	5	3	0	0	0	0
9	3,5	1,4	1,1	13	5	2	0	0	0	0
10	1,1	2,2	3,8	2	5	13	0	0	0	0
11	3,8	2,5	2	10	6	4	0	-1	0	0,33
12	3,1	3	2,8	9	6	5	0	0	0	0
13	2,5	1,7	3,7	7	3	10	0	0	0	0
14	2,8	2,4	2,3	9	7	4	0	0	0	0
15	1,9	2,1	2,1	4	8	8	0	0	0	0

Quando um novo indivíduo acessa o sistema, as notas (IMs) obtidas no módulo do usuário deste novo indivíduo são processadas pela RNA MLP\_Mídias que apresenta a

quantidade de média para cada assunto, assim como se o especialista estivesse desenvolvendo esta etapa.

Como pode ser observado na Tabela 9, a RNA MLP\_Médias fornece resultados satisfatórios para indivíduos que não foram utilizados no treinamento, pois foi utilizado uma função linear que ao simular a implementação do conhecimento aplicando uma função matemática nas relações notas IM/quantidades de médias, não ocorrem “erros” nas relações, assim a função de aproximação representa razoavelmente bem a função implementada, e a resposta da rede é idêntica aos resultados utilizados no treinamento. Da mesma forma que é satisfatória a resposta para novos indivíduos.

**Tabela 9 - Resposta da RNA MLP\_Médias com uma função linear para novos indivíduos não presentes no treinamento.**

Ind.	Notas das IMs			Resposta da RNA MLP_Médias			Erros da RNA MLP_Médias			Erro Médio
	IM1	IM2	IM3	T	D	A	Erro T	Erro D	Erro A	Média
1	3,0	3,9	4	4	7	9	0	0	0	0
2	2,4	3,8	3,6	5	9	6	0	0	0	0
3	1,7	2,2	3,4	5	6	9	0	0	0	0
4	3,2	1,5	2,5	9	4	7	-1	0	0	0,33
5	1,2	3,4	2,0	3	11	6	0	0	0	0
6	3,4	1,5	2,3	9	4	7	0	0	0	0
7	2,6	1,9	2,2	9	5	6	0	0	0	0
8	4	1,6	1,3	11	5	4	0	0	0	0
9	3,8	1,4	1,1	12	5	3	0	0	0	0
10	1,1	2,2	3,8	3	4	13	0	0	0	0
11	3,3	2,5	1,2	10	6	4	0	-1	0	0,33
12	3,0	2,0	2,8	9	4	7	0	0	0	0
13	2,5	1,7	3,7	6	3	11	0	0	0	0
14	2,5	2,4	2,3	9	6	5	0	0	0	0
15	1,8	2,1	2,3	5	7	8	0	0	0	0

Após os testes com os 124 indivíduos notou-se que a configuração da RNA MLP\_Médias treinada, apresentou resultados satisfatórios para novos indivíduos. Esta rede é utilizada neste trabalho para fornecer dados e realizar a adaptabilidade do sistema aos seus usuários.

Essa tabela com 124 indivíduos hipotéticos, gerada pela RNA MLP\_Médias é acrescida dos valores para o novo indivíduo (125) que está utilizando o sistema. Após acrescentar o novo indivíduo os dados desta tabela são convertidos em números “zeros” e “uns” para criar a matriz de conhecimento da RNA IAC que representa o conhecimento, ou seja, a RNA IAC não possui algoritmo de treinamento.

Por ser responsável pela adaptabilidade do sistema a RNA IAC modifica a

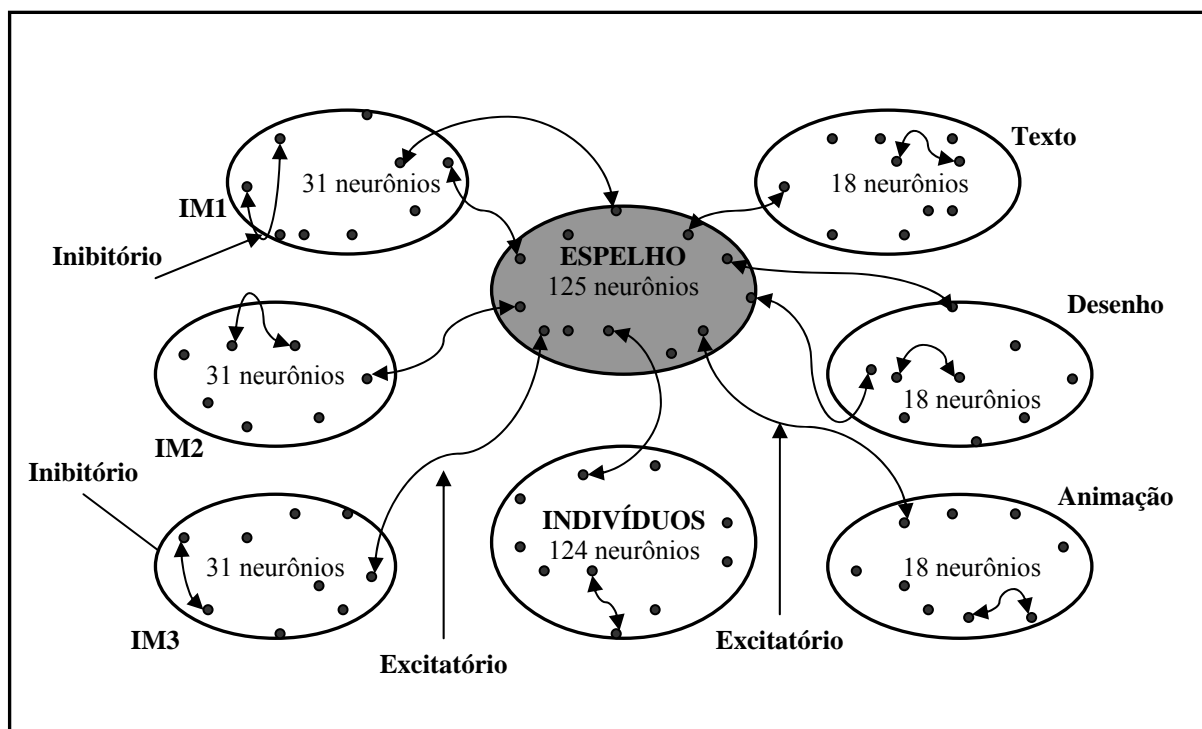
quantidade de assuntos por mídia a ser apresentada, de acordo com as novas escolhas do usuário, adaptando o sistema ao novo perfil do aluno. Este procedimento ocorre sempre que o usuário preferir visualizar o assunto em uma mídia diferente da sugerida pelo sistema, em que a tela é modificada para a nova mídia escolhida. Todo este processamento ocorre na RNA IAC e as mídias dos próximos assuntos poderão ser mudadas de acordo com as preferências do usuário.

Assim como na metodologia de Barbosa (2004), neste trabalho quando ocorre o processamento na RNA IAC, apenas dois neurônios são ativados, um neurônio do *pool* da mídia escolhida e outro neurônio do *pool* da mídia rejeitada. Ao neurônio da mídia escolhida é somado um ao neurônio original, e ao neurônio da mídia rejeitada é diminuído um do neurônio original.

É importante salientar que este procedimento não ocorre com os assuntos visitados anteriormente, porque não foram requisitados modificações, assim é mantido estas mídias de apresentação nas próximas consultas.

Para implementar uma rede IAC é necessário definir: o número de *pools*, o número de neurônios por *pool* e as relações entre os neurônios de diferentes *pools*. Após serem definidos estas relações entre os *pools*, a arquitetura da RNA IAC implementada neste trabalho apresenta um total de 8 *pools* como podemos visualizar na Figura 16:

- Três *pools* correspondendo as 3 IMs utilizadas (Inteligências Lingüístico-verbal, Visual-espacial e Cinestésico-corporal), cada um destes *pools* possui 31 neurônios, que representam uma nota variando de 1 a 4 com incremento de 0.1.
- Três *pools* representando as três mídias consideradas (texto, desenho e animação), cada *pool* possuindo 18 neurônios, que se referem à quantidade de mídia a ser apresentada.
- Um *pool* representando os indivíduos (124 indivíduos hipotéticos utilizados na Rna MLP e mais um indivíduo que é o novo usuário do *site*).
- Um *pool* representando o *pool* escondido, que é o espelho do *pool* de indivíduos, também com 125 neurônios.



**Figura 16 – Representação da topologia da Rede Neural Artificial IAC, utilizada na adaptabilidade do sistema.**

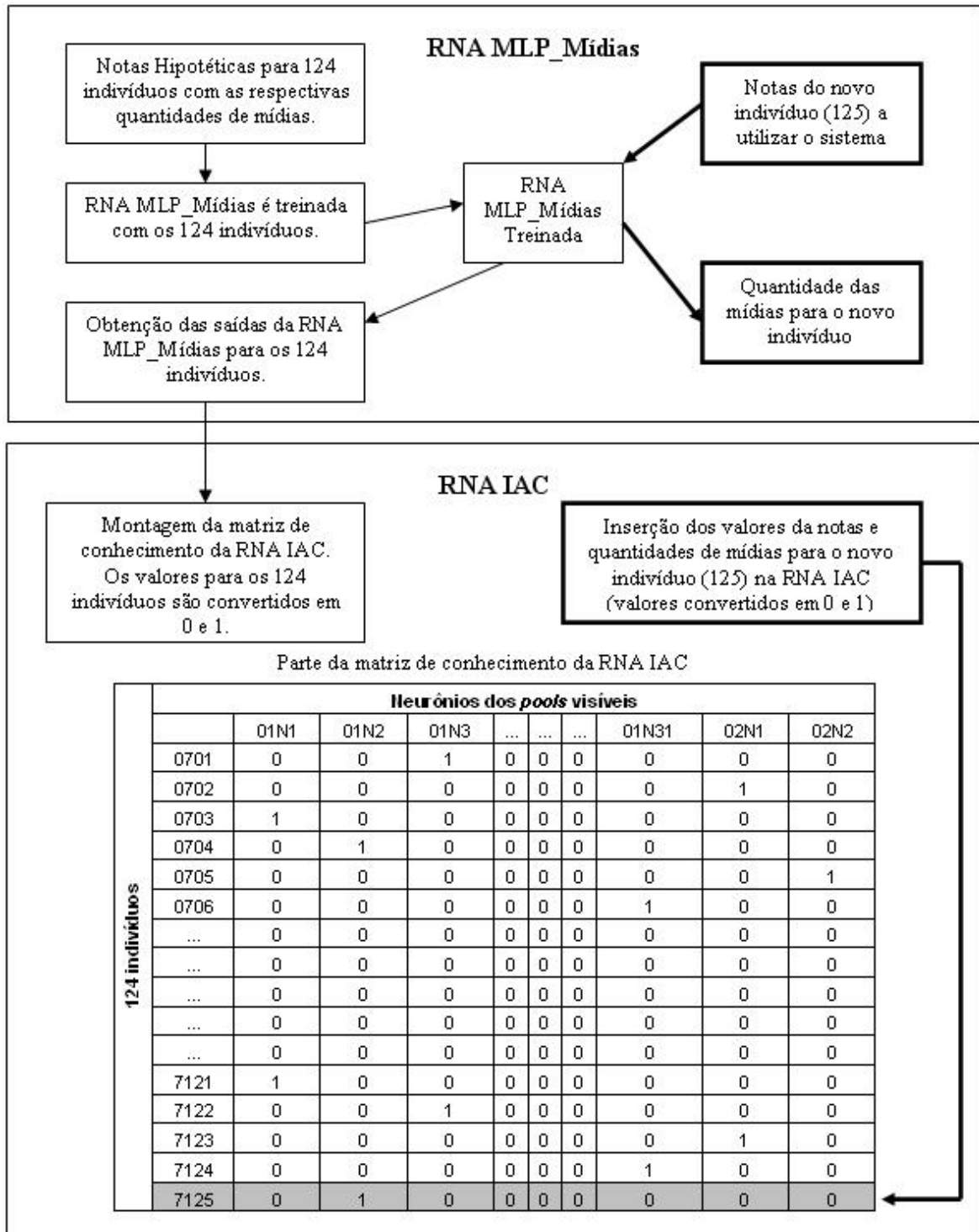
Fonte: Adaptado de Barbosa (2004).

Após serem implementadas as duas RNA MLP\_Mídias e IAC com seus parâmetros especificados foram realizados testes para verificar a validade das mesmas. Na realização dos testes foram utilizadas as redes MLP\_Mídias e IAC desenvolvidas em Java.

Os testes foram gerados para comprovar o funcionamento desta metodologia proposta por Barbosa (2004).

As notas das IMs de novos indivíduos foram geradas e após o processamento da RNA MLP\_Mídias obteve-se as quantidades das mídias a serem apresentadas. Este resultado gerado pela MLP\_Mídias foi inserido na matriz da RNA IAC, como foi feito na metodologia desenvolvida por Barbosa, (2004).

Todo o processamento das duas RNA (MLP\_Mídias e IAC) descrito anteriormente é apresentado na Figura 17.



**Figura 17 - Representação do funcionamento da RNA MLP\_Mídias e a RNA IAC para a realização da adaptação do sistema.**

Fonte: Adaptado de Barbosa (2004).

A RNA MLP\_Mídias depois de ser treinada e ter gerado as quantidades de mídias a serem apresentadas aos indivíduos, envia estes resultados para RNA IAC onde é inserido na matriz os dados do indivíduo 125. E para cada indivíduo novo são realizadas simulações

de ações, como se ele estivesse acessando o sistema, ou seja, escolhendo a forma de apresentação das mídias que mais lhe agrada.

O mesmo método de teste desenvolvido na metodologia original será realizado nesta dissertação para comprovar os resultados da rede IAC. Na Tabela 10, são descritos as ações simuladas para verificar se a rede IAC fornece o resultado desejado conforme a escolha feita pelo indivíduo.

**Tabela 10 – Simulação de ações de novos usuários no sistema e o resultado esperado pelas Redes.**

	Testes								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Alunos</b>	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
<b>Ações com a mídia TEXTO</b>	↓T		↑T	↓T	↓T		↑T	↓T	
<b>Ações com a mídia DESENHO</b>	↑D	↑D	↓D		↑D	↓D			↓D
<b>Ações com a mídia ANIMAÇÃO</b>		↓A		↑A		↑A	↓A	↑A	↑A
<b>Comportamento esperado das respostas da Rede</b>	↑D ↓T	↑D ↓A	↑T ↓D	↑A ↓T	↑D ↓T	↑A ↓D	↑T ↓A	↑A ↓T	↑A ↓D

↑ - Simboliza o aumento da mídia

↓ - Simboliza a diminuição da mídia

T - Assunto na mídia Texto

D - Assunto na mídia Desenho

A - Assunto na mídia Animação

A seguir são apresentados os testes realizados com o Aluno 1, os demais testes com outros Alunos (2, 3, 4 e 5) podem ser visualizados no Anexo 5.

Ao responderem o questionário inicial as notas das IMs foram obtidas e repassadas para as RNA MLP\_Mídias e IAC. O processamento das escolhas das mídias foram simulados de acordo com os dados mostrados na Tabela 10. Após o processamento destas simulações os resultados obtidos foram satisfatórios e são apresentados nas tabelas a seguir.

Nas tabelas os dados são apresentados da seguinte forma: a primeira coluna apresenta os tipos de mídias (Texto, Desenho e Animação), a segunda coluna mostra as notas do Aluno geradas pelas Redes MLPs (RNA A, RNA B e RNA C) após as respostas do questionário, a terceira coluna apresenta as quantidades de mídias geradas pela MLP\_Mídias a serem apresentadas (T- em texto, D – em desenho e A – em animação), a quarta coluna mostra os valores das notas iniciais da rede IAC, ou seja, os valores dos neurônios ativados. Na quinta coluna a Rede IAC após ser processada fornece como



resposta a quantidade das mídias a serem apresentadas. As colunas seguintes apresentam a mudança de mídia realizada pelo Aluno, apresentando então os novos valores de ativação dos neurônios, de acordo, com as quantidades de mídias escolhidas ou recusadas, fazendo com que sempre dois neurônios estejam ativados. Assim, é apresentado em seguida, a resposta das notas e as novas quantidades geradas pela Rede IAC.

Na Tabela 11 são apresentados os testes A, B e C do Aluno 1. Na tabela 12 são apresentados os teste D, E e F do Aluno 1 e na Tabela 13 são apresentados os testes G, H e I. As letras representam as primeiras ações simuladas nos testes, conforme descritos na Tabela 10.

**Tabela 11 – Testes A, B e C apresentando mudanças nas escolhas de mídias do Aluno 1.**

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Mídia MLP Mídias	Notas iniciais IAC	Mídia RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno1 Teste A	T	3,3	8	3,3	8	7	3,3	7	7	6	3,0	6	6	5	3,0	5	5	4	3,0	4	4
	D	2,0	7	2,0	7	8	2,0	8	8	9	2,5	9	9	10	2,5	10	10	11	2,5	11	11
	A	1,9	5	1,9	5		1,9	5	5		1,9	5	5		1,9	5	5		1,9	5	5
Aluno1 Teste B	T	3,3	8	3,3	8		3,3	7	7	7	3,3	7	7		3,3	7	7		3,3	7	7
	D	2,0	7	2,0	7	8	2,0	8	8	9	2,5	9	9	10	2,5	10	10	11	2,5	11	11
	A	1,9	5	1,9	5	4	1,9	4	4	3	1,6	3	3	2	1,6	2	2	1	1,6	1	1
Aluno1 Teste C	T	3,3	8	3,3	8	9	3,3	9	9	10	3,5	10	10	11	3,5	11	11	12	3,5	12	12
	D	2,0	7	2,0	7	6	2,0	6	6	5	2,0	5	5	4	1,7	4	4	3	1,7	3	3
	A	1,9	5	3,9	5		1,9	5	5		1,9	5	5		1,9	5	5	4	1,9	5	5

No teste A do Aluno 1, após as notas das IMs serem geradas pelas redes MLPs (RNA A, RNA B e RNA C), elas são enviadas para a RNA MLP\_Mídias que fornece a quantidade por mídia que será apresentada para o usuário. As quantidades de mídias iniciais apresentada para o Aluno 1 neste teste são: oito assuntos em Texto, sete assuntos em Desenho e cinco assuntos em Animação. Neste teste é simulada a escolha da mídia Desenho e a recusa da mídia Texto. É possível observar que ao longo das interações do usuário com o sistema a mídia escolhida é aumentada e a mídia recusada é diminuída respectivamente, sendo este resultado o esperado. No teste B as quantidades de mídias geradas são as mesmas do teste anterior. É simulada a escolha da mídia Desenho e a recusa da mídia Animação, observa-se que ao longo das interações do usuário com o sistema a mídia Desenho é aumentada e a mídia Animação é diminuída. Para o Teste C foi simulada a escolha da mídia Texto e a recusa da mídia Desenho. Assim ao longo das interações do

usuário com o sistema a média Texto é aumentada e a média Desenho é diminuída respectivamente.

**Tabela 12 – Testes D, E e F apresentando mudanças de médias do Aluno 1.**

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Médias RNA IAC	Médias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Médias RNA IAC	Médias RNA MLP
Aluno1 Teste D	T	3,6	8	3,6	8	7	3,6	7	7	6	3,1	6	6
	D	2,3	5	2,3	5		2,3	5	5		2,3	5	5
	A	3	7	3	7	8	3	8	8	9	3,2	9	9
Aluno1 Teste E	T	3,6	8	3,6	8	7	3,6	7	7	6	3,6	6	6
	D	2,3	5	2,3	5	6	2,3	6	6	7	2,3	7	7
	A	3	7	3	7		3	7	7		3	7	7
Aluno1 Teste F	T	3,6	8	3,6	8		3,6	8	8		3,6	8	8
	D	2,3	5	2,3	5	4	2,3	4	4	3	2,3	3	3
	A	3	7	3	7	8	3	8	8	9	3	9	9

No teste D as quantidades de médias iniciais apresentada para o Aluno 1 são: oito assuntos em Texto, cinco assuntos em Desenho e sete assuntos em Animação. Neste teste é simulada a escolha da mídia Animação e a recusa da mídia Texto. Observa-se que a medida que ocorre a interação do usuário com o sistema a média Animação é aumentada e a média Texto é diminuída respectivamente. Já para o Teste E as mesmas quantidades de médias iniciais são apresentadas (oito assuntos em Texto, cinco assuntos em Desenho e sete assuntos em Animação), em que é simulada a escolha da mídia Desenho e a recusa da mídia Texto. Assim ocorre a diminuição da mídia Texto e o aumento da mídia Desenho, esse resultado mostra que o sistema tem se adaptado de acordo com as preferências do aluno. Para o teste F o Aluno 1 escolheu ver os conteúdos na mídia Animação, recusando a mídia Desenho apresentada pelo sistema.

Tabela 13 - Testes G, H e I apresentando mudanças de médias do Aluno 1.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno1 Teste G	T	3,8	8	3,8	8	9	3,8	9	9	10	3,8	10	10	11	3,8	11	11
	D	3,8	8	3,8	8		3,8	8	8		3,8	8	8		3,8	8	8
	A	2,5	4	2,5	4	3	2,5	3	3	2	2,5	2	2	1	2,5	1	1
Aluno1 Teste H	T	3,8	8	3,8	8	7	3,8	7	7	6	3,6	6	6	5	3,6	5	5
	D	3,8	8	3,8	8		3,8	8	8		3,8	8	8		3,8	8	8
	A	2,5	4	2,5	4	5	2,5	5	5	6	2,5	6	6	7	2,5	7	7
Aluno1 Teste I	T	3,8	8	3,8	8		3,8	8	8		3,8	8	8		3,8	8	8
	D	3,8	8	3,8	8	7	3,8	7	7	6	3,8	6	6	5	3,8	5	5
	A	2,5	4	2,5	4	5	2,5	5	5	6	2,5	6	6	7	2,5	7	7

Para o Teste G as quantidades de médias iniciais são: oito assuntos em Texto, oito assuntos em Desenho e quatro assuntos em Animação. Aqui é simulada a escolha da mídia Texto e a recusa da mídia Animação. Assim, a cada nova interação do usuário com o sistema a mídia Texto aumenta e a mídia Animação sempre diminui. No teste H as quantidades de médias iniciais são as mesmas do teste anterior, porém a simulação é feita aumentando a mídia Animação e diminuindo a mídia Texto a cada interação do usuário com o sistema. E no teste I é simulada a escolha da mídia Animação e a recusa da mídia Desenho podendo ser observado que ao longo das interações do usuário com o sistema a mídia escolhida é aumentada e a mídia recusada é diminuída respectivamente.

Os resultados apresentados nos Testes A, B, C, D, E, F, G, H e I refletem a atuação do Aluno com o sistema e a adaptação do sistema ao seu perfil de acordo com as novas escolhas realizada pela RNA IAC em seu processamento.

Estes resultados obtidos foram satisfatórios, confirmando que a utilização desta metodologia pode ser aplicada em qualquer área como uma ferramenta de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem.

### 5.2.1 Correção do Erro da Rede Neural Artificial IAC

Ao realizar a execução da RNA IAC, Barbosa (2004) verificou que assim como a maioria das redes, ela não apresentou um índice de acerto de 100% . Devido a isso em sua tese desenvolveu um Sistema Especialista para garantir que a soma das quatro médias (texto, fluxograma, desenho e animação) utilizados em seu trabalho fossem sempre igual a 20. No caso dos resultados apresentados serem maiores ou menores que 20, o SE corrige o

valor total da soma da quantidade de mídias com alteração da quantidade de alguma (as) das mídias, conforme as regras do SE desenvolvido.

Este procedimento de correção dos erros só se faz necessário para sistemas que utilizam quatro ou mais tipos de mídias. Sendo assim, neste trabalho só foi necessário criar duas regras para garantir que a soma das mídias seja sempre 20.

Entretanto, para solucionar estes casos, onde a resposta apresentada não é exata, duas regras foram estabelecidas durante a programação, pois no caso da soma das quantidades das mídias (texto, desenho e animação) serem diferentes de 20 (quantidade dos conteúdos apresentados no menu principal), será necessário executar uma destas duas regras para que se obtenha o valor total das mídias sempre igual a 20.

**Regra Nº 1:** No caso do resultado da soma das três mídias serem iguais a 19, soma-se 1 na mídia que não foi alterada anteriormente.

**Regra Nº 2:** No caso do resultado da soma das três mídias serem iguais a 21, diminui-se 1 na mídia que não foi alterada anteriormente.

As notas utilizadas neste teste são notas de indivíduos hipotéticos (124 indivíduos) como mencionados anteriormente. As notas destes indivíduos são inseridas nas RNA MLP\_Mídias e IAC e são processadas. A soma das três mídias (texto, desenho e animação) cujos valores forem diferentes de 20, é corrigido pelas regras do sistema.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e na Tabela 14 são apresentados os resultados de apenas 15 indivíduos.

**Tabela 14 – Teste para correção dos erros do sistema de 15 indivíduos.**

Ind.	Notas das IMs			Resultado da Rede			Total	Resultado da Normalização			Total
	IM1	IM2	IM3	T	D	A		T	D	A	
1	3.3	2.0	3.9	7	4	8	19	7	4	9	20
2	3.3	2.0	1.9	8	7	6	21	8	6	6	20
3	2.4	2.3	2.4	7	6	7	20	7	6	7	20
4	3.4	1.6	1.4	11	5	4	20	11	5	4	20
5	3.6	2.4	1.2	10	7	3	20	10	7	3	20
6	2.3	2.8	1.9	7	9	6	20	7	9	6	20
7	2.8	2.9	2.1	7	7	5	19	8	7	5	20
8	2.4	2.5	1.7	7	7	6	20	7	7	6	20
9	3.6	1.0	2.4	10	3	7	20	10	3	7	20
10	2.6	3.4	1.2	7	9	3	19	7	10	3	20
11	1.7	2.4	3.2	5	7	9	21	5	7	8	20
12	2.5	3.2	1.7	7	8	5	20	7	8	5	20
13	3.1	2.7	2.7	7	6	6	19	7	6	7	20
14	2.4	3.3	3.1	5	7	7	19	5	8	7	20
15	3.4	2.7	2.7	8	6	6	20	8	6	6	20

### 5.3 Módulo de Interface

De acordo com a metodologia proposta por Barbosa (2004), o Módulo de Interface é responsável pela interação do usuário com o sistema, através do menu e da interface gráfica, utilizando elementos de *hardware* e *software*.

Na metodologia o módulo de Interface apresenta um teste de múltipla escolha, que é responsável pela identificação de quatro IMs do usuário (IMs: Lingüístico-verbal, Lógico-matemática, Visual-espacial e Cinestésico-corporal). Após o usuário terminar de responder o teste, suas respostas são transferidas para o módulo do usuário, que as converte em notas, armazena o resultado e as envia para o módulo gerador de adaptação. Então o MGA, como explicado anteriormente, realiza seu processamento e fornece as informações para o módulo de interface de como deve ser apresentado o conteúdo para o usuário e qual o tipo de mídia será apresentado para cada assunto do conteúdo. Após estas informações serem processadas o sistema é “montado” para o usuário.

Depois de responder o questionário inicial, a página principal do sistema é apresentada ao usuário. Esta página é composta pelo título do sistema e pelo menu principal, onde existem 20 *links* (referentes aos 20 assuntos) os quais o usuário escolhe o assunto que deseja visitar (BARBOSA, 2004).

O usuário escolhe um assunto, através do Menu principal, e o visualiza em uma das quatro mídias (texto, fluxograma, desenho ou animação) definida pelo módulo gerador de adaptação, de acordo com a Inteligência Múltipla que prevaleceu em seu teste (BARBOSA, 2004).

Nas páginas dos conteúdos, independente da mídia de apresentação definida, aparece cinco botões: “mesmo assunto em texto”, “mesmo assunto em desenho”, “mesmo assunto em fluxograma”, “mesmo assunto em animação” e “Menu Principal” (o botão referente à mídia apresentada fica inativo), em que ao escolher o botão “Texto” o conteúdo é apresentado em texto, o botão “Desenho” apresenta o conteúdo em desenho e o botão “Animação” apresenta o conteúdo em animação. O botão “Menu Principal” retorna a pagina inicial do sistema (BARBOSA, 2004).

Ao escolher uma mídia diferente daquela apresentada, o módulo de interface muda à mídia de apresentação, ao mesmo tempo o módulo gerador de adaptação é acionado e a rede IAC, responsável pela adaptabilidade do sistema, modifica a quantidade de assuntos por mídia a ser apresentada. Após esta nova escolha o sistema é atualizado para o usuário de acordo com sua nova preferência, entretanto, os assuntos visitados anteriormente que

não foram alterados pelo usuário, não sofrerão modificações nas suas mídias. Este processo de adaptabilidade é transparente ao usuário (BARBOSA, 2004).

Quando o usuário “clique” no botão “finalizar”, localizado na página principal, o sistema é finalizado.

Nesta dissertação é implementada a metodologia descrita acima, com algumas modificações, que seguem:

O assunto, Câncer de Mama, será desenvolvido em três tipos de mídias, e não em quatro como na metodologia original, pois apenas três IMs são consideradas, como já mencionado. As mídias que o assunto é desenvolvido são: texto, desenho e animação, referentes às IMs Lingüística-verbal, Visual-espacial e Cinestésica-corporal, respectivamente.

Com essa modificação, o usuário escolhe um assunto, através do Menu principal, e o visualiza em uma das três mídias (texto, desenho ou animação), já definida pelo MGA, de acordo com a IM que prevaleceu em seu teste. Nesta implementação também o botão referente à mídia apresentada fica inativo, entretanto ao escolher o botão “texto” o conteúdo é apresentado em texto, o botão “desenho” apresenta o conteúdo em desenho e o botão “animação” apresenta o conteúdo em animação. O botão “menu principal” retorna a página inicial do sistema.

As páginas ainda apresentam três outros botões em todas as telas, “Bibliografia”, “Ajuda” e “Sair”. O botão “Bibliografia” apresenta de onde foram retirados os textos e as imagens histológicas utilizadas no sistema. O botão “Ajuda”, explica ao usuário como navegar pelo *site* e o botão “Sair” finaliza o sistema.

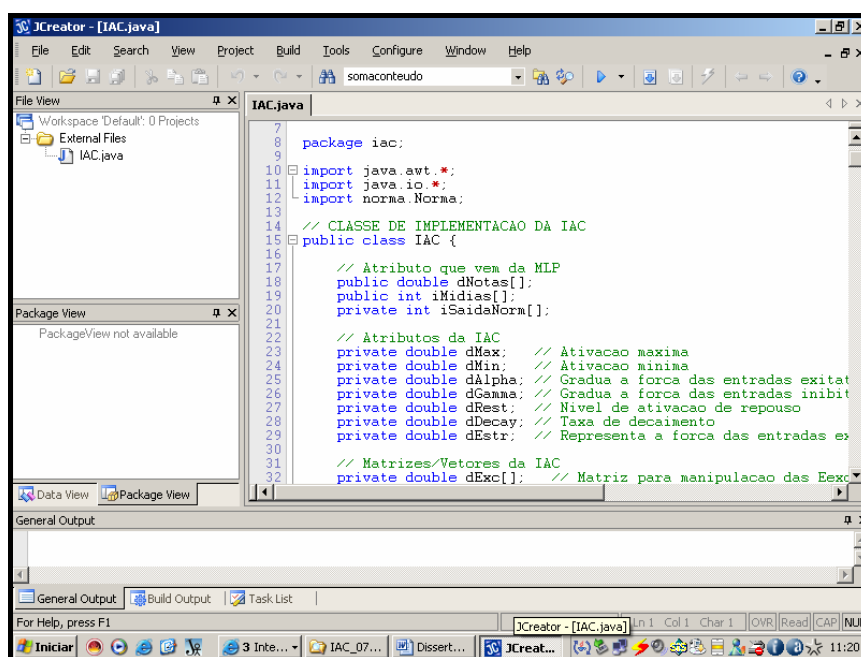
### **5.3.1 Implementação do Sistema**

Utilizando esta metodologia foi implementado um *site* adaptativo para a Internet. O conteúdo escolhido para ser disponibilizado neste sistema foi sobre Câncer de Mama, pois esta patologia é a maior causa de morte entre as mulheres de 35 a 54 anos (INCA, 2006). Segundo Schmitt (2000), o risco de uma mulher desenvolver a doença é de 1 (uma) em 8 (oito), o que equivale a 12% (doze por cento) de chance de ter esse tipo de câncer.

Este conteúdo foi dividido em 20 assuntos diferentes, implementados nas três mídias (texto, desenho e animação) e o acesso a estes assuntos é realizado através de um menu localizado na página principal. Para a realização desta implementação foram utilizados JCreator (IDE para Java) no desenvolvimento das quatro RNAs MLPs e uma

RNA IAC, que são responsáveis pela adaptação do sistema, e as linguagens de programação JSP (*Java Server Pages*) e HTML usadas para o desenvolvimento das páginas do sistema. Toda a parte de Interface (visual) do sistema foi desenvolvida utilizando o *Dreamweaver MX* da Macromedia, que possibilitou gerar o código HTML para as páginas e a interação com as *tags* do JSP. A interpretação de cada página criada no JSP foi feita pelo Tomcat. O Tomcat é um *Servlet Container*, ou seja, é um servidor onde são instaladas *Servlets* para tratar as requisições que o servidor receber. Ele é o mais utilizado no mercado atualmente, por ser gratuito, segundo Deitel e Deitel (2003). O *Tomcat* é o produto de um projeto denominado *Jakarta*, voltado para tecnologias *Java* no servidor.

A seguir a Figura 18 mostra o ambiente de desenvolvimento para *Java* (*JCreator*) com parte do código fonte da RNA IAC implementada.



```

7
8 package iac;
9
10 import java.awt.*;
11 import java.io.*;
12 import norma.Norma;
13
14 // CLASSE DE IMPLEMENTACAO DA IAC
15 public class IAC {
16
17     // Atributo que vem da MLP
18     public double dNotas[];
19     public int iMidias[];
20     private int iSaidaNorm[];
21
22     // Atributos da IAC
23     private double dMax; // Ativacao maxima
24     private double dMin; // Ativacao minima
25     private double dAlpha; // Gradua a forca das entradas exitat
26     private double dGamma; // Gradua a forca das entradas inibit
27     private double dRest; // Nivel de ativacao de repouso
28     private double dDecay; // Taxa de decaimento
29     private double dEstr; // Representa a forca das entradas ex
30
31     // Matrizes/Vetores da IAC
32     private double dExc[]; // Matriz para manipulacao das Exo

```

Figura 18 - Tela do ambiente de programação *JCreator*, apresentando o código fonte da RNA IAC.

### 5.3.1.1 Teste das IMs

Quando o usuário acessa o sistema, a página inicial informa a ele o tema principal do *site* que é sobre Câncer de Mama, como mostrado na Figura 19, só após esta informação que o usuário tem acesso ao sistema para navegação.

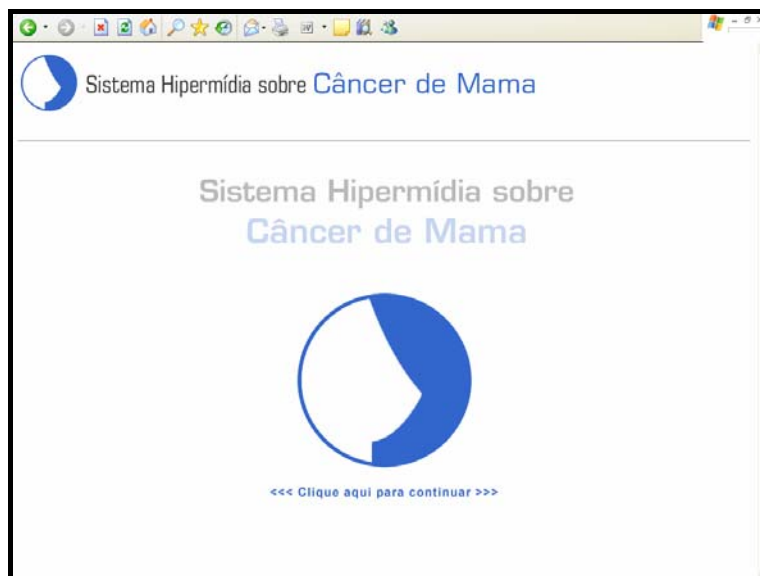


Figura 19 - Página inicial do site Sistema Hiperímia sobre Câncer de Mama.

Após entrar no sistema e iniciar a navegação, o usuário é obrigado a realizar um teste de múltipla escolha que fará a identificação da IM que prevalece no mesmo, cujas perguntas foram definidas no módulo do usuário. Ao todo são 21 perguntas, que apresentam quatro alternativas de respostas. O usuário deve responder todas as questões, escolhendo apenas uma alternativa para cada pergunta. Nas Figuras 20 e 21 são mostradas a primeira e a última página do teste que é apresentado ao usuário. As respostas do teste são armazenadas em um arquivo (Arqbean).

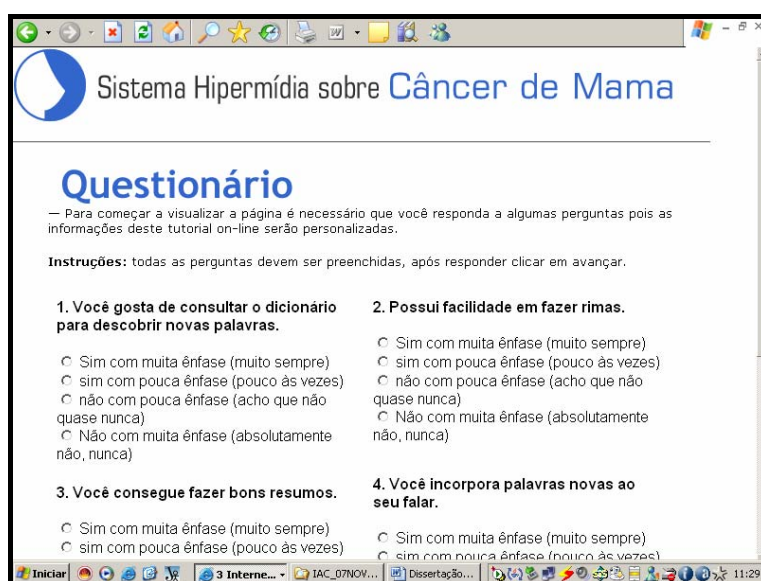
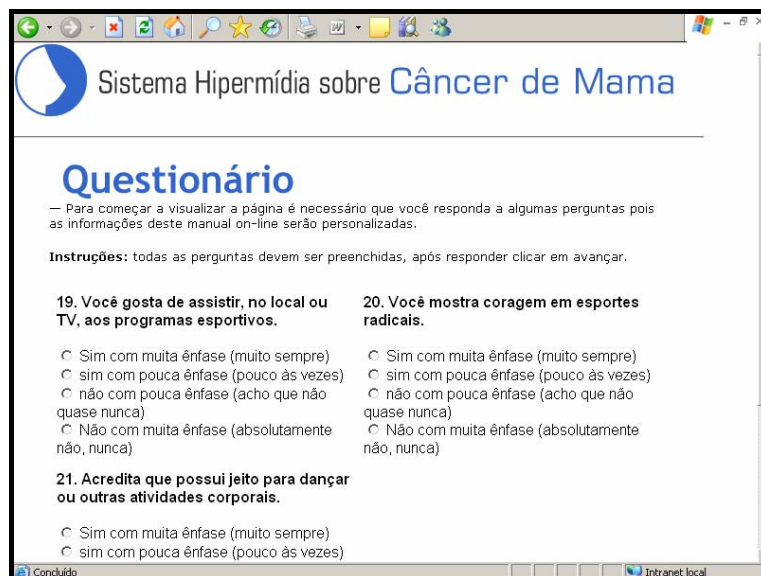


Figura 20 - Teste de Múltipla escolha mostrando as 6 perguntas iniciais.





**Figura 21 - Teste de Múltipla escolha mostrando as 3 perguntas finais.**

### 5.3.1.2 Divisão do Conteúdo

O conteúdo sobre Câncer de Mama apresentado no *site* foi elaborado por Professoras Patologistas do Departamento de Patologia da UFSC (Rozany Dufloth e Danielle Serafim Couto Vieira).

Este conteúdo foi dividido em 20 assuntos principais. Ao acessar a página principal do sistema o usuário tem acesso a todos os conteúdos, que estão dispostos em *links*. Através desta página é possível navegar pelo sistema e finalizar a navegação quando desejar.

A Tabela 15 mostra como o conteúdo foi dividido nos 20 assuntos.

**Tabela 15 - Divisão do conteúdo a ser apresentado ao usuário.**

<b>Divisão dos assuntos</b>	<b>Assunto</b>
<b>A Mama</b>	
Assunto 1	Anatomia
Assunto 2	Estrutura
Assunto 3	Composição
<b>Inflamações da Mama</b>	
Assunto 4	Ectasia do Ducto Mamário
Assunto 5	Abscesso Subareolar Recorrente
<b>Doenças Benignas da Mama</b>	
Assunto 6	Fibrose Estromal
Assunto 7	Cisto
Assunto 8	Fibroadenoma
Assunto 9	Necrose Gordurosa
<b>Carcinoma</b>	
Assunto 10	Introdução
Assunto 11	Ductal <i>In Situ</i>
Assunto 12	Invasivo
Assunto 13	Medular
Assunto 14	Lobular
Assunto 15	Papilífero
<b>Padrões Metastáticos do Carcinoma</b>	
Assunto 16	Introdução
<b>Fatores Preditivos e de Prognóstico do Carcinoma</b>	
Assunto 17	Introdução
Assunto 18	Grau Histológico
Assunto 19	Receptor de Estrogênio (RE)
Assunto 20	HER2

A Figura 22 apresenta uma visão geral dos tópicos presentes no menu e onde se localizam os *links* (itens sublinhados e com letras itálicas).

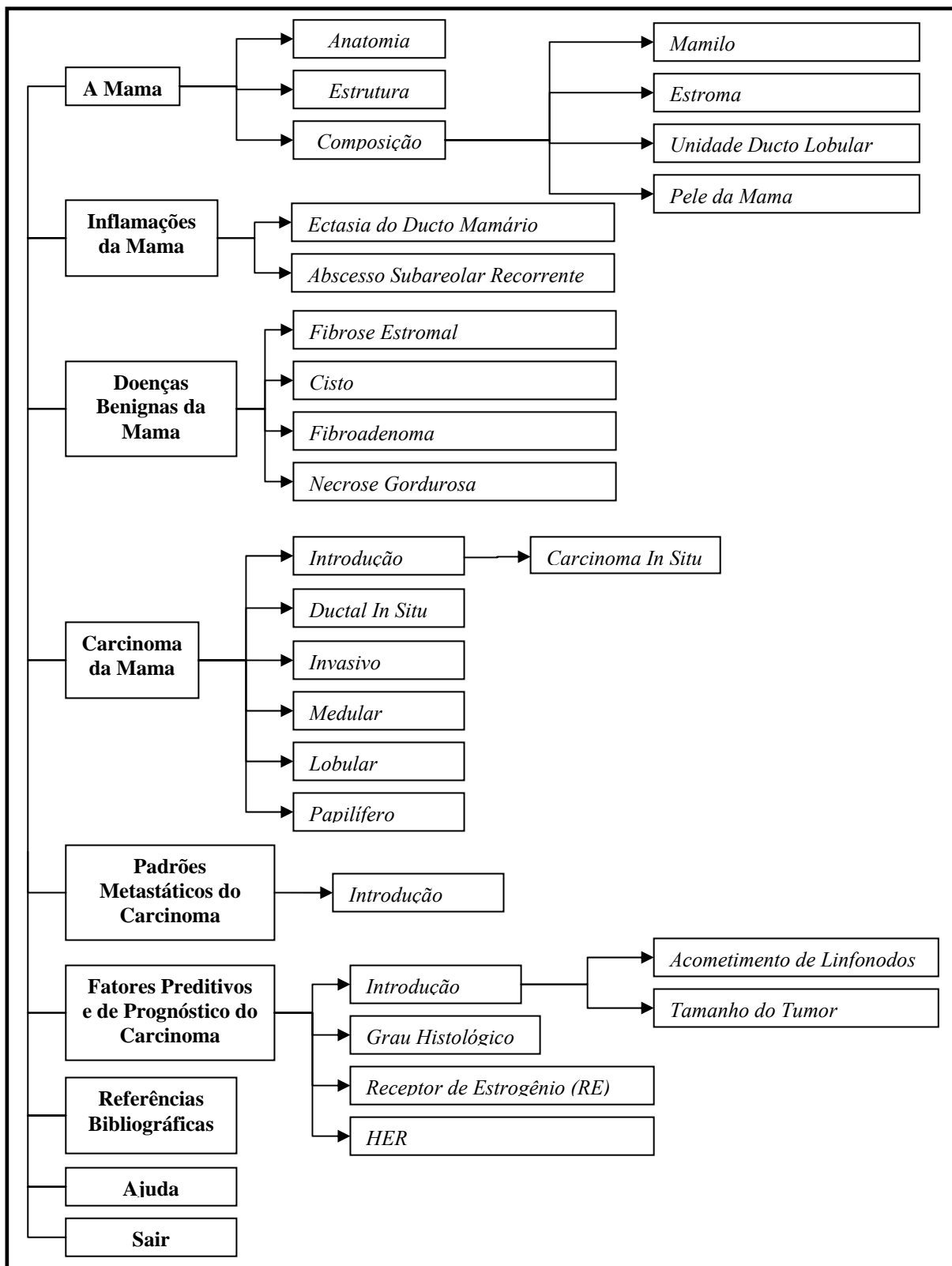


Figura 22 – Visão geral da distribuição de todo o conteúdo apresentado no site.

Na Figura 23 é apresentada à tela do Menu Principal do sistema.



Figura 23 - Página inicial mostrando o Menu Principal com todos os *links* sobre os conteúdos.

### 5.3.1.3 Elaboração das Diferentes Mídias

Os estudos bibliográficos realizados nos mostram algumas atividades que são utilizadas para estimular e desenvolver as Inteligências Múltiplas, essas atividades podem ser vistas na Tabela 16 apresentada a seguir (ARMSTRONG, 2003 apud BARBOSA, 2004).

Tabela 16 – Resumo das características e atividades para estimular o desenvolvimento das IMs.

<b>Inteligência Múltipla</b>	<b>Características do Indivíduo</b>	<b>Atividades que estimulam o desenvolvimento das IM.</b>
Lingüístico-verbal	Mostra a capacidade de se expressar usando a linguagem, tem facilidade em aprender através da leitura, escrita e audição. O indivíduo lê, fala e escreve com facilidade e consegue memorizar o que foi ouvido e falado com muita destreza.	Atividades que contêm <b>textos</b> , narrações de poetas, contadores de histórias, realizar discussões e comunicações verbais.
Visual-espacial	Mostra a capacidade de formar um modelo mental de um mundo espacial e de ser capaz de fazer manipulações utilizando este modelo. Aprende através da observação de cenas, formas, cores, fisionomias, etc. Seu pensamento ocorre utilizando-se de imagens.	Atividades que estimulem sua visão, sua comunicação através de gestos. As representações gráficas, mapas conceituais, o uso de <b>imagens</b> , cores, formas e <b>desenhos</b> são bastante interessantes.
Cinestésico-corporal	Mostra a capacidade de resolver problemas utilizando o corpo ou partes do corpo. Prefere atividades onde consiga interagir com o corpo e com a mente. Aprende mais fazendo do que ouvindo.	Atividades que possibilitem observações espaciais na tela, <b>animações</b> e realidade virtual. Atividades que envolvam simulações, dramatizações, jogos de associação espacial são bem envolventes, assim como utilizar os teclados e mouse dos computadores.

As mídias (texto, desenho e animação) para a apresentação do conteúdo das três IMs utilizadas neste trabalho foram definidas através das informações mostradas acima. Definiu-se, então que as três mídias possíveis de serem apresentadas através do uso de um computador são: texto, desenho e animação.

A seguir são expostas as mídias utilizadas para cada IM considerada.

#### **a) INTELIGÊNCIA LINGÜÍSTICO-VERBAL**

Os 20 assuntos foram desenvolvidos somente em texto. As páginas possuem fundo branco, as letras dos textos são pretas, sendo que os títulos são escritos em azul, para destacar a informação. A Figura 24 apresenta um assunto desenvolvido na mídia texto e a Figura 25 apresenta o conteúdo em texto sobre a Estrutura da Mama.

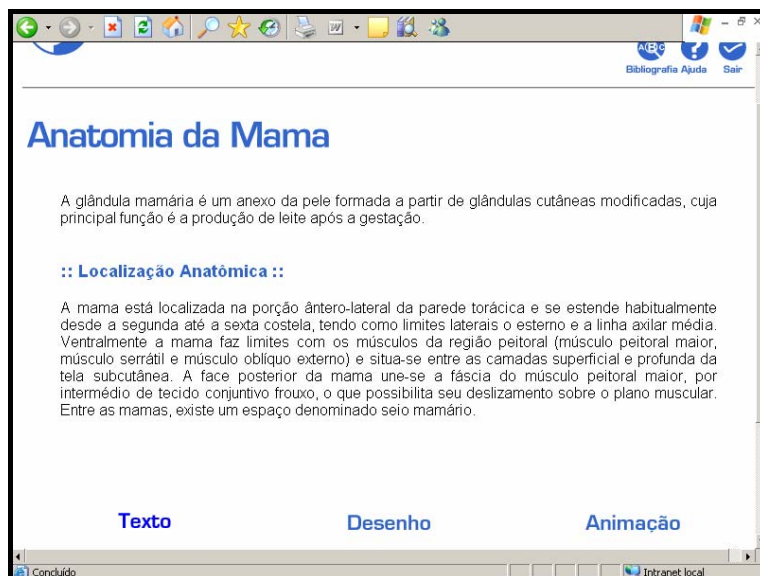


Figura 24 - Página com assunto projetado na mídia Texto.



Figura 25 - Página com conteúdo na mídia texto sobre a Estrutura da Mama.

## b) INTELIGÊNCIA VISUAL-ESPACIAL

Na implementação das páginas da IM Visual-espacial foram utilizadas figuras e imagens de Lâminas Histológicas para o seu desenvolvimento. Algumas figuras foram retiradas de livros, *sites da Internet* e Atlas Histológicos de CD-Rom, as imagens das Lâminas Histológicas foram capturadas com uma câmera digital, no Instituto de Anatomia Patológica - IDAP. Todas as páginas do sistema possuem o fundo branco e apresentam textos na cor preta, somente os títulos são apresentados na cor azul. Na Figura 26 pode ser visto o conteúdo sobre Carcinoma Lobular *In Situ* que é um tumor maligno da Mama para apresentado na IM Visual-espacial.

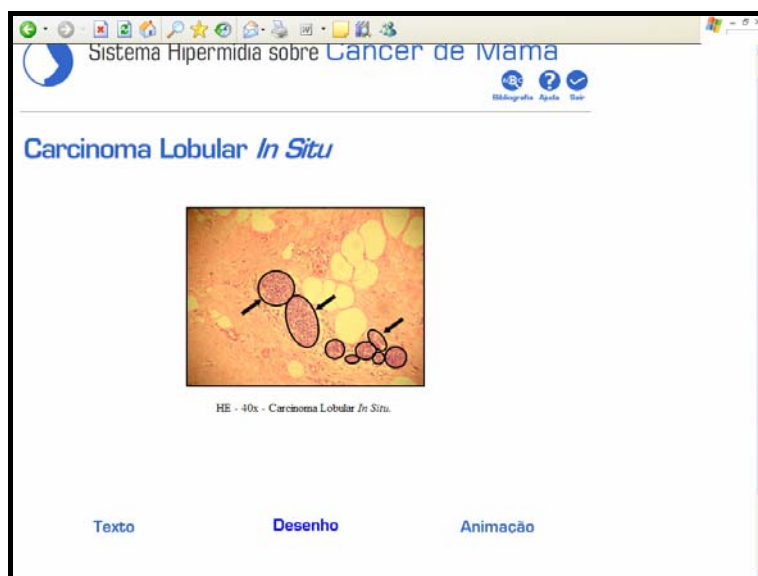


Figura 26 - Página com assunto desenvolvido na mídia Desenho.

Na Figura 27 é apresentada a página na mídia Visual-espacial, mostrando um tipo de inflamação da Mama, Ectasia do Ducto Mamário.

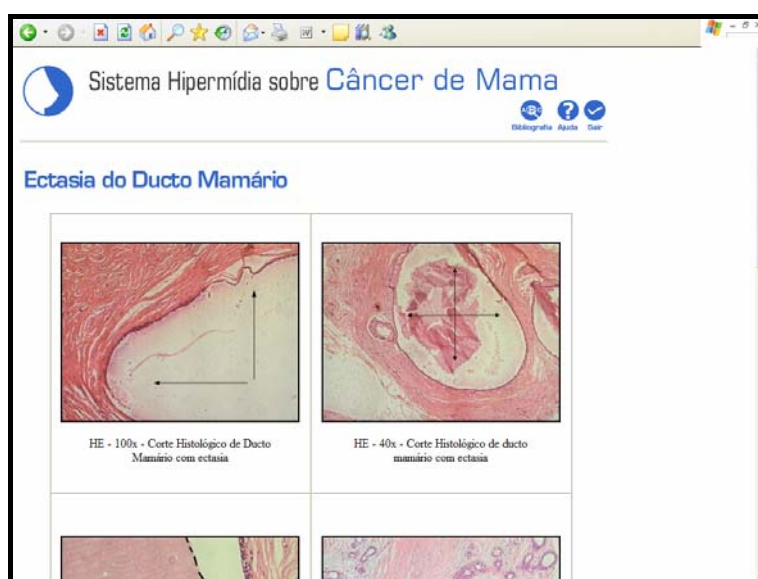


Figura 27 - Página que apresenta a IM Visual-espacial na mídia Desenho.

### c) INTELIGÊNCIA CINESTÉSICO-CORPORAL

Para a IM Cinestésico-corporal os assuntos foram desenvolvidos utilizando fotos, animações e vídeos, havendo sempre um movimento na tela. Todas as animações foram criadas a partir das imagens estáticas das Lâminas Histológicas. O vídeo foi gravado no Instituto de Anatomia Patológica - IDAP utilizando uma câmara filmadora digital. A

edição deste vídeo foi realizada com o *software Studio 9* da Pinnacle, versão 1.1. Com este *software* foi possível editar o vídeo, organizando as imagens, retirando as partes indesejadas. Foram adicionados efeitos animados nas imagens das Lâminas Histológicas para destacar os tipos de células, tecidos, inflamações e tumores do tecido mamário. Os vídeos criados foram gravados no formato AVI.

Na Figura 28 é mostrada a mídia animação, referente à Inteligência Múltipla Cinestésico-corporal e a Figura 29 nos apresenta o Assunto sobre Estrutura da Mama, na mídia animação.



Figura 28 - Página com assunto apresentado na mídia Animação.

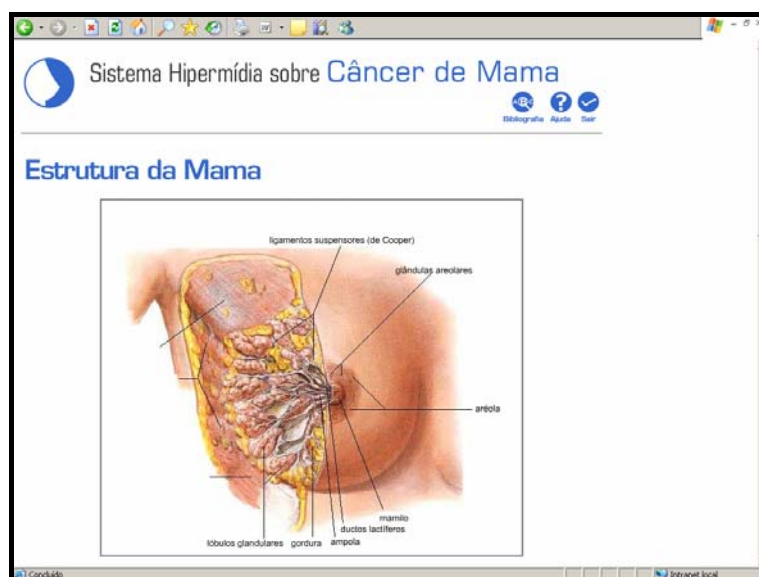


Figura 29 - Esta página apresenta a mídia Animação, referente à IM Cinestésico-corporal.



## **6. MODELAGEM DO SISTEMA**

Modelagem “UML” é a abreviação de Linguagem de Modelagem Unificada (*Unified Modeling Language*), uma notação, principalmente diagramática, para modelagem de sistemas, usando conceitos orientados a objetos (LARMAN, 2000).

De acordo com Fowler e Scott (2000), UML é a sucessora da onda de métodos de análise e projeto orientados a objetos que surgiu no final dos anos oitenta e no início dos anos noventa. Mais especificamente, ela unifica os métodos de Booch, Rumbaugh e Jacobson, mas seu alcance é bem maior. Ela é chamada de linguagem de modelagem; não é um método, pois a maioria dos métodos consiste de uma linguagem de modelagem e de um processo.

A utilização da UML destina-se principalmente a sistemas de software, como sistemas de informação corporativos, telecomunicações, transportes, serviços distribuídos baseados na *web*, entre outros. Porém, ela também se destina para modelar sistemas que não sejam de software, como projetos de hardware, fluxo de trabalho em uma empresa, estrutura de comportamento no sistema de saúde (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2000).

Objetivo da UML é definir uma linguagem de modelagem visual e expressiva, no sentido de prover facilidades na visualização, ou seja, o pleno entendimento das funções de um sistema a partir de diagramas que o representem, no gerenciamento de complexidade, permitindo uma representação simplificada das atividades do sistema, em que cada aspecto funcional dele seja representado em modelos específicos e, por fim, na comunicação, unificando a comunicação da equipe de desenvolvimento na forma de diagramas (FERREIRA, 2001).

### **6.1 Diagramas UML**

Os diagramas UML são considerados o cerne da linguagem de modelagem, pois através deles se pretende demonstrar os elementos que compõem um sistema, como eles interagem para atingir a resposta esperada e, a partir dessa combinação, se possa partir diretamente para a geração de código (FERREIRA, 2001).

A seguir serão, explicados os diagramas UML que foram utilizados para modelar este Sistema Hiperídia.

## 6.2 Análise dos Requisitos

Nesta fase é feito todo o levantamento dos requisitos necessários para documentar o desenvolvimento do sistema.

Segundo Barros (2001), é a fase de capturar as intenções e necessidades dos usuários de sistema a ser desenvolvido através do uso de funções chamadas *use cases*.

### 6.2.1 Requisitos Funcionais (RF)

Estes requisitos descrevem uma ação que o sistema deve executar, identificando os procedimentos que o sistema realiza normalmente em resposta a uma entrada de dados externos (FERNANDES, 2006).

A seguir são apresentados os Requisitos Funcionais do sistema desenvolvido:

RF01. O sistema deve permitir que o Professor faça seu cadastro no portal.
--

RF02. O sistema deve permitir que o Professor possa criar, alterar e excluir uma turma.
---

RF03. O sistema deve permitir que o Professor possa incluir e excluir um aluno na turma.
--

RF04. O sistema deve permitir que o Professor possa sair do portal a qualquer momento.
--

RF05. O sistema deve permitir que o Aluno faça seu cadastro no portal.
--

RF06. O sistema deve permitir que o Aluno possa acessar o portal, a turma e o tutorial.
---

RF07. O sistema deve permitir que o Aluno acesse e inicie o Sistema Hipermedia.
---

RF08. O sistema deve permitir que o Aluno saia do portal a qualquer momento.
--

### 6.2.2 Requisitos Não Funcionais (RNF)

Nesta etapa, são feitas às restrições que se colocam sobre como o sistema deve realizar seus RF (FERNANDES, 2006).

A seguir são apresentados os Requisitos Não Funcionais do sistema desenvolvido:

RNF01. O professor só poderá ter acesso ao portal, após ter realizado seu cadastro no sistema.
--

RNF02. O aluno só poderá ter acesso ao portal, após ter realizado seu cadastro no sistema.
--

RNF03. O aluno só poderá fazer parte de uma turma, após ser convidado pelo Professor para participar.
---

RNF04. O aluno só poderá acessar o tutorial se estiver cadastrado em uma turma.
---

### 6.2.3 Regras de Negócios (RG)

Estas regras são condições ou restrições que devem ser consideradas na execução dos processos existentes em uma organização (FERNANDES, 2006).

A seguir são apresentados as Regras de Negócios do sistema desenvolvido.

RG01. O aluno poderá navegar no portal o tempo que desejar, mas só poderá acessar os tutoriais cadastrados na turma em que estiver cadastrado.
--

### 6.3 Diagrama de Caso de Uso

De acordo com Furlan (1998), os diagramas de casos de uso, descrevem a funcionalidade do sistema percebida por atores externos. Um ator interage com o sistema podendo ser um usuário, dispositivo ou outro sistema.

No diagrama de caso de uso os atores são representados pelo papel que eles desempenham. São conectados a um caso de uso através de associações, indicando que ambos se comunicam, possibilitando o envio e o recebimento de dados (FURLAN, 1998).

A Figura 30 mostra o Diagrama de Caso de Uso com a respectiva descrição dos seus cenários do sistema desenvolvido:

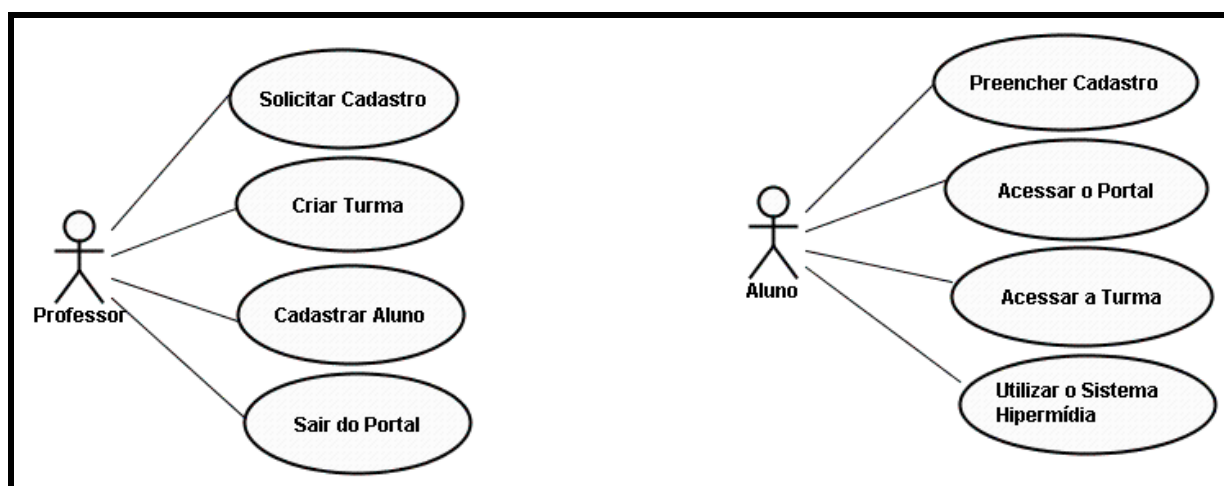


Figura 30 – Diagrama de Caso de Uso.

### 6.3.1 Descrição dos Cenários do Caso de Uso

#### Solicitar Cadastro

**Objetivo:** Permite que o professor possa cadastrar seus dados (nome, CPF, endereço, telefone, titulação, Universidade, disciplina, período, carga horária) no sistema.

**Exigências ligadas ao sistema:** O sistema deverá permitir que o professor possa fazer seu cadastro.

**Condições:**

**Pós-Condição:** O professor pode ser incluído, alterado ou excluído do sistema.

**Cenários:**

1. Professor acessa portal
2. Professor cadastra seus dados no sistema
3. Sistema verifica o preenchimento do cadastro do Professor
4. Sistema efetua cadastro do professor

#### Criar Turma

**Objetivo:** Permite que o professor possa criar uma turma no sistema, bem como alterá-la e/ou excluí-la.

**Exigências ligadas ao sistema:** O sistema deverá permitir que o professor possa criar, alterar ou excluir uma turma após realizar o seu cadastro no portal.

**Condições:**

**Pré-Condição:** O professor deve estar cadastrado no sistema.

**Cenários:**

#### Criar turma

1. Professor cadastra dados da turma no sistema
2. Sistema verifica o preenchimento dos dados da turma
3. Sistema cria turma no portal

#### Cadastrar Aluno

**Objetivo:** Permite que o professor possa convidar um ou mais alunos para participar da turma.

**Exigências ligadas ao sistema:** O sistema deverá permitir que o professor possa convidar um ou mais alunos para participar da turma.

**Condições:**

**Pré-Condição:** O professor deve estar cadastrado no sistema.

**Cenários:**

**Convidar aluno**

1. Professor convida aluno para participar da turma
2. Sistema verifica o convite feito pelo professor
3. Sistema envia o convite para o aluno

**Sair do Portal**

**Objetivo:** Permite que o professor possa sair do portal quando desejar.

**Exigências ligadas ao sistema:** O sistema deverá permitir que o professor possa sair do portal a qualquer momento.

**Condições:**

**Pré-Condição:** O professor deverá estar logado no sistema.

**Cenários:**

**Sair portal**

1. Professor solicita fechamento do portal
2. Sistema verifica solicitação feita pelo professor
3. Sistema termina a execução das tarefas e fecha o portal

**Preencher o Cadastro**

**Objetivo:** Permite que o aluno possa cadastrar seus dados (Nome, CPF, Universidade, Curso, Disciplina, endereço, telefone) no sistema.

**Exigências ligadas ao sistema:** O sistema deverá permitir que o aluno cadastre seus dados no sistema.

**Condições:**

**Pós-Condição:** O aluno deverá ter sido incluído, alterado ou excluído do sistema.

**Cenários:**

**Preencher cadastro**

1. Aluno acessa o portal
2. Aluno preenche seu cadastro no sistema
3. Sistema verifica o preenchimento do cadastro do aluno
4. Sistema efetua cadastro do aluno

**Acessar o Portal**

**Objetivo:** Permite que o aluno possa acessar o portal.

**Exigências ligadas ao sistema:** O sistema deve permitir que o aluno possa acessar o portal.

**Condições:**

**Pré-Condição:** O aluno deve estar cadastrado no sistema.

**Cenários:****Acessar portal**

1. Aluno faz seu *login* no sistema
2. Sistema verifica o seu login e senha
3. Sistema autoriza entrada do aluno no portal

**Acessar a Turma**

**Objetivo:** Permite que o aluno possa acessar a turma em que ele está cadastrado.

**Exigências ligadas ao sistema:** O sistema deverá permitir que o aluno possa acessar a turma em que ele está cadastrado.

**Condições:**

**Pré-Condição:** O aluno deve estar cadastrado no sistema.

**Pré-Condição:** O aluno deve estar cadastrado na turma.

**Cenários:****Acessar turma**

1. Aluno acessa turma

**Utilizar o Sistema Hipermissão**

**Objetivo:** Permite que o aluno possa acessar o tutorial cadastrado na turma.

**Exigências ligadas ao sistema:** O sistema deverá permitir que o aluno possa acessar o tutorial cadastrado na turma.

**Condições:**

**Pré-Condição:** O aluno deve estar cadastrado no sistema.

**Pré-Condição:** O aluno deve estar cadastrado na turma.

**Cenários:****Iniciar sistema hipermissão**

1. Aluno acessa o tutorial da disciplina cadastrado na turma

2. Sistema apresenta ao aluno o *link* para iniciar o Sistema Hipermídia
3. Sistema apresenta a tela do questionário ao aluno



Figura 31 - Funcionamento Geral de como utilizar o Sistema Hipermídia.

O Caso de Uso “Utilizar Sistema Hipermídia” apresentado na Figura 31, refere-se ao funcionamento geral do sistema. Será explicado em detalhes e após será mostrado o diagrama de atividades do mesmo.

Após o usuário responder o questionário (21 perguntas) apresentado no *site*, suas respostas (a, b, c e d) são transformadas em valores numéricos (0.25, 0.50, 0.75 e 1.0) estas respostas servem de dados de entrada para as Rnas MLPs (Rna A, Rna B e Rna C). Estas três Rnas são responsáveis por gerar as notas das IMs de cada indivíduo. Após gerar as três notas das IMs, esse resultado é usado como dados de entrada para a MLP\_médias, que é encarregada de gerar a quantidade de mídia por assunto a ser apresentado, de acordo com a IM do usuário realizando a adaptatividade do sistema.

Essa quantidade de mídia é enviada para a Rede IAC responsável pela adaptabilidade do sistema. Assim, o menu principal é apresentado ao usuário. Ao começar a navegação pelo sistema o usuário pode escolher em qual mídia deseja visualizar o assunto escolhido. Quando uma nova mídia é selecionada, os dados são enviados novamente para a Rna IAC que atualiza o perfil do usuário de acordo com a nova escolha, sendo apresentado o menu principal para o usuário com a mídia alterada.

#### 6.4 Diagrama de Atividades

No diagrama de atividades são mostrados os fluxos de controle de uma atividade para outra. Este diagrama modela o fluxo de trabalho de um objeto durante a execução do sistema mostrando as ações executadas pelo objeto e em que ordem elas ocorrem (FERNANDES, 2006).

A seguir são apresentados os diagramas de atividades do sistema desenvolvido:

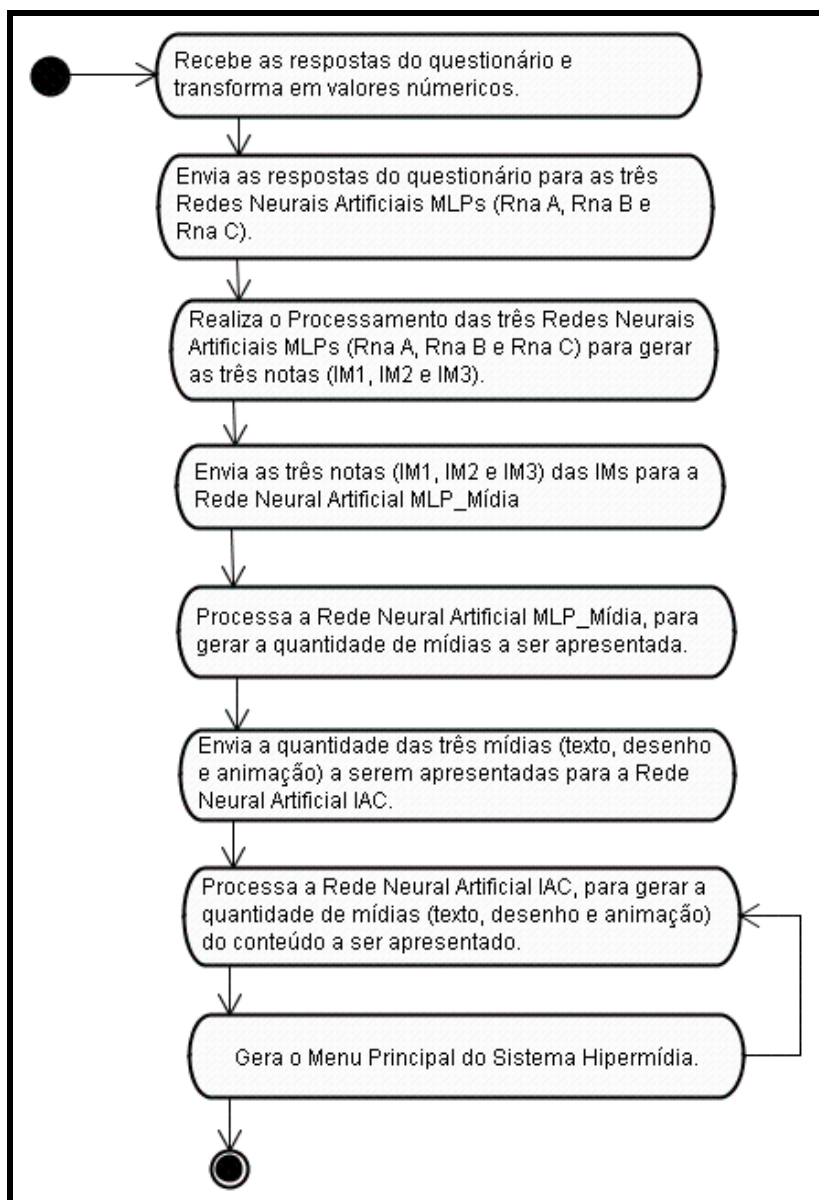
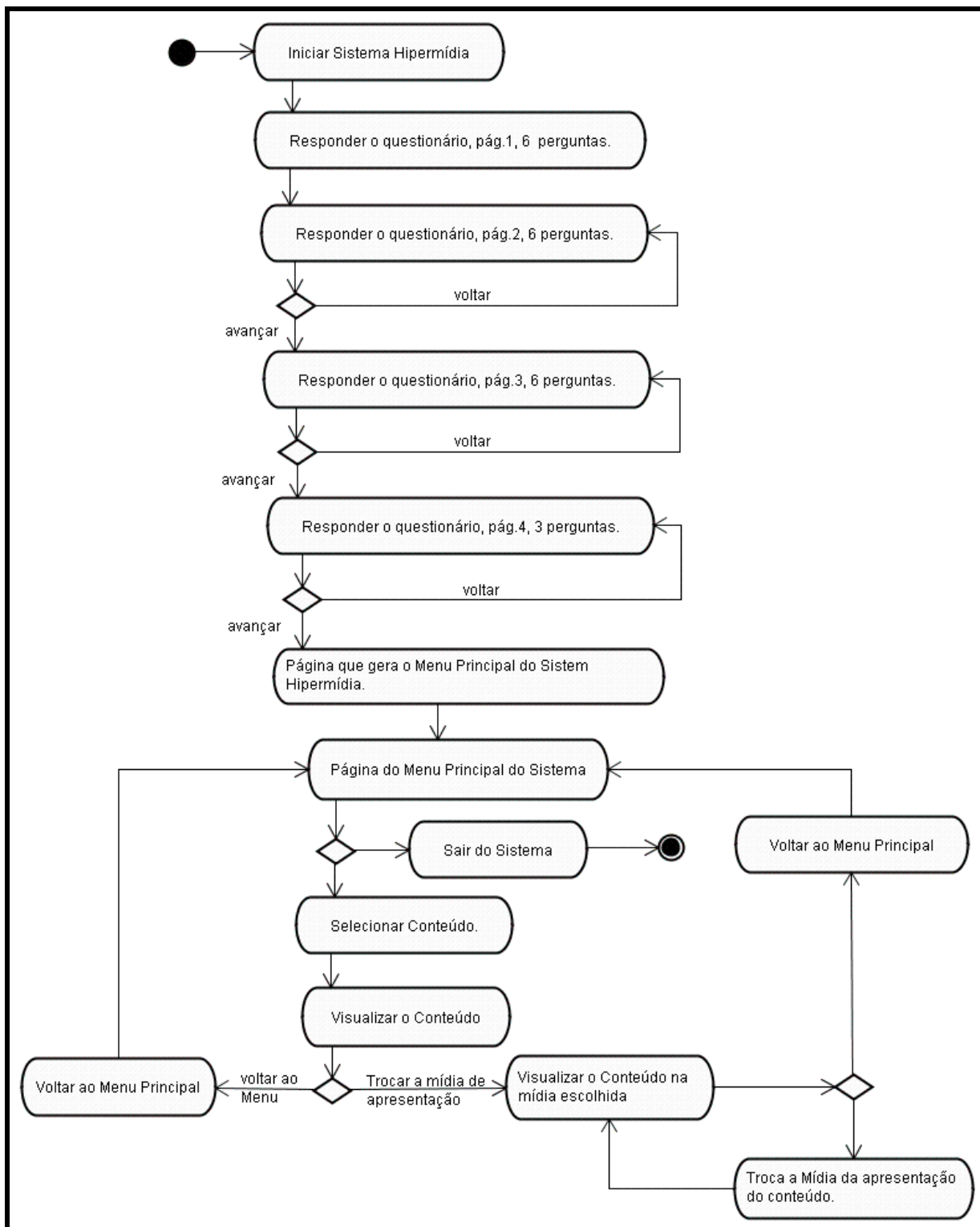
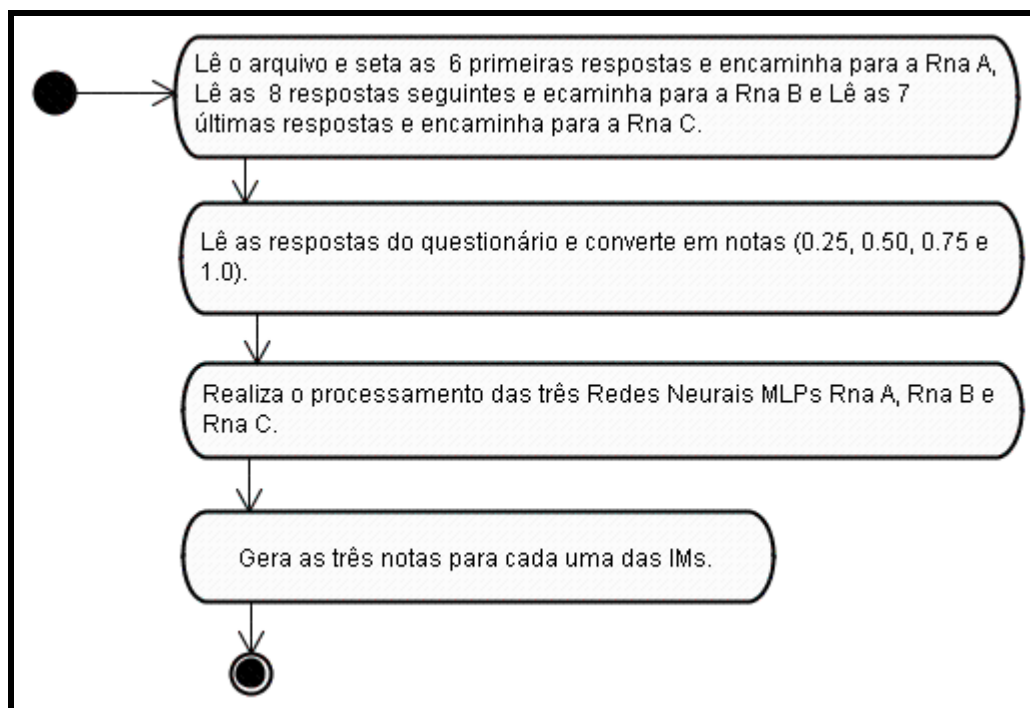


Figura 32 - Diagrama de Atividade mostrando o funcionamento Geral do Sistema Hipermídia.

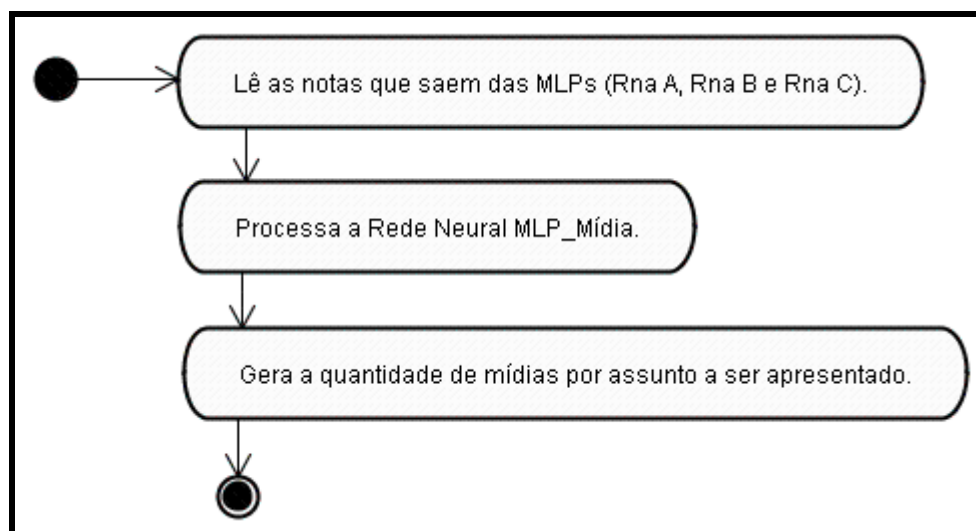




**Figura 33 – Diagrama de Atividade mostrando as atividades realizadas pelo Aluno.**



**Figura 34 – Diagrama de Atividade que apresenta o processamento das três MLPs para gerar as notas das IMs do usuário.**



**Figura 35 – Diagrama de Atividade da Rede Neural MLP\_Mídias mostrando o processamento da Rede.**

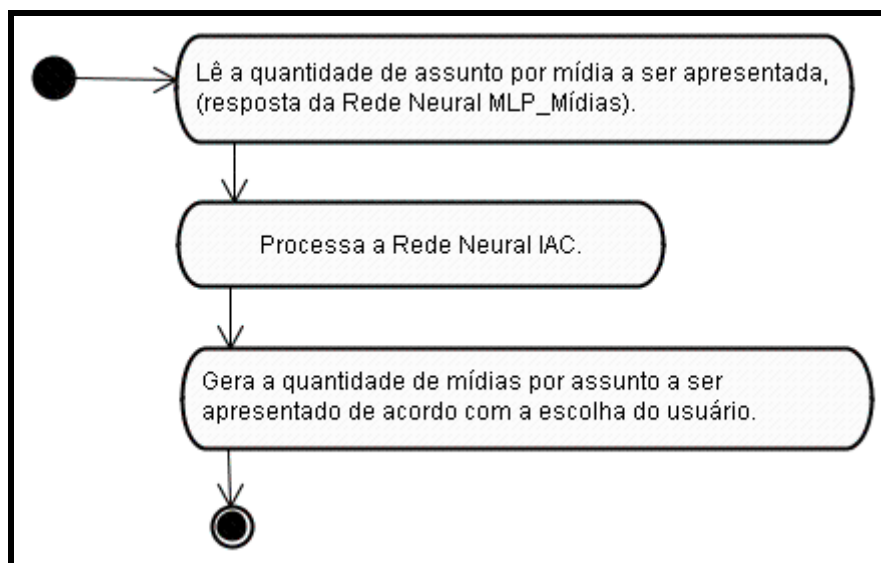


Figura 36 - Diagrama de Atividade mostrando o processo realizado pela Rede Neural IAC.

## 6.5 Diagrama de Seqüência

Um diagrama de seqüência descreve a maneira como os grupos de objetos colaboram em algum comportamento ao longo do tempo. Ele registra o comportamento de um único caso de uso. Ele exhibe os objetos e as mensagens passadas entre esses objetos no caso de uso. Um design pode ter uma grande quantidade de métodos em classes diferentes. Isso torna difícil determinar a seqüência global do comportamento. Esse diagrama é simples e lógico, a fim de tornar óbvios a seqüência e o fluxo de controle. Em síntese, o Diagrama de Seqüência é usado para representar o “comportamento” das operações, métodos (*procedimentos ou funções*) entre objetos de um cenário. Este diagrama é construído a partir do Diagrama de Casos de Usos. Primeiro, se define qual o papel do sistema (Use Cases), depois, é definido como o software realizará seu papel (Seqüência de operações) (FERREIRA, 2001).

Segundo Furlan (1998), O Diagrama de Seqüência mostra a colaboração dinâmica entre um número de objetos e, o aspecto importante desse diagrama é mostrar a seqüência de dados enviados entre os objetos.

O diagrama de seqüência apresenta a interação que ocorre entre os objetos: Aluno e Sistema, onde o sistema é composto pelas RNAs MLP e IAC.

O aluno quando acessar o sistema responderá um questionário composto por 21 perguntas, em seguida as redes MLPs (Rna A, Rna B e Rna C) farão a leitura das respostas do questionário, então as mesmas serão processadas e fornecerá as respostas a Rede MLP\_Mídias, que por sua vez processará as notas recebidas gerando como resultado a

quantidade de mídias por conteúdo a ser apresentado a Rede IAC responsável por fazer a atualização e adaptação do sistema, de acordo com as novas escolhas do aluno. A Figura 37 apresenta o Diagrama de Seqüência do sistema desenvolvido:

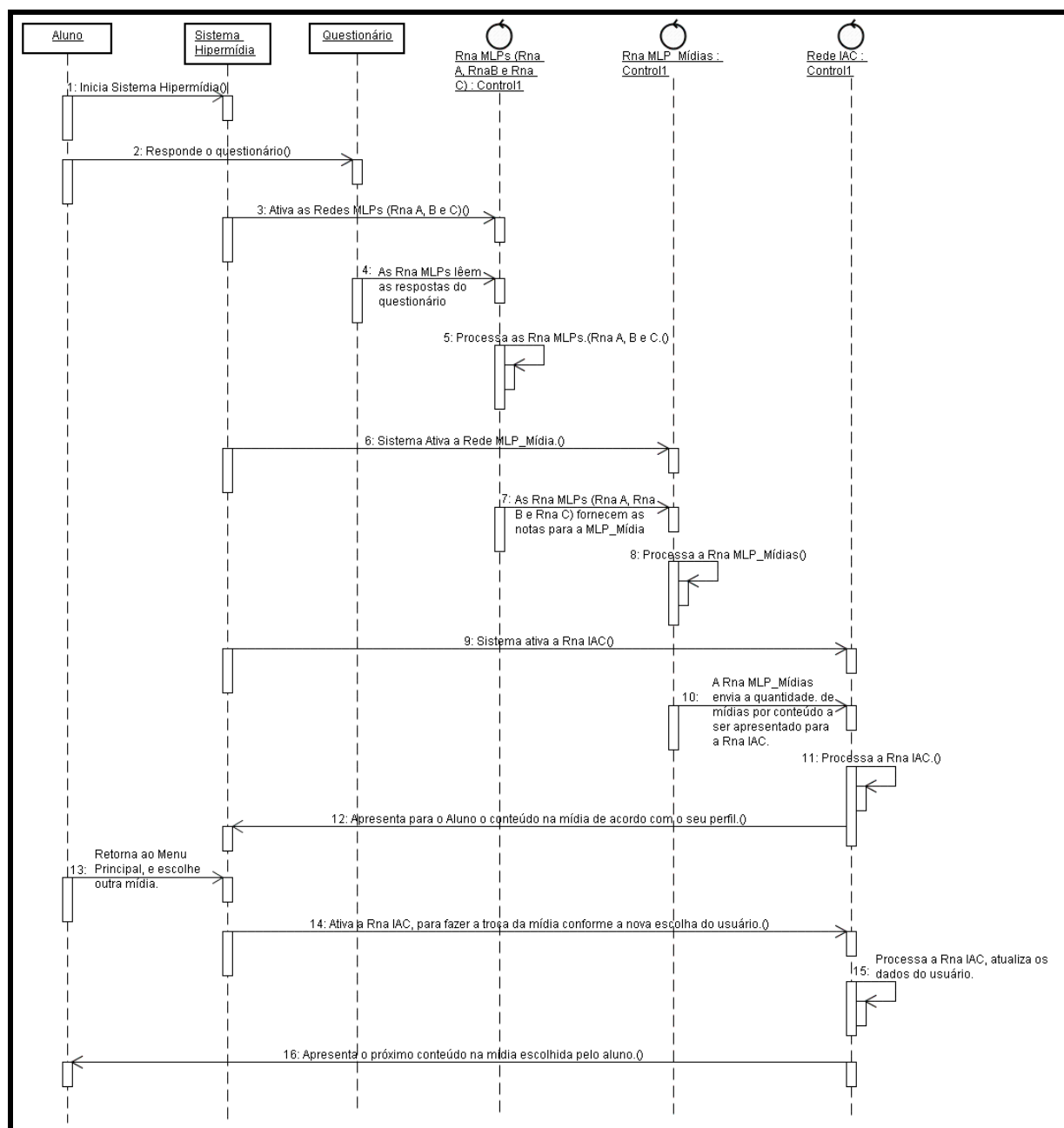


Figura 37 - Diagrama de Seqüência do Sistema desenvolvido.

## 7. VALIDAÇÃO E AVALIAÇÃO DO SISTEMA ADAPTATIVO

Neste sistema dois tipos de validação foram realizados. Primeiro foi validado o funcionamento das Redes Neurais MLP e IAC que realizam o mecanismo de adaptação do sistema, como um todo. Esta validação foi realizada e descrita na metodologia anteriormente, demonstrando que o sistema funciona corretamente. Outra validação fez-se necessário no que diz respeito ao conteúdo que alimenta o sistema, sendo que o mesmo foi elaborado pelas professoras patologistas Rozany Mucha Dufloth e Danielle Couto Vieira. Após a confecção de todo o material sobre Câncer de Mama a ser disponibilizado no *site* o mesmo passou pela validação da Professora de Patologia e Co-Orientadora deste trabalho Grácia Maria Koerich. É importante salientar que para que pudessem ser usadas as imagens de peças e lâminas histológicas, este trabalho foi encaminhado ao Comitê de Ética, obtendo o parecer de aprovação com o número: 077/2006.

Este sistema foi avaliado nos aspectos de Interface (Ergonomia) e *Software* (Motivação). O método de avaliação escolhido foi o mesmo método de avaliação utilizado por Barbosa (2004) em sua tese. Este método consiste em realizar uma comparação, com relação à análise motivacional entre este sistema adaptativo e um sistema estático, para descrever e analisar qual a melhor forma de apresentar os conteúdos para os usuários. A avaliação ergonômica do sistema é avaliada pelos professores, e consiste na avaliação da interface das telas, deste sistema, e seu funcionamento.

A motivação do sistema adaptativo foi avaliada através da comparação dos dois *sites* desenvolvidos (*site* Estático e *site* Adaptativo). Ambos os *sites* apresentam o mesmo conteúdo sobre Câncer de Mama, diferindo apenas a forma de apresentação dos mesmos. O *Site* Estático é apresentado a todos os usuários da mesma maneira, com textos e imagens idênticas para todos os indivíduos sem a adaptação, conforme pode ser visto nas Figuras 38, 39, 40 e 41.

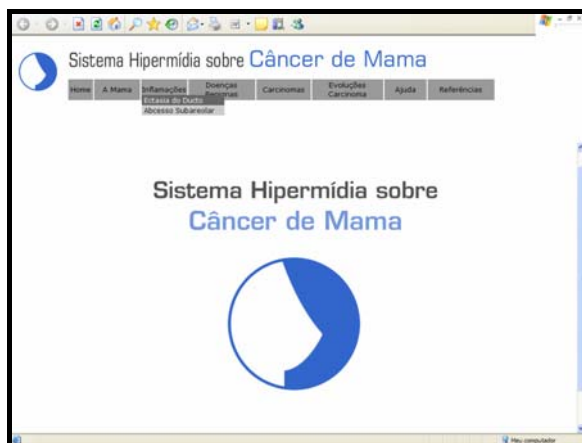


Figura 38 – Tela Inicial do Sistema Estático.



Figura 40 – Apresenta o Sistema Estático com o conteúdo sobre a Anatomia da Mama.



Figura 39 – Mostra uma das Telas dos Conteúdos do Sistema Estático.

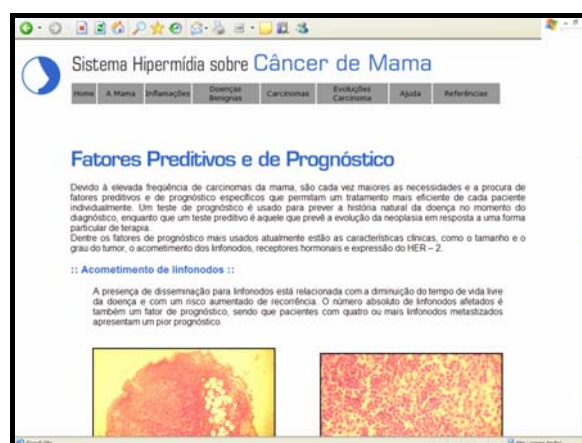


Figura 41 - Apresenta a Tela do Sistema Estático sobre Fatores Preditivos e de Prognóstico dos Carcinomas.

Para o desenvolvimento da avaliação dos *sites* utilizou-se uma amostra de 31 alunos do curso de Enfermagem da Universidade Federal de Santa Catarina. Este grupo teve acesso aos dois sistemas (Estático e Adaptativo), respondendo ao final da navegação um questionário de análise motivacional em relação a cada um dos sistemas. É importante salientar que todos estes alunos já obtiveram aulas teóricas no modo tradicional de ensino sobre o assunto apresentado neste *site* que é o Câncer de Mama, facilitando assim a sua navegação pelo sistema e sua análise motivacional.

O questionário utilizado nesta avaliação foi obtido na tese de Barbosa, 2004, que através de pesquisas obteve um teste denominado *Website Motivacional Analysis Checklist Sênior 4.0* que pode ser encontrado no *site*: <http://www.cyberbee.com/guides.html>. Este questionário apresenta várias características interessantes para a avaliação dos dois sistemas. Através deste questionário é possível

realizar uma análise motivacional verificando se os *sites* são: estimulantes, organizados, fáceis de usar, sendo possível extrair várias características. Este questionário também apresenta várias perguntas independentes para cada característica a ser observada, as perguntas são claras, não são óbvias e não induzem a nenhuma resposta, este questionário se encontra no Anexo 2 (BARBOSA, 2004).

É importante salientar que Barbosa escolheu este teste, pois o mesmo foi validado. Os autores que desenvolveram este questionário, no processo de validação, enviaram para três especialistas em avaliação de questionários que sugeriram algumas melhorias. Após serem feitas as revisões e melhorias, os questionários foram enviados para quatrocentas e sessenta bibliotecárias das escolas de Ohio (EUA), que foram instruídas a avaliarem alguns *Web sites* utilizando o questionário revisado. Os dados obtidos foram utilizados para avaliar a eficácia do questionário como uma ferramenta de avaliação de *Web sites*.

Para realizar a avaliação da Interface, foi utilizado o ErgoList desenvolvido pelo LabiUtil da Universidade Federal de Santa Catarina que pode ser encontrado no *site* <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/>. O *CheckList* proposto compõe uma técnica de avaliação rápida, onde projetistas, sem uma formação específica em ergonomia, possam construir dispositivos de software corretos sob o ponto de vista da interação com o usuário. Essa dimensão é importante para as pretensões de produtos em mercados competitivos, onde interfaces e funcionalidades são avaliadas pelas vantagens em termos da rapidez de aprendizado, da facilidade de uso e da utilidade que proporciona aos seus usuários (GAMEZ, 1998).

Este *CheckList* destina-se a apoiar a inspeção da interface e descobrir seus defeitos ergonômicos mais flagrantes. As avaliações mais detalhadas, envolvendo interfaces complexas, deveriam ser realizadas por ergonomistas através de técnicas heurísticas e/ou ensaios de interação com usuários (GAMEZ, 1998).

Com base no *CheckList* de avaliação ergonômica, foi realizado uma redução dos itens de avaliação para que só fossem avaliados aspectos pertinentes ao trabalho em questão. O questionário utilizado nesta avaliação pode ser visualizado no Anexo 4. Neste teste são avaliados os seguintes itens (GAMEZ, 1998):

- **Condução:** que se refere aos meios disponíveis para aconselhar, orientar, informar e conduzir o usuário na interação com o computador (mensagens, alarmes, rótulos, etc.). O critério condução está subdividido em dois critérios: Presteza e Legibilidade.
  - **Presteza:** esse critério engloba os meios utilizados para levar o usuário a

realizar determinadas ações, conhecer as alternativas, em termos de ações, conforme o estado ou contexto nos quais ele se encontra. A presteza diz respeito igualmente às informações que permitem ao usuário identificar o estado ou contexto no qual ele se encontra, bem como as ferramentas de ajuda e seu modo de acesso.

- **Legibilidade:** este critério diz respeito às características léxicas das informações apresentadas na tela que possam dificultar ou facilitar a leitura dessa informação (brilho do caracter, contraste letra/fundo, tamanho da fonte, espaçamento entre palavras, espaçamento entre linhas, espaçamento de parágrafos, comprimento da linha, etc.).
- **Agrupamento/Distinção de Itens:** este critério diz respeito à organização visual dos itens de informação relacionados uns com os outros de alguma maneira. Esse critério leva em conta a localização e algumas características gráficas (formato) para indicar as relações entre os vários itens mostrados, para indicar se eles pertencem ou não a uma dada classe, ou ainda para indicar diferenças entre classes. Esse critério também diz respeito à organização dos itens de uma classe. O critério agrupamento/distinção de itens está subdividido em dois critérios: agrupamento/distinção por localização e agrupamento/distinção por formato.
  - **Agrupamento/Distinção por Localização:** este critério diz respeito ao posicionamento relativo dos itens, estabelecido para indicar se eles pertencem ou não a uma dada classe, ou, ainda, para indicar diferenças entre classes. Esse critério também diz respeito ao posicionamento relativo dos itens dentro de uma classe.
  - **Agrupamento/Distinção por Formato:** este critério diz respeito mais especificamente às características gráficas (formato, cor, etc.) que indicam se itens pertencem ou não a uma dada classe, ou que indicam ainda distinções entre classes diferentes ou distinções entre itens de uma dada classe.
- **Feedback Imediato:** o Feedback Imediato diz respeito às respostas do sistema às ações do usuário. Tais entradas podem ir do simples pressionar de uma tecla até uma lista de comandos. Em todos os casos, respostas do computador devem ser fornecidas, de forma rápida, com passo (*timing*) apropriado e consistente para cada tipo de transação. De todo modo, uma resposta rápida deve ser fornecida com



informações sobre a transação solicitada e seu resultado.

- **Carga de Trabalho:** o critério Carga de Trabalho diz respeito a todos os elementos da interface que têm um papel importante na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário e no aumento da eficiência do diálogo. O critério Carga de Trabalho está subdividido em dois critérios: Brevidade (que inclui Concisão e Ações Mínimas) e Densidade Informacional.
- **Densidade Informacional:** o critério Densidade Informacional diz respeito à carga de trabalho do usuário de um ponto de vista perceptivo e cognitivo, com relação ao conjunto total de itens de informação apresentados aos usuários, e não a cada elemento ou item individual.
- **Controle Explícito:** o critério Controle Explícito diz respeito tanto ao processamento explícito pelo sistema das ações do usuário, quanto ao controle que os usuários têm sobre o processamento de suas ações pelo sistema.
- **Adaptabilidade:** a adaptabilidade de um sistema diz respeito a sua capacidade de reagir conforme o contexto e conforme as necessidades e preferências do usuário. Dois sub-critérios participam da adaptabilidade: a flexibilidade e a consideração da experiência do usuário.
  - **Flexibilidade:** a flexibilidade se refere aos meios colocados à disposição do usuário que lhe permitem personalizar a interface, a fim de levar em conta as exigências da tarefa, de suas estratégias ou seus hábitos de trabalho. Ela corresponde também ao número das diferentes maneiras à disposição do usuário para alcançar um certo objetivo. Trata-se, em outros termos, da capacidade da interface de se adaptar as variadas ações do usuário.
  - **Experiência do usuário:** este critério diz respeito aos meios implementados que permitem que o sistema respeite o nível de experiência do usuário.
- **Homogeneidade:** o critério homogeneidade/coerência refere-se à forma na qual as escolhas na concepção da interface (códigos, denominações, formatos, procedimentos, etc.) são conservadas idênticas, em contextos idênticos, e diferentes, em contextos diferentes.
- **Significado dos Códigos e Denominações:** o critério significado dos códigos e denominações diz respeito à adequação entre o objeto ou a informação apresentada ou pedida e sua referência. Códigos e denominações significativas possuem uma

forte relação semântica com seu referente. Termos pouco expressivos para o usuário podem ocasionar problemas de condução, podendo levá-lo a selecionar uma opção errada.

- **Avaliação Contextual:** este critério diz respeito a adequabilidade do sistema em um dado contexto pedagógico ou situação específica. É uma característica complementar a todas as outras citadas acima e visa auxiliar no processo de tomada de decisão sobre a adoção e implementação mediante o contexto específico da instituição de ensino a ser utilizada.

É importante salientar que a redução dos quesitos, não compromete a avaliação geral do *site*, pois os quesitos que foram escolhidos são os que se encaixam na avaliação do sistema desenvolvido. No próprio *site* o autor sugere a redução dos itens que não estejam presentes nos sistemas desenvolvidos.

A seguir é apresentado como foi feita a avaliação pelos alunos e pelos professores, para demonstrar como foram obtidos os valores e como foram realizados os cálculos estatísticos.

## 7.1 Avaliação feita pelos Alunos através do Questionário Motivacional

A avaliação foi feita por meio de um questionário composto por 32 perguntas. Após navegar pelos dois sistemas (Estático e Adaptativo) o aluno responde a dois questionários, depois de todas as questões serem respondidas, estas são transferidas para uma tabela em que cada resposta é colocada em uma coluna obedecendo a ordem da numeração das questões, então é feita a soma das colunas e os resultados são obtidos. Na Tabela 17 é mostrado um exemplo de como ocorre o preenchimento da tabela e a soma das colunas.

**Tabela 17 – Respostas do teste motivacional obtida de um aluno para os dois sistemas (Estático e Adaptativo).**

E			S			O			U		
Col 1	Col 2	Col 3	Col 1	Col 2	Col 3	Col 1	Col 2	Col 3	Col 1	Col 2	Col 3
Perg	Estát.	Dinâm	Perg	Está	Dinâm	Perg	Estát.	Dinâm	Perg	Estát.	Dinâm
1	3	3	2	3	3	3	3	3	4	NA 0	NA 0
5	3	3	6	NA 0	NA 0	7	3	3	8	3	3
9	3	3	10	3	3	11	3	3	12	2	2
13	3	3	14	3	3	15	3	3	16	3	3
17	3	3	18	3	3	19	3	3	20	3	3
21	3	3	22	0	3	23	3	3	24	3	3
25	2	2	26	3	3	27	3	3	28	3	3
29	2	3	30	2	3	31	3	3	32	3	3
	22	23		17	21		24	24		20	20

As colunas **E** refletem o quanto **ESTIMULANTE** este *Web site* é para o usuário, as colunas **S** refletem o quanto **SIGNIFICATIVO** este *Web site* é para o usuário, as colunas **O** refletem o quanto **ORGANIZADO** o usuário considera este *Web site* é, e as colunas **U** refletem o quanto é **FÁCIL DE USAR** este *Web site*.

A seguir serão mostrados os valores obtidos de todos os 31 indivíduos.

## 7.2 Testes Estatísticos

Segundo Barbetta (2006), os testes estatísticos são usados para comparar diferentes grupos de elementos, com respeito a alguma variável de interesse ou variável resposta. Estes grupos podem diferir quanto a diferentes tratamentos aplicados a seus elementos, ou devido a diferentes populações de onde estes elementos são extraídos.

O teste  $t$  é o apropriado para comparar dois conjuntos de dados quantitativos, em termos de seus valores médios, cujos dados são pareados, ou seja, um mesmo grupo de indivíduos responde um questionário avaliando a motivação do sistema Estático e do sistema Adaptativo. Ele permite verificar se a tendência de ocorrer diferenças entre os dados não pode ser explicada, apenas por efeitos casuais. Para aplicar o teste  $t$ , as hipóteses são formuladas em termos de valores médios.

$H_0^3$ : O Sistema Adaptativo não é mais motivacional do que o sistema estático.

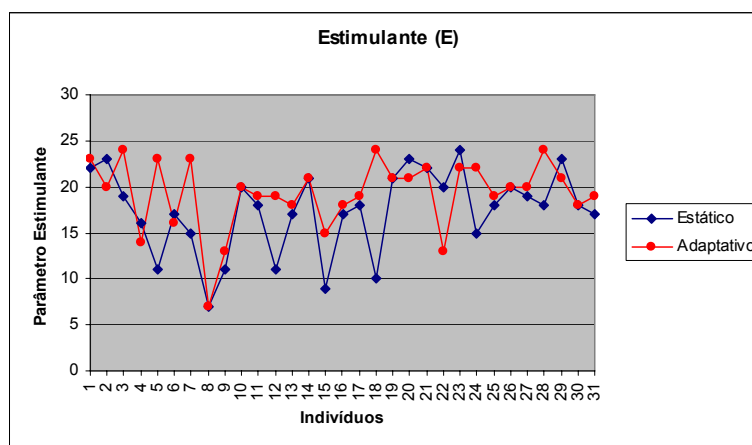
$H_1^4$ : O Sistema Adaptativo é mais motivacional do que o sistema estático.

Para colocar o  $H_0$  a prova, observou-se os 31 usuários, com resultados do questionário motivacional para os *sites* Estático e Adaptativo. Os dados foram separados nas diversas características analisadas (Estimulante, Significativo, Organizado e Fácil de Usar) e os valores médios totais são apresentados a seguir, estes valores numéricos forma obtidos dos 31 indivíduos, para cada parâmetro analisado.

O parâmetro **ESTIMULANTE** avalia: o *layout* da tela, como os títulos são apresentados, se o *site* é divertido e interessante de ser explorado, se as informações nos tópicos são interessantes, se a forma de apresentação do conteúdo (mídias utilizadas) é adequada, se existem boas surpresas na apresentação e se as cores são agradáveis. Isto é, este parâmetro avalia a maneira como é apresentado o conteúdo nas telas do sistema. A Tabela 18 mostra a avaliação do parâmetro estimulante para os dois *sites* (adaptativo e estático) e a Figura 42 apresentam o gráfico do parâmetro estimulante.

**Tabela 18 – Valor médio do parâmetro ESTIMULANTE para os 31 usuários dos sites Estático e Adaptativo.**

31 indivíduos	O quanto ESTIMULANTE é o <i>site</i> .		
	Site Estático – $X_1$	Site Dinâmico – $X_2$	Diferença ( $X_2 - X_1$ )
Média	17,4193548	19,29032258	1,870968
Desvio Padrão	4,48534052	3,813952878	4,455274
Total	540	598	58

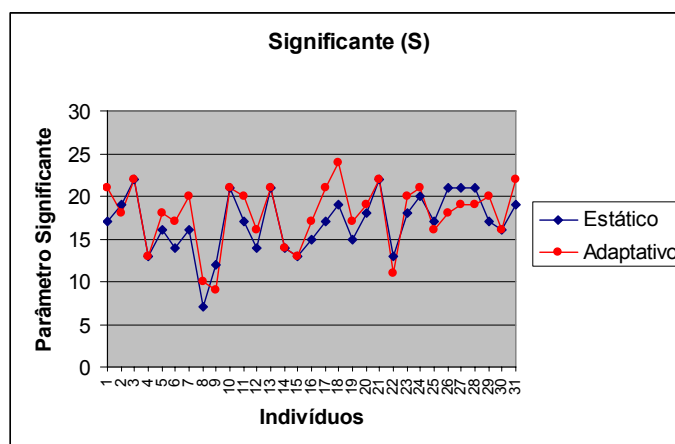


**Figura 42 – Gráfico do parâmetro ESTIMULANTE para os 31 usuários dos sites Estático e Adaptativo.**

O parâmetro **SIGNIFICANTE** avalia se existe um menu no início do *site*, se apresenta *links* úteis para outros *sites*, se as informações são originadas de fontes seguras, atuais, precisas e imparciais, se há pouca informação sem importância ou redundante, se o *site* oferece interatividade e se oferece oportunidade de se comunicar com o autor. A Tabela 19 e a Figura 43 apresentam os valores médios do parâmetro significativo.

**Tabela 19 – Valor médio do parâmetro SIGNIFICANTE para os 31 usuários dos sites Estático e Adaptativo.**

31 indivíduos	O quanto SIGNIFICANTE é o <i>site</i> .		
	Site Estático – $X_1$	Site Dinâmico – $X_2$	Diferença ( $X_2 - X_1$ )
Média	16,93548387	17,90323	0,967741935
Desvio Padrão	3,48267602	3,753708	2,183023453
Total	525	555	30



**Figura 43 – Gráfico do parâmetro SIGNIFICANTE para os 31 usuários dos sites Estático e Adaptativo.**

O parâmetro **ORGANIZADO** avalia se o visual ou as informações com áudio ajudam a “clarear” ou descrever os assuntos, se o objetivo do *site* está claro, se as direções a serem seguidas na utilização do *site* são simples e claras, se existem informações úteis sobre o conteúdo, se as informações são apresentadas usando uma linguagem e estilo claros e consistentes, se o texto está escrito sem erros gramaticais ou de ortografia, se o *site* apresenta uma quantidade de informações apropriadas sobre o assunto e se em qualquer assunto que o usuário se encontra é possível retornar ao menu principal ou sair. Isto é, este parâmetro avalia o conteúdo apresentado o qual nesta avaliação é o mesmo para os dois *sites*. A Tabela 20 e a Figura 44 apresentam a comparação entre os valores dos *sites* (adaptativo e estático) para o parâmetro organizado.

**Tabela 20 – valor médio do parâmetro ORGANIZADO para os 31 usuários dos sites Estático e Adaptativo.**

31 indivíduos	O quanto ORGANIZADO é o <i>site</i> .		
	Site Estático – $X_1$	Site Dinâmico – $X_2$	Diferença ( $X_2 - X_1$ )
Média	20,48387	20,41935	0,064516
Desvio Padrão	3,11845	3,78395	1,860743
Total	635	633	2

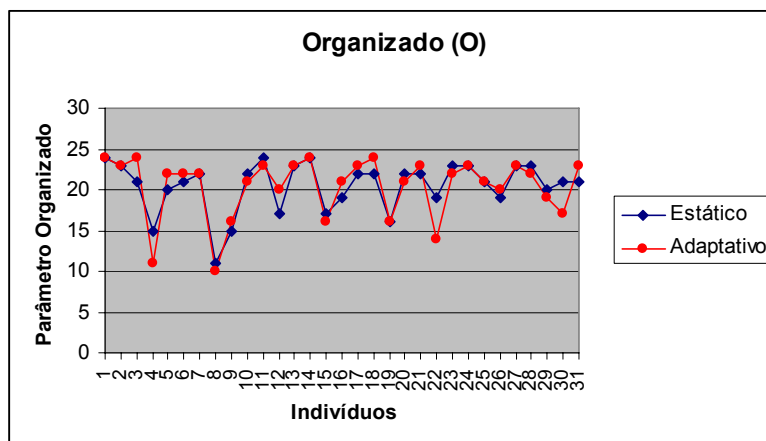


Figura 44 - Gráfico do parâmetro ORGANIZADO para os 31 usuários dos sites Estático e Adaptativo.

O parâmetro **FÁCIL DE USAR** avalia se é necessário uma habilidade especial para navegar no *site*, se este apresenta uma função ajuda, se o usuário pode controlar os movimentos a todo o momento, se os gráficos são concisos e claros, se os *hiperlinks* estão todos ativos. Se em todo tempo é possível controlar as informações que se deseja ver, se o tempo que leva para as figuras aparecerem na tela é razoável. A comparação deste parâmetro para os dois *sites* pode ser visto na Tabela 21 e na Figura 45.

Tabela 21 – valor médio do parâmetro FÁCIL DE USAR para os 31 usuários dos sites Estático e Adaptativo.

31 indivíduos	O quanto FÁCIL DE USAR é o <i>site</i> .		
	Site Estático – $X_1$	Site Dinâmico – $X_2$	Diferença ( $X_2 - X_1$ )
Média	19,74194	19,93548	0,193548
Desvio Padrão	3,776839	3,829147	2,344061
Total	612	618	6

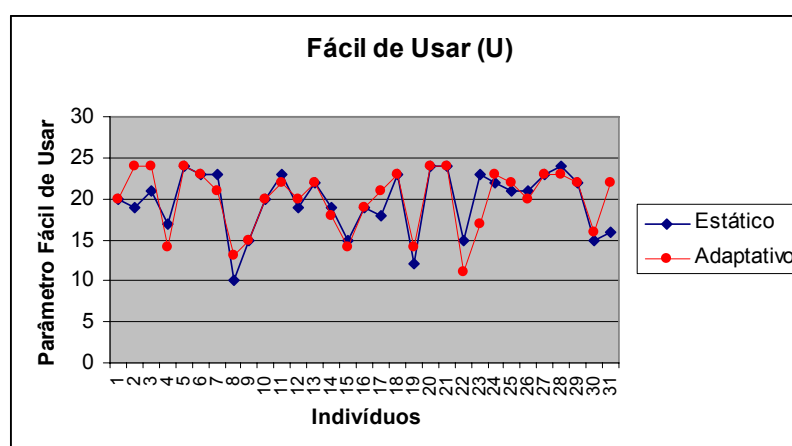


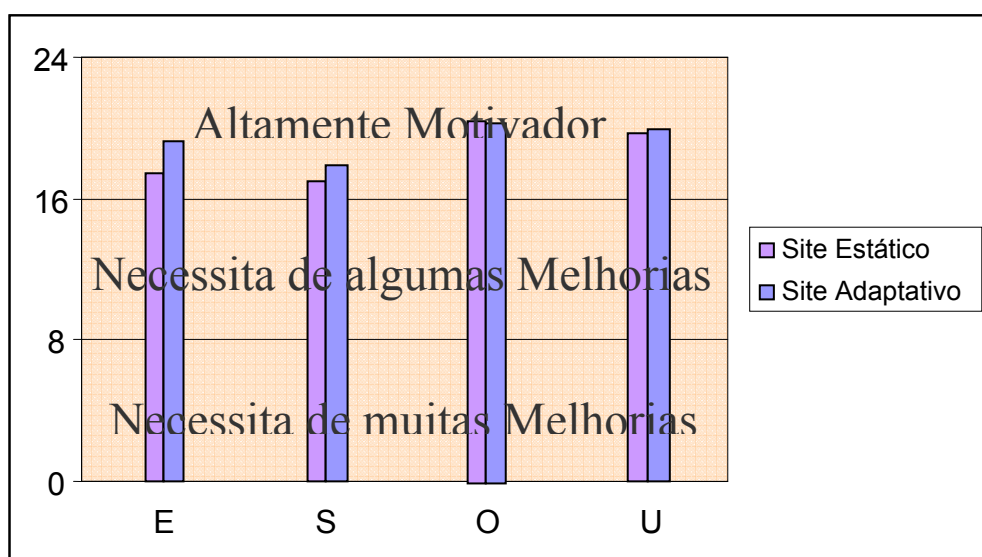
Figura 45 - Gráfico do parâmetro FÁCIL DE USAR para os 31 usuários do site Estático e Adaptativo.

Os valores médios dos parâmetros dos *sites* estático e adaptativo são apresentados na Tabela 22. A Figura 46 apresenta a avaliação dos parâmetros motivacionais segundo o

autor do questionário.

**Tabela 22 – Valores médios dos parâmetros motivacionais avaliados.**

Médias	Site Estático	Site Adaptativo
<b>Estimulante (E)</b>	17,4193548	19,29032258
<b>Significativo (S)</b>	16,9354839	17,90322581
<b>Organizado (O)</b>	20,483871	20,41935484
<b>Fácil de Usar (U)</b>	19,7419355	19,93548387



**Figura 46 - Gráfico da avaliação dos parâmetros motivacionais.**

O gráfico acima mostra que os parâmetros do site que estão entre 0 e 8 necessitam de muitas melhorias, entre 8 e 16 necessitam de algumas melhorias e acima de 16 são altamente motivadores.

Na avaliação do parâmetro ESTIMULANTE, os *sites* Estático e Adaptativo são altamente motivadores, sendo que o *site* Adaptativo é mais motivador do que os Estático.

Na avaliação do parâmetro SIGNIFICATIVO o *site* Adaptativo é mais motivador que o Estático. Já para os parâmetros ORGANIZADO e FÁCIL DE USAR os dois *sites* são altamente motivador, sendo que a diferença entre eles é mínima.

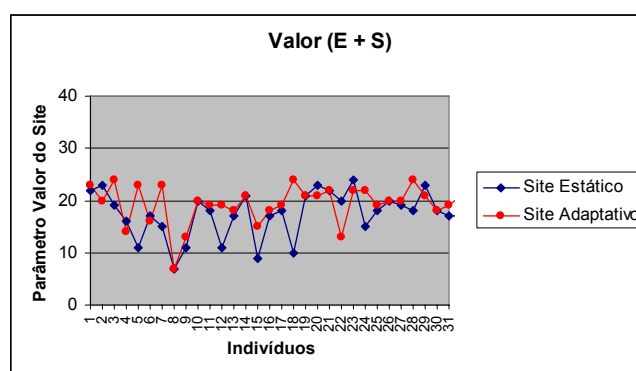
Nesta avaliação pode-se perceber que os dois *sites* são altamente motivadores, pois apresentam uma boa qualidade e não induziram os indivíduos nas respostas do questionário.

Os valores dos quatro parâmetros (E, S, O e U) de acordo com o autor deste teste, originam duas somas:  $V = (E + S)$  e  $ES = (O + U)$ , que indicam a qualidade motivacional. O valor  $V$  reflete o valor da motivação sobre a dimensão valor, isto é, o quanto

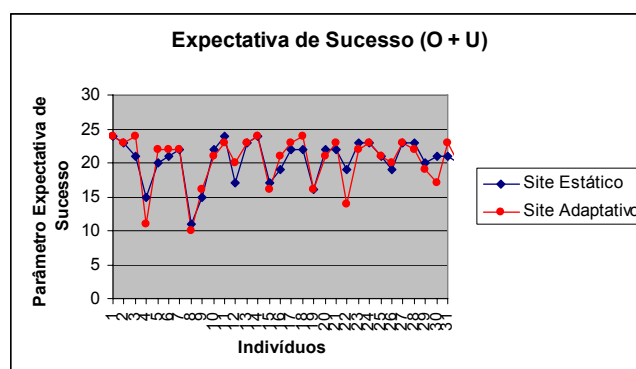
ESTIMULANTE e SIGNIFICATIVO este *Web site* é, e o valor **ES** reflete o valor da motivação sobre a dimensão Expectativa para o Sucesso, isto é, o quanto ORGANIZADO e FÁCIL DE USAR este *Web site* é. Estes parâmetros podem ser observados na Tabela 23 e nas Figuras 47 e 48 mostradas a seguir.

**Tabela 23 – Apresenta o Valor médio do “Valor e Expectativa para o Sucesso” dos sites Estático e Adaptativo.**

31 indivíduos	O quanto Estimulante e Significante (V) e a expectativa de Sucesso (ES) do <i>site</i>					
	<i>Site Estático</i>		<i>Site Adaptativo</i>		Diferenças V	Diferenças ES
	V = (E+S)	ES = (O+U)	V = (E+S)	ES = (O+U)		
<b>Média</b>	34,3548387	40,22580645	37,19355	40,35483871	2,8387097	0,129032258
<b>DP</b>	7,96801654	6,895289562	7,567661	7,613097109	0,4003558	0,717807547
<b>Somatório</b>	1065	1247	1153	1251	88	4



**Figura 47 – Gráfico do Parâmetro VALOR dos sites Estático e Adaptativo.**



**Figura 48 – Gráfico do Parâmetro EXPECTATIVA DE SUCESSO dos sites Estático e Adaptativo.**

O Gráfico da Figura 49 mostra que o *site* Adaptativo tem Alta Expectativa para o Sucesso e um Valor (E+S) médio, já o *site* Adaptativo tem alto Valor e alta Expectativa para o Sucesso, apresentando, portanto melhores condições para o aluno.

O valor da motivação total (soma de todos os parâmetros) é apresentado na Tabela 24 e na Figura 50.



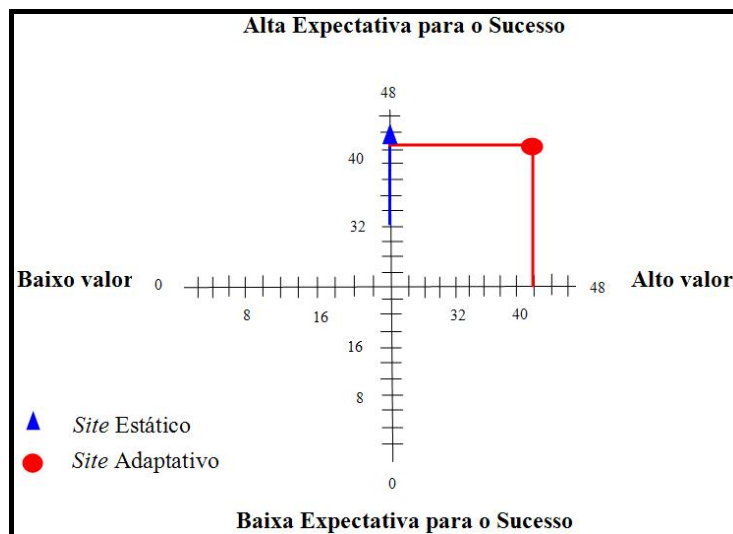


Figura 49 – Gráfico dos valores resultantes da motivação.

Tabela 24 – Valor médio da Motivação Total dos 31 indivíduos dos Sites Estático e Adaptativo.

31 indivíduos	Motivação Total		
	Site Estático $X_1$	Site Adaptativo $X_2$	Diferença $D = X_2 - X_1$
Média	74,58064516	77,5483871	2,967742
D Padrão	12,18954249	13,85601845	7,70058
Total	2312	2404	92

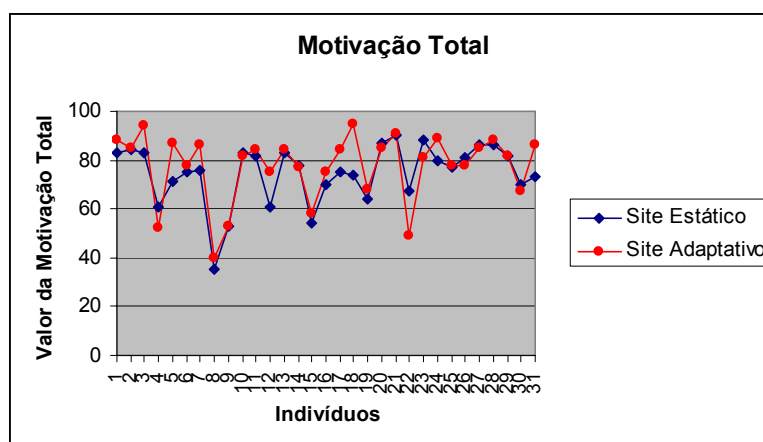


Figura 50 – Gráfico da Motivação Total dos sites Estático e Adaptativo para os 31 indivíduos.

O estudo estatístico foi realizado a partir dos dados obtidos através das respostas dos questionários. A estatística  $t$  baseia-se nos valores observados da variável  $D$ , definida por:

$$D = (\text{medida depois}) - (\text{medida antes})$$

Se a hipótese nula for correta, se espera que os valores observados desta variável estejam em torno de zero, isto é, que a média destas diferenças,  $\bar{D}$  esteja próxima de zero.

A estatística  $t$  para os dados pareados, pode ser obtida pela Equação 13.

$$t = \frac{\overline{D} \cdot \sqrt{n}}{S_D} \quad (13)$$

Onde:

$n$ : tamanho da amostra que, corresponde ao número de pares (estático, adaptativo) observados;

$\overline{D}$ : a média das diferenças observadas; e

$S_D$ : desvio padrão das diferenças observadas, obtido conforme Equação 14.

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - n \cdot \overline{D}^2}{n - 1}} \quad (14)$$

Considerando os dados de uma amostra com distribuição normal (número de pares  $\geq 30$ ) a estatística  $t$  tem distribuição de  $t$  de Student com  $gl = n - 1$  graus de liberdade. Depois de observar os dados amostrais e calcular o valor da estatística  $t$ , pode-se obter a probabilidade de significância ou valor  $p$ , a partir de uma tabela de distribuição  $t$  de Student. Caso o valor de  $p$  seja menor que o nível de significância adotado, o teste conclui que os dados mostram evidência suficiente de que  $H_0$  é falsa (BARBOSA, 2004).

Com os valores dos questionários obtém-se:

**Tabela 25 - Resultados do teste t para os parâmetros E, S, O e U.**

Características Motivacionais				
Análise estatística	Estimulante	Significante	Organizado	Fácil de Usar
Tamanho da amostra	31	31	31	31
Média (site estático)	17,4193548	16,93548387	20,483871	19,74193548
Média (site adaptativo)	19,2903226	17,90322581	20,4193548	19,93548387
Média da diferença	1,87096774	0,967741935	0,06451613	0,193548387
DP das diferenças	4,45527355	2,183023453	1,86074329	2,344061359
Teste t	2,3001309	2,428073263	0,18990765	0,452252741
gl (distribuição t de student)	30	30	30	30
Nível de significância	0,01	0,01	0,01	0,01
P (probabilidade de sign.)	2,62E-02	1,95E-02	8,48E-01	6,49E-01
Decisão	Ho falso	Ho falso	Ho falso	Ho falso

Tabela 26 - Resultados do teste t para os parâmetros V, ES e Motivação Total.

Análise estatística	V(E+S)	ES (O+U)	Motivação
Tamanho da amostra	31	31	31
Média (site estático)	34,35484	40,22580645	74,58065
Média (Site adaptativo)	37,19355	34,35483871	71,54839
Média da diferença	2,83871	5,870967742	3,032258
DP das diferenças	0,400356	0,717807547	7,70058
Teste t	38,83609	44,79837915	2,156768
gl (distribuição t de student)	30	30	30
nível de significância	0,01	0,01	0,01
p (probabilidade de sig)	0,007877	0,84330596	0,040103
decisão	Ho falso	Ho falso	Ho falso

Para uma melhor análise, as diferenças percentuais entre os parâmetros são mostradas na Tabela 27.

Tabela 27 - Diferença percentual entre os valores médios dos parâmetros dos sites Estático e Adaptativo.

Valor Médio				
	Estático	Adaptativo	Diferença	Diferenças %
Estimulante	17,4193548	19,29032258	1,870968	10,74074074
Significante	16,9354839	17,90322581	0,967742	5,714285714
Organizado	20,483871	20,41935484	0,064516	3,1496063
Fácil de usar	19,7419355	19,93548387	0,193548	9,80392157
V (E+S)	34,3548387	37,19354839	2,83871	8,262910798
ES (O+U)	40,2258065	40,35483871	0,129032	3,20769848
Motivação Total	74,5806452	77,5483871	2,967742	3,979238754

### 7.3 Avaliação Ergonômica do Site feita pelos Professores

A avaliação foi realizada por meio de um questionário composto por 76 perguntas, onde dez professores avaliaram a ergonomia do sistema Adaptativo desenvolvido. Este questionário avalia os seguintes itens: Presteza, Legibilidade, Formato, Localização, Feedback imediato, Carga de Trabalho, Densidade Informacional, Recursos, Flexibilidade, Experiência, Controle explícito, Homogeneidade, Significado e Avaliação contextual.

Após navegar pelo sistema o Professor responde o questionário realizando sua avaliação. Quando todos os itens do questionário já possuem uma resposta, eles são transferidos para uma tabela onde cada questão recebe um valor de acordo com seu grau de importância. Os valores das respostas nas perguntas de cada critério são somados e os totais são obtidos.

A avaliação implica em identificar as questões não aplicáveis ao software, e

classificá-las segundo uma ordem de importância, pois para questão *Não se Aplica*, ou a questão é *Muito importante*, ou a questão é *Importante* são dados pesos diferentes de acordo com o seu grau de importância como:

- Para questões com resposta *Não se aplica*, atribuir o peso 0 (zero);
- Para questões com resposta *Muito importante*, atribuir o peso 1.5 (um e meio);
- Para questões com resposta *Importante* atribuir o peso 1 (um).

Já para as questões com resposta **Sim**, atribuir o valor 1 (um), para as questões com resposta **Parcialmente**, atribuir o valor 0.5 (meio) e para questões com resposta **Não**, atribuir o valor 0 (zero)

Após todas as respostas das questões serem valoradas, é calculado o valor médio de cada quesito. Este cálculo é realizado através da aplicação da seguinte equação:

$$X(j) = \sum_{(i=1)}^{q(j)} \frac{a(i) * p(i)}{\sum p(i)q(j)} * 100 \quad (15)$$

Onde:

$j$  = critério

$q_j$  = número de questões por critério

$a(i)$  = valor da questão

$p(i)$  = peso atribuído à questão

O resultado indica o percentual de conformidade ergonômica do software para o quesito que está sendo avaliado. É necessário realizar este cálculo para todos os quesitos que estão sendo avaliados.

A seguir será descrito a soma dos resultados apenas para o quesito Condução, que se subdivide em Presteza e Legibilidade, demonstrando como foi realizada toda a avaliação quantitativa dos quesitos de ergonomia do sistema desenvolvido.

A Tabela 28 nos mostra as questões de avaliação do critério Condução que se subdivide em Presteza e Legibilidade com suas respostas e os respectivos pesos de cada questão de acordo com o seu grau de importância.

S = Sim      P = Parcialmente      N = Não      NA = Não se aplica

**Tabela 28 - Questões do quesito Condução Presteza e Legibilidade com as respostas e seus respectivos pesos.**

<b>Condução – Presteza</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>	<b>Pesos</b>
1. O software utiliza recursos do tipo hipertexto providenciando <i>links</i> apropriados que facilitem a compreensão dos conteúdos?	X				1,5
2. A apresentação do tipo hipertexto tem boa condução, de forma que o utilizador possa se localizar bem enquanto navega no programa?	X				1,5
3. As opções que comandam a apresentação da abertura de outras opções de dialogo, apresentam em seus rótulos sinais indicadores da continuidade do diálogo? (tais como “...” ou o sinal “>”).	X				1,5
4. No caso em que são apresentadas tabelas ao longo do software, estas possuem cabeçalho para linhas e colunas apresentadas de maneira distinguíveis dos restantes dados (quanto a cor, fonte ou tipo de letra) ?				X	1,0
5. As páginas de menus possuem títulos, cabeçalhos ou convites à entrada?	X				1,5
6. O usuário encontra disponíveis as informações necessárias para suas opções?	X				1,0
7. As opções de menu que levam à outros painéis de menu apresentam o sinal “>” como indicador desse fato?	X				1,0
<b>Condução - Legibilidade</b>					
1. Os conteúdos apresentados estão livres de equívocos conceituais?	X				1,5
2. As redações das informações textuais estão corretas, livres de erros gramaticais e de pontuação?		X			1,5
3. O estilo literário do texto favorece a compreensão dos conteúdos?	X				1,5
4. A apresentação do texto, nomeadamente o tipo e tamanho das letras, é de fácil legibilidade?	X				1,0
5. Os parágrafos de texto são separados por uma linha em branco, pelo menos, e possuem margens bem definidas?		X			1,5
6. O uso de cores favorece a legibilidade do programa?	X				1,0
7. A cor do fundo em relação à cor da letra permite uma boa leitura?	X				1,0
8. Os textos apresentados nas caixas de opções de menu, apresentam boa legibilidade, ou seja, estão adequadamente posicionados e separados das bordas neste tipo de caixa?	X				1,0
9. O uso exclusivo de maiúsculas nos texto é evitado?	X				1,0
10. O uso de abreviaturas é minimizado nos menus?	X				1,0
11. Os nomes das opções estão somente com a inicial em maiúsculo?	X				1,0

A Tabela 29 apresenta um exemplo de como foi feita a soma dos valores para cada quesito, nesta tabela é feita a soma do quesito condução que é subdividido em Presteza e Legibilidade. O valor encontrado foi feito apenas para um professor.

**Tabela 29 - Apresenta como é feita a avaliação para o quesito Condução (Presteza e Legibilidade) realizada por um professor do questionário ergonômico.**

<b>Condução - Presteza</b>			
<b>Questão</b>	<b>Valor a (i)</b>	<b>Peso da questão p(i)</b>	<b>X = a (i) * p(i)</b>
<b>1</b>	1	1,5	1,5
<b>2</b>	1	1,5	1,5
<b>3</b>	1	1,5	1,5
<b>4</b>	0	1	0
<b>5</b>	1	1,5	1,5
<b>6</b>	1	1	1
<b>7</b>	1	1	1
<b>Total</b>		9	8

Condução - Legibilidade			
Questão	Valor a (i)	Peso da questão p(i)	X = a (i) * p(i)
1	1,0	1,5	1,5
2	0,5	1,5	0,75
3	1,0	1,5	1,5
4	1,0	1,0	1,0
5	0	1,5	0
6	1,0	1,0	1,0
7	1,0	1,0	1,0
8	1,0	1,0	1,0
9	1,0	1,0	1,0
10	1,0	1,0	1,0
11	1,0	1,0	1,0
<b>Total</b>		13	10,75

Aplicando a equação 15 nas questões referentes ao quesito Condução Presteza e Legibilidade, podemos calcular a média ponderada do mesmo.

$$\text{Presteza} = X = \frac{8}{9} \quad X = 0,88 * 100 = \mathbf{88\%}$$

$$\text{Legibilidade} = X = \frac{10,75}{13} \quad X = 0,82 * 100 = \mathbf{82\%}$$

Quando um critério possui sub-quesitos, é necessário que se encontre um valor médio para o quesito. Por exemplo, o quesito Condução subdivide-se em: Presteza, e Legibilidade. Sendo assim, após eu encontrar os valores dos dois quesitos (Presteza e Legibilidade) será calculada a média do quesito Condução.

$$\text{Presteza} = 88\%$$

$$\text{Legibilidade} = 82\%$$

$$\text{Condução} = \frac{50 + 85}{2} = 67,5\%$$

O resultado encontrado, para apenas um professor, é que o quesito Condução atinge 67% de conformidade ergonômica.

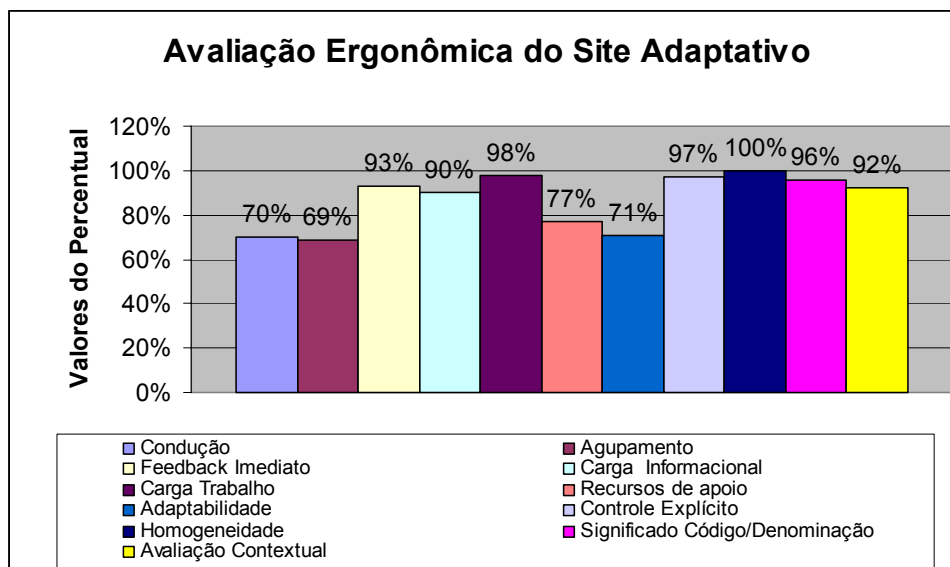
Esta equação foi aplicada para todos os quesitos, encontrando assim o percentual de conformidade com relação a ergonomia do sistema desenvolvido.

A Tabela 30 é apresentada com os valores referentes à avaliação de cada quesito do *site* adaptativo avaliados pelos dez professores. E na Figura 51 é apresentado o gráfico da Avaliação Ergonômica.

Tabela 30 - Apresenta a avaliação de cada quesito realizada pelos 10 professores.

Prof.	Condução		Agrupamento		Feedback Imediato	Densidade Informacional	Carga Trabalho	Recursos de Apoio
	Presteza	Legibilidade	Formato	Localização				
1	0,88	0,82	1	1	1	0,96	0,92	0,64
2	0,88	1	1	1	1	1	1	0,96
3	1	0,96	0,85	0,9	0,66	1	1	0,66
4	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0,88	1	0,66	0,87	1	0,92	0,92	0,67
6	0,88	0,92	1	1	1	1	1	0,8
7	0,66	0,98	0,71	1	1	0,71	1	0,59
8	0,88	0,94	0,56	0,81	1	0,67	1	0,64
9	0,86	0,86	0,5	0,93	0,66	0,78	1,03	0,8
10	1	1	1	1	1	1	1	1
	<b>0,892</b>	<b>0,948</b>	<b>0,828</b>	<b>0,951</b>	<b>0,932</b>	<b>0,904</b>	<b>0,987</b>	<b>0,776</b>
	<b>89%</b>	<b>94%</b>	<b>82%</b>	<b>95%</b>	<b>93%</b>	<b>90%</b>	<b>98%</b>	<b>77%</b>
	<b>91,50%</b>		<b>88,50%</b>					
<b>Total</b>	<b>70%</b>		<b>69%</b>		<b>93%</b>	<b>90%</b>	<b>98%</b>	<b>77%</b>

Prof.	Adaptabilidade		Controle Explícito	Homogeneidade	Significado Código/Denominação	Avaliação Contextual
	Flexibilidade	Experiência Usuário				
1	1	1	1	1	1	0,95
2	1	1	1	1	1	1
3	0,83	0,75	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	0,83
6	1	1	1	1	1	0,95
7	0,75	0,5	1	1	0,8	0,9
8	1	1	0,71	1	0,8	0,64
9	0,66	1	1	1	1	0,97
10	1	1	1	1	1	1
	<b>0,924</b>	<b>0,925</b>	<b>0,971</b>	<b>1</b>	<b>0,96</b>	<b>0,924</b>
	<b>92%</b>	<b>92%</b>	<b>97%</b>	<b>100%</b>	<b>96%</b>	<b>92%</b>
	<b>92%</b>					
<b>Total</b>	<b>71%</b>		<b>97%</b>	<b>100%</b>	<b>96%</b>	<b>92%</b>



**Figura 51 - Gráfico com os valores de todos os quesitos de acordo com a avaliação dos Professores.**

A Tabela 31 apresenta o resultado geral da avaliação ergonômica realizada pelos professores de acordo com todos os quesitos que foram avaliados. E na Figura 52 é apresentado o gráfico da avaliação geral de todos os quesitos avaliados.

**Tabela 31 - Apresenta o resultado geral da Avaliação Ergonômica.**

<b>Questionário - Avaliação Ergonômica</b>		
<b>Soma final da Avaliação Ergonômica dos (10) professores</b>		
<b>Quesitos para a Avaliação do <i>Site</i> Adaptativo</b>	<b>Resultado da soma dos 10 professores</b>	<b>Resultado Geral %</b>
<b>Condução</b>		
Presteza	0,89	70%
Legibilidade	0,94	
<b>Agupamento e distribuição de Itens</b>		
Formato	0,82	69%
Localização	0,95	
<i>Feedback</i> Imediato	0,93	93%
Carga Informacional	0,9	90%
Carga de trabalho – Densidade Informacional	0,98	98%
Recursos de apoio à compreensão dos conteúdos	0,77	77%
<b>Adaptabilidade</b>		
Flexibilidade	0,92	71%
Experiência do usuário	0,92	
Controle Explícito	0,97	97%
Homogeneidade	1	100%
Significado dos Códigos e Denominações	0,96	96%
Avaliação Contextual	0,92	92%



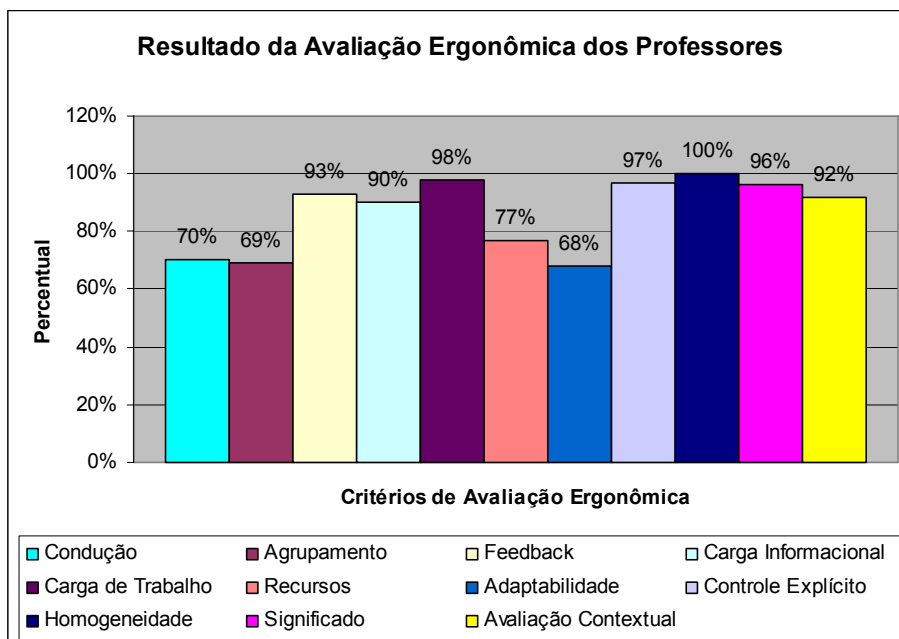


Figura 52 - Gráfico da avaliação ergonômica geral de todos os quesitos.

## 7.4 Análise dos Resultados

A análise dos resultados está dividida em duas partes, a primeira faz a avaliação motivacional do *site* e a segunda faz a avaliação ergonômica do *site*. Estas avaliações são descritas a seguir.

### 7.4.1 Avaliação Motivacional

Através dos resultados dos quatro quesitos (E, S, O e U) apresentados na Tabela 25 conclui-se que o *site* Adaptativo é mais Estimulante, Significante, Organizado e Fácil de usar que o *site* Estático ( $H_0$  falso) com um nível de significância de 0,01.

Para o quesito **ESTIMULANTE** obteve-se a diferença percentual de 10,74% entre os valores de diferença do *site* adaptativo e estático como é mostrado na Tabela 27 Assim, o *site* adaptativo se mostrou mais estimulante que o *site* estático. Através desta avaliação percebe-se que esta forma de apresentação dos conteúdos é mais estimulante para os usuários, fazendo com que os seus conhecimentos sejam assimilados de acordo com a mídia mais adequada para o seu perfil. É importante salientar que o quesito estimulante desta avaliação é o de maior interesse por avaliar as modificações que foram realizadas de um *site* para o outro (estático e adaptativo).

No quesito **SIGNIFICANTE** a diferença percentual entre o *sites* (adaptativo e estático) apresentada na Tabela 27 foi de 5,71%, onde o *site* adaptativo apresenta um valor médio maior que o *site* estático. Esta diferença percentual nos mostra que o *site* adaptativo

possibilita maior interatividade por parte do usuário.

De acordo com a Tabela 27, o quesito **ORGANIZAÇÃO** apresenta uma diferença percentual entre o *site* Adaptativo e o Estático de 3,14 %. Este quesito apresentou a menor diferença percentual entre os *sites*. Conclui-se que o *site* Adaptativo apresentou um valor percentual maior, por utilizar os recursos multimídias (áudio e vídeo) na apresentação dos assuntos referentes à mídia animação.

Para o quesito **FÁCIL DE USAR** pode-se afirmar, conforme a Tabela 27, que a diferença percentual entre os *sites* adaptativo e estático é de 9,80 %. Percebe-se que o *site* adaptativo teve um percentual maior que o *site* estático, este quesito avalia se o *site* dispõe de botões de ajuda, *hyperlinks* ativos, etc.

Após realizar a avaliação individual dos quatro quesitos (Estimulante, Significante, Organizado e Fácil de Usar), é feita a avaliação da soma dos quesitos. O quesito **VALOR** apresenta a soma dos quesitos: estimulante e significativo ( $V = E+S$ ) e o quesito **EXPECTATIVA DE SUCESSO** apresenta a soma dos quesitos organizado e fácil de usar ( $ES = O+U$ ).

Os resultados apresentados na Tabela 27 mostram que o quesito “**VALOR**” é maior para o *site* adaptativo que para o *site* estático com o valor médio de 8,26% para o *site* adaptativo, e que para o quesito **EXPECTATIVA DE SUCESSO** o *site* adaptativo com apresenta o valor médio de 3,20% maior que o *site* estático. Os dois quesitos apresentam um nível de significância ( $\alpha$ ) igual a 0,01.

Considerando que a **MOTIVAÇÃO TOTAL** é definida através da soma das médias dos quatro quesitos (E, S, O e U), de acordo com a Tabela 27 que mostra o valor médio do quesito **MOTIVAÇÃO TOTAL**, pode-se afirmar que o *site* Adaptativo é 3,97% mais motivador que o *site* Estático, com nível de significância de 0,01. Este resultado é satisfatório visto que leva em conta a média dos quatro parâmetros (E, S, O e U) e que apenas a forma de apresentação dos conteúdos (mídias texto, desenho e animação) foram alterados de um *site* para outro.

Como o quesito desta avaliação mais significativo é o Estimulante conclui-se que a diferença do valor médio neste quesito (estimulante) foi bastante satisfatória (10,74%), entretanto melhores resultados podem ser obtidos através do aperfeiçoamento na elaboração do *site* Adaptativo.

Este teste realizado avaliou a motivação na utilização do *site* Adaptativo.

### 7.4.2 Avaliação Ergonômica

Através dos resultados apresentados nas Tabelas (Tabelas 29 e Tabela 30) de cada critério avaliado e demonstrado anteriormente podemos concluir que o *site* Adaptativo obteve resultados muito satisfatórios em relação à avaliação ergonômica em geral. Para o quesito **Condução** que se subdivide em Presteza e Legibilidade se obteve 70% de aprovação por parte dos professores, pois concordam que o *site* Adaptativo apresenta uma boa presteza e legibilidade, demonstrando que a forma de navegação no *site* é simples e adequada e não há ocorrência de erros, as informações são claras, os textos são bem redigido e livre de equívocos conceituais, a linguagem utilizada é apropriada e orientada para seu público alvo específico, facilitando a compreensão e assimilação dos conteúdos e o processo de ensino-aprendizagem. Estes resultados são satisfatórios, pois uma boa Presteza e Legibilidade contribuem para que o aluno atinja com maior rapidez e eficácia a aquisição do conhecimento proposto.

Para o quesito **Agrupamento** que se subdivide em Formato e Localização obteve-se 69% de aprovação. Os professores avaliaram que o *site* apresenta um bom formato levando o usuário a uma melhor compreensão da ordenação dos objetos (imagens, textos, comandos, etc.) que são apresentados, e apresenta uma boa localização fazendo com que o usuário perceba mais facilmente relacionamentos entre itens ou classes de itens, se diferentes formatos ou diferentes códigos ilustrarem as suas similaridades ou diferenças.

No critério **Feedback Imediato** obteve-se aprovação de 93% dos professores que se mostraram satisfeitos com o *site* demonstrando que as respostas as ações do usuário são respondidas rapidamente pelo computador agilizando a navegação sistema.

No quesito **Carga de Trabalho** 98% dos professores mostraram-se satisfeito com a apresentação dos objetos na interface do *site* facilitando o aprendizado.

No quesito **Densidade Informacional** 90% dos professores mostraram-se satisfeitos com a forma de apresentação do conteúdo, demonstrando que a carga educacional aplicada ao aluno é adequada.

No critério **Recursos de Apoio** 77% dos professores mostraram-se satisfeitos com o *site*, isso demonstra que os conteúdos apresentam clareza, consistência e compreensão na forma que são apresentados. Os recursos multimídias e os recursos motivacionais provocam o interesse pelo assunto ao mesmo tempo em que facilitam a situação de ensino-aprendizagem.

No critério **Adaptabilidade** que se subdivide em Flexibilidade e Experiência do

Usuário a aprovação foi de 92% dos professores. Isso mostra que uma boa Adaptabilidade dos meios colocados a disposição do usuário permite personalizar a interface a fim de levar em conta as exigências das tarefas, de suas estratégias ou hábitos de trabalho, também é possível aplicar meios diferenciados para lidar com as diferenças individuais, permitindo que o usuário possa adaptar seu estilo de interação, mediante a sua experiência, contribuindo para um melhor aprendizado.

No critério **Controle Explícito** obteve-se o valor de 97% de satisfação entre os professores, mostrando que há adequação ao ritmo do processo de ensino-aprendizagem e motivação na interação com o sistema.

Para o critério **Homogeneidade** 100% dos professores mostraram satisfação com o *site*, mostrando um ótimo resultado, mostrando que a interface apresentada está adequada para apresentar os conteúdos aos usuários auxiliando-os no processo de ensino-aprendizagem.

Para o critério **Significado dos Códigos e Denominações** obteve-se valor de 96% entre os dez professores que avaliaram o *site*, isto mostra que o sistema apresenta códigos e denominações muito significativas, melhorando a recordação e o reconhecimento do usuário.

E no último critério **Avaliação Contextual** obteve-se valor de 92%, mostrando-se satisfatório, o que representa que o *site* Adaptativo corresponde às exigências ergonômicas de conformidade sendo adequado para facilitar, viabilizar e auxiliar a aprendizagem dos usuários.

Após a realização da avaliação ergonômica é possível perceber que o sistema como um todo mostrou-se satisfatório para auxiliar no processo de ensino/aprendizagem como mais uma ferramenta.

## 8. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

A seguir é realizada uma discussão sobre o trabalho englobando os tópicos relevantes do mesmo. Após a discussão é mostrada a conclusão do trabalho.

### 8.1 Discussões

O desenvolvimento deste Sistema Hiperídia com Interface Adaptativa em Câncer de Mama usando Redes Neurais Artificiais MLP e IAC apresenta uma ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, em que o aluno poderá ter acesso a um conteúdo mais atrativo, mais dinâmico e facilitador na aquisição de conhecimento na área de Patologia. Usando a metodologia proposta por Barbosa (2004), a pesquisadora gerou aplicações significativas para educação em saúde, demonstrando que o uso desta estratégia pode ser utilizado e implementado em várias áreas de pesquisa em que se introduz a informática na educação aplicada à saúde.

Uma novidade no desenvolvimento desta metodologia, é que ela leva em consideração o perfil do usuário que é determinado pela Teoria das Inteligências Múltiplas. Quando o usuário interage com o sistema, o mesmo se adapta de acordo com as suas preferências. Esta adaptação é uma característica importante deste sistema, pois o mesmo apresenta os conteúdos nas mídias texto, desenho e animação de acordo com as IMs Lingüístico-verbal, Visual-espacial e Cinestésico-corporal respectivamente e com as preferências do usuário tornando-o mais atrativo e interessante.

Após serem realizadas as avaliações dos dois *sites* (adaptativo e estático) conclui-se que cada instituição de ensino possui características próprias o que diferenciam umas das outras. A decisão sobre o uso deste sistema não pode ser baseada unicamente na conformidade do produto com os padrões ergonômicos e pedagógicos, mas a ergonomia do sistema avalia a pertinência e adequabilidade do uso de um sistema para ensino/aprendizado.

A modelagem do sistema foi desenvolvida para documentar o funcionamento de todas as etapas que envolvem o sistema, assim, qualquer indivíduo pode entender como foi desenvolvido este sistema. Este sistema não possui banco de dados, portanto o Diagrama de classes na parte da modelagem não foi desenvolvido. Mas, como melhoramentos no sistema um banco de dados pode ser desenvolvido para que fiquem armazenadas as alterações na adaptação do sistema de acordo com as novas escolhas do usuário, pois numa

próxima consulta o sistema já estaria adaptado as últimas escolhas realizadas pelo usuário.

O uso de apenas três IMs mostrou que o sistema adaptativo não precisaria usar a RNA IAC pois na parte de adaptação somente a RNA MLP\_Mídias resolveria esta questão. Pois quando ocorre o processo de adaptação de acordo com as escolhas do usuário a mídia escolhida aumenta e a mídia rejeitada diminui, assim a IM que não foi escolhida permanece com o mesmo valor, para garantir o valor total de 20 mídias apresentadas. O uso da RNA IAC se faz necessário quando se utiliza quatro ou mais IMs, pois neste caso quando uma IM é aumentada e outra é diminuída, as outras duas IM modificarão os valores de suas mídias conforme a estratégia pedagógica do especialista (conhecimento da rede) e memória das ações anteriores. Um sistema com quatro ou mais mídias é bastante complexo, necessitando, portanto das duas redes (novo sistema híbrido desenvolvido, com a rede MLP e rede IAC trabalhando em conjunto).

A avaliação do sistema adaptativo realizada por 31 indivíduos mostrou que o parâmetro mais significativo foi o Estimulante. Os alunos aprovaram a forma como os assuntos são apresentados nas telas do sistema.

Os indivíduos que realizaram a avaliação foram alunos do curso de enfermagem da UFSC (3ª e 4ª fase). Eles possuíam conhecimento sobre internet, assim facilitou a utilização do sistema. A avaliação da maneira como foi realizada apresentou resultados satisfatórios. Portanto, a idéia de uma avaliação ser realizada no decorrer do semestre letivo acredita-se que apresentaria melhores resultados. Os professores ministrariam aulas na maneira tradicional sobre o conteúdo Câncer de Mama com uma turma e em outra turma os alunos utilizariam o sistema como ferramenta de ensino. Após dois meses de estudo, seria aplicado uma avaliação por escrito sobre o mesmo assunto para as duas turmas, assim poderia ser avaliado com mais precisão o quão importante é a utilização de Sistemas Hiperídia com Interface Adaptativa como ferramenta no processo de ensino/aprendizagem. Desta maneira os resultados das avaliações seriam mais preciso e mostrariam qual forma seria a melhor, conseqüentemente o sistema também seria melhor avaliado e passaria por algumas correções e melhorias em sua interface, conteúdos, etc.

## **8.2 Conclusões**

Com as rápidas transformações, resultado da revolução tecnológica e científica, a quantidade de informações produzidas precisam ser prontamente difundidas. O uso do computador e da Internet serve de facilitador e instigador, incentivando o gosto pela

pesquisa e pela aprendizagem contínua e autônoma. Ao usá-los como ferramenta cotidiana de aprendizagem, deve-se fornecer um material para consulta rápida e eficiente em discussões no âmbito do conhecimento, e em especial neste trabalho na área da saúde.

É fato também, que não basta para o aluno, simplesmente ter as informações, eles precisam saber avaliá-las, analisá-las e relacioná-las com situações reais do dia a dia, para construir um conhecimento que resulte em vantagem educacional e cenário interessante para o intelecto. Por isso, deve-se motivar o aluno, encorajá-lo a buscar conhecimento sob diferentes perspectivas, incentivá-los a analisar determinados conteúdos, neste caso específico Câncer de Mama, por outros pontos de vistas referendados na sua capacidade intelectual, em especial as Inteligências Múltiplas.

Tendo em vista esses argumentos, o trabalho “Sistema Hipermídia com Interface Adaptativa sobre Câncer de Mama usando Redes Neurais Artificiais MLP e IAC”, demonstrou o sucesso da implementação da metodologia de Barbosa, na confecção de um *site* sobre Câncer de Mama. Mostrou-se adequado as características cognitivas dos alunos de Enfermagem envolvidos e eficiente ergonomicamente como ferramenta, de acordo, com os professores de Patologia pesquisados.

Os testes de avaliação motivacional feitos com amostra de alunos da área da saúde, mostraram que os resultados forma satisfatórios e que o *site* Adaptativo em relação ao site Estático foi 10,74% mais estimulante, 5,71% mais significativo, 3,14% mais organizado, 9,8% mais fácil de usar e 8,26% mais motivador. Demonstrando nos resultados, que os alunos aceitaram melhor o *site* Adaptativo e que a forma de apresentação utilizando texto, desenho e animação mostrou-se mais atrativa e interessante no processo de auxílio à aquisição do conhecimento.

É importante ressaltar que o SH permite um alto grau de interatividade e apóia o processo de ensino-aprendizagem, de várias formas, permitindo aos alunos pensar e construir oportunidades de aprender utilizando um ambiente não convencional, mas que prenda a sua atenção e estimule o aprendizado. Para que se consiga fazer com que o educando aprenda o conteúdo apresentado, não basta apresentar os mesmos corretamente, faz-se necessário motivar sua atenção apresentando as informações através de um contexto adequado.

Salienta-se que o mecanismo de adaptação de interfaces implementado neste trabalho, pode ser utilizado em qualquer sistema. E que os resultados do teste motivacional podem ser melhorados com o aperfeiçoamento do *site* Adaptativo.

A avaliação ergonômica realizada com a amostra de professores obteve como resultados: Condução 70%, Agrupamento 69%, *Feedback* Imediato 93%, Carga de Trabalho 98%, Densidade Informacional 90%, Recursos de Apoio à Compreensão dos Conteúdos 77%, Adaptabilidade 92%, Controle Explícito 97%, Homogeneidade 100%, Significado dos Códigos e Denominações 96% e Avaliação Contextual 92%. Por esta avaliação, o *site* Adaptativo, apresentou uma boa aceitação entre os pesquisados que o consideraram uma estratégia educacional a ser usada como recurso no processo de ensino-aprendizagem. Os critérios ergonômicos avaliados mostraram-se pertinentes quanto às normas de ergonomia.

Pelos resultados, conclui-se que a adaptação da metodologia utilizada neste trabalho, utilizando técnicas de IA é indicada para ser aplicada em sistemas hipermídia que necessitem de adaptação de interface, pois mostrou que seu desenvolvimento torna a apresentação dos conteúdos mais atrativa para os alunos.

O processo de captura das imagens macroscópicas e microscópicas da mama apresentou-se como recurso de metodologia em que as imagens reais de lesões, inflamações e tumores benignos e malignos da mama foram apresentadas associadas a textos explicativos através de um Sistema Hipermídia com objetivo educacional. Isto expôs a pesquisadora a realidade de uma situação comum e grave que é o câncer de mama. A ampliação dos seus conhecimentos compreendeu não apenas os aspectos técnicos da aquisição das imagens, mas também o aspecto anatomofisopatológico da doença e por último, mas não menos importante, os aspectos humanísticos que permitem observar que o tema estudado não é apenas uma patologia ou um assunto a ser explorado através de um *site*, mas diz respeito ao ser humano em toda a sua adversidade.

A escolha da Teoria das Inteligências Múltiplas mostrou-se acertada para o desenvolvimento do trabalho, aplicada como recurso de aprendizagem pode ajudar as pessoas a alcançar o seu maior potencial intelectual nos estudos, no trabalho e nas suas ações na área da saúde.

Ao término desta dissertação é possível propor como recomendações de trabalhos futuros a ampliação do uso de outras Inteligências Múltiplas na adaptação do sistema, proporcionando modulações na escolha de novos tipos de mídias capazes de gerar e influenciar outros resultados na apresentação do conteúdo. Incentivar a exploração do conteúdo sobre Câncer de Mama, que se mostra um vasto campo de pesquisa, para alunos de diferentes áreas.



Acredita-se com base em todos os relatos apresentados nessa dissertação, que o futuro desta metodologia é promissor, proporcionando mais uma alternativa eficiente de gerar soluções de ensino por computador para atender às necessidades educacionais. Vale ressaltar que a utilização destas soluções pode propiciar a disseminação de conteúdos de forma ágil, atrativas e eficientes. E por isso, este sistema deve ser disponibilizado no portal do Instituto de engenharia Biomédica da UFSC.

Para a autora, que vivenciou uma experiência de interdisciplinaridade, trabalhando com áreas diferentes: Patologia, Informática e Educação, o trabalho mostrou uma oportunidade ímpar de construção de conhecimento integral, ampliando seu horizonte profissional e pessoal, motivando-a para continuar com pesquisa de Informática com aplicação na área de Educação e de Saúde.

Conclui-se analisando os critérios ergonômicos avaliados, que este teste apresentou bons resultados para a avaliação ergonômica do sistema, tendo uma aceitação satisfatória por parte dos usuários, mas que podem ser melhorados com o aperfeiçoamento do *site* adaptativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAE – Associação Brasileira de Estudos das Inteligências Múltiplas. Acessado em 2004, <http://www.abrae.com.br>

ALVES, A. V.; MOURA, H. R. L. de.; *Sistemas de hipermídia adaptativa*. In: \_\_ Revista do CCEI - Centro de Ciências da Economia e Informática, volume 7, número12. Bagé: Ediurcamp, 2003.

ANTUNES, C.; 1998a. *As Inteligências Múltiplas e seus estímulos*, 2ª ed. Campinas: Editora Papirus.

ANTUNES, C.; 1998b *Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências*. São Paulo: Editora Vozes.

ANTUNES, C.; 2001. *Como Desenvolver Conteúdos Explorando as Inteligências Múltiplas*, Rio de Janeiro: Editora Vozes.

ANTUNES, C.; 2001a. *Como Transformar Informações em Conhecimento*. Fascículo 2. Petrópolis: Editora Vozes.

ANTUNES, C.; 2001b. *Como Desenvolver Conteúdos Explorando as Inteligências Múltiplas*. Fascículo 3, Petrópolis: Editora Vozes.

ANTUNES, C.; 2001c. *Como Identificar em Você e em Seus Alunos as Inteligências Múltiplas*. Fascículo 4, Petrópolis: Editora Vozes.

ANTUNES, C.; 2002. *A Inteligência Emocional na Construção do Novo Eu*. 8ª Edição, Petrópolis: Editora Vozes.

ANTUNES, C.; 2003. *As inteligências múltiplas e seus estímulos*. São Paulo: Papirus.

ARMSTRONG, T.; 1999. *Sete Tipos de Inteligências – Identifique e Desenvolva suas*

*Múltiplas Inteligências*. Rio de Janeiro: Editora Record.

ARMSTRONG, T.; GARDNER, H.; 2001. *Inteligências Múltiplas na Sala de Aula*. Tradução: Maria Adriana Veronese, Porto Alegre: Editora Artmed.

BARBETTA P. A.; 2006. *Estatística Aplicada as Ciências Sociais*. Florianópolis. 6ª ed. Editora da UFSC.

BARBOSA, A T. R.; 2004. *Mecanismo de Adaptação Baseado em Redes Neurais Artificiais para Sistemas Hipermídia Adaptativos*. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Instituto de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Santa Catarina.

BARRETO, J. M.; 2002. *Inteligência Artificial no Limiar do Século XXI*. 3ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC.

BARROS, P. F. R.; 2001. *UML – Linguagem de Modelagem Unificada*. Aracaju. Monografia (Processamento de Dados). Universidade Tiradentes.

BITTENCOURT, G.; 2006. *Inteligência Artificial: Ferramentas e Teorias*. Florianópolis: Editora da UFSC.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; 2000. *UML – Guia do Usuário*. Rio de Janeiro: Editora Campus.

BRAGA, A. P.; LUDERMIR, T. B.; CARVALHO, A. C. P de L. F.; 2000. *Redes Neurais Artificiais: Teoria e aplicações*. Rio de Janeiro: Editora LTC.

BRASILEIRO FILHO, G.; BARBOSA, A. J. A.; MIRANDA, D.; 2004. *Métodos de Estudo em Patologia*. In: BRASILEIRO FILHO, G. B. *Patologia Geral*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

BRUSILOVSKI, P.; 1996. *Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia*. User Modeling and User Adapted Interaction, v.6, p 2.

BRUSILOVSKY, P.; 2001. *Adaptive Hypermedia*. User Modeling and User Adapted Interaction v.11, Kluwer. p.87-110.

BRUSILOVSKY, P.; 2005. On-line. Disponível na Internet em: <http://www2.sis.pitt.edu/~peterb/>. Acessado em 25 de agosto de 2005.

BUGAY, E. L.; 2006. *O MODELO AHAM - MI: Modelo de Hiperídia Adaptativa utilizando Inteligências Múltiplas*. Florianópolis. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção), Universidade Federal de Santa Catarina.

CABRERA, L. G; LLORCA, J. P.; 2001. A Cognitive Model for Adaptive Hypermedia System. In: *Web Information Systems Engineering*, IEEE, China.

CAMPBELL, L.; DICKINSON, B.; 2000. *Ensino e Aprendizagem por Meio das Inteligências Múltiplas*. 2ª Edição, Tradução: Magda França Lopes, Porto Alegre: Editora Artmed.

CARVALHO, L M; NASSAR, S M; DE AZEVEDO, F. M; CARVALHO, H T; DANI, C A S; FOREST, J.; 2003. *Uma Análise nas Técnicas de Aprendizagem Utilizadas em Redes Neurais Artificiais*. Revista Brasileira de Neurologia, Rio de Janeiro, v. 39, p. 17-22.

CARVER, C. A.; HOWARD, R. A.; LAVELLE, E.; 1996. Enhancing student learning by incorporating student-learning styles into adaptive hypermedia. In: *Proceedings of EDMEDIA'96 - WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL MULTIMEDIA AND HYPERMEDIA*, Boston, MA.

DARA-ABRAMS, B. P.; 2002. *Applying multi-intelligent adaptive hypermedia to online learning*. Tese (Doutorado) - Union Institute & University Graduate College, Los Altos-CA.

DAZZI, R. L. S.; 2004. *Uma Nova Abordagem Multiagentes para a Construção de Sistemas Tutores Inteligente*. Florianópolis. Exame de qualificação (Doutorado em

Engenharia Elétrica) Universidade Federal de Santa Catarina.

De LIZ, P. P.; 2003. *Software de Auxílio à Detecção de Inteligências Múltiplas*. Lages. Trabalho de Conclusão de Curso. FACVEST.

De AZEVEDO, F. M.; 1993. *Contributions to the study of Neural Networks in Dynamical Expert Systems*, Belgium: Namour, *Institute d'Informatique – FUNDP*.

De AZEVEDO, F. M.; 1997. Uma proposta de modelos formais de neurônios e redes neurais artificiais In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REDES NEURAIAS, *Anais*, p. 503-514, Florianópolis.

De AZEVEDO, F. M.; BRASIL, L. M.; OLIVEIRA, R. C. L.; 2000. *Redes Neurais com Aplicações em Controle e em Sistemas Especialistas*, Florianópolis: Visual Books.

DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J.; 2003. *Java, como programar*. Tradução Carlos Arthur Lang Linboa. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman.

DENNIS, S.; 1997. The IAC Network: *How Neural Networks Process Information*. Disponível em: <http://www2.psy.uq.edu.au/~brainwav/Manual/IAC.html> Acessado em: 01 junho 2006.

ELMAN, J. L.; McCLELLAND, J. L.; 1983. Speed perception as a cognitive process: The interactive activation model. In: *Technical Report. Institute of Cognitive Science*, University of California, San Diego, CA.

FERNANDES, A. M. R.; 2006. *Modelagem de Sistemas Utilizando UML*. Florianópolis.

FERREIRA, A.; 2001. *Análise de Ferramentas UML Gratuitas*. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://www.inf.ufrgs.br/procpar/disc/cmp167/trabalhos/sem2001-1/T1/alex/> Acessado em setembro de 2006.

FOWLER, M.; SCOTT, K.; 2000. *UML Essencial: Um Breve Guia para a Linguagem – Padrão de Modelagem de Objetos*. Porto Alegre: Bookman.

FURLAN, J. D.; 1998. *Modelagem de Objetos através da UML – the Unified Modeling Language*. São Paulo: Makron Books.

GAMA, M. C. S. 1998. *A Teoria das Inteligências Múltiplas e suas Implicações para Educação*. Psy\_coterapeutas: [www.homendemello.com.br/psicologia/intelmult.html](http://www.homendemello.com.br/psicologia/intelmult.html). Acessado em 10 de Abril 2006.

GAMEZ, L; 1998. Técnica de Inspeção de Conformidade Ergonômica de Software Educacional. Mestrado em Engenharia Humana. Universidade do Minho. Disponível em: <http://labiutil.inf.ufsc.br>. Acessado em junho de 2006.

GARDNER, H.; 1994. *Estruturas da mente - a teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Artes Médicas.

GARDNER, H.; 1995. *Inteligências múltiplas - a teoria na prática*. Porto Alegre: Artes Médicas.

GARDNER, H.; 1999. *Intelligence reframed*. New York: Basic Books.

GARDNER, H.; 2001. *Estrutura da Mente*. Porto Alegre: Editora Artmed.

HAHNE, M. N. M. A; 2005. *Aprendizado Baseado em Algoritmos Genéticos para Modelos Alternativos de Redes IAC*. Florianópolis. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) Instituto de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Santa Catarina.

HAYKIN, S.; 2001. *Redes Neurais: Princípios e prática*. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman.

INCA – INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER; 2006. Disponível em: [www.inca.gov.br](http://www.inca.gov.br). Acessado em Setembro de 2006.

JASMINE, J.; 1996. *Teaching with multiple intelligences*. Westminster: Teacher Created Materials, Inc.

JUNIOR, W. A.; 2006. *As Tecnologias da Inteligência no Processo de Ensino-Aprendizagem*. Centro de Referência Educacional. Disponível em: <http://www.centrorefeducacional.com.br/tecproceap.htm> Acessado em 10 de Outubro 2006.

KOCK, N. P.; 2000. *Software engineering for adaptive hypermedia systems reference model, modeling techniques and development process*. Munique. Tese (Doutorado em Engenharia de Software) - Ludwig-Maximilians-Universität München.

LARMAN, C.; 2000. *Utilizando UML e padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos*. Porto Alegre: Bookman.

MALINVERNI, M. S.; 2006. *Sistema Hipermídia sobre Câncer do Colo do Útero com Interface Adaptativa Usando Redes Neurais Artificiais MLP e Sistemas Especialistas* Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Instituto de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Santa Catarina.

MARTIN, J.; 1992. *Hiper documentos e como criá-los*. Rio de Janeiro: Editora Campus.

McCLELLAND, J. L.; RUMELHART, D. E.; 1981. An Interactive Activation Model of Context effects in letter Perception: Part 1. *An account of basic findings. Psychological Review* 88. p. 375-407.

McCLELLAND, J. L.; RUMELHART, D. E.; 1986. *Explorations in Parallel Distributed Processing: A Handbook of Models, Programs and Exercises*. Cambridge, USA: MIT Press, v.1.

McCLELLAND, J. L.; RUMELHART, D. E.; 1989. *Explorations in Distributed Processing – A Handbook of Models, Programs and Exercises*, USA: Massachusetts Institute of Technology: Ed. Bradford Book.

MOURA, A. M. M., AZEVEDO, A. M. P., MEHLECKE, Q.; 2005. As Teorias de Aprendizagem e os Recursos da Internet Auxiliando o Professor na Construção do Conhecimento. [http://www.uel.br/seed/nte/as\\_teorias\\_de\\_aprendizagem\\_e\\_a\\_internet.htm](http://www.uel.br/seed/nte/as_teorias_de_aprendizagem_e_a_internet.htm) Acessado em 05 de Setembro 2006.

OLIVEIRA, J. M. P.; 2004. Modelos de Referências para Sistemas Hipermídia Adaptativos Educacionais. São José dos Campos – SP. Tese (Doutorado em Eng. Eletrônica e Computação) Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

PALAZZO, L. A. M.; COSTA, A. C. R.; BRISOLARA, L. B.; GONÇALVES, R. R. O.; 1999. Hipermídia adaptativa na educação online: um modelo proativo e sua implementação na web. In: *Revista da UCPel*. v.8, p.73-82.

PALAZZO, L. A. M. 2000. *Modelos Proativos para Hipermídia Adaptativa*. Porto Alegre. RS. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PALAZZO, L. A. M.; 2004. *Sistemas de Hipermídia*. Disponível em: <http://gpia.ucpel.tche.br/~lpalazzo/sha/sha.htm>. Acessado em 15 de julho de 2005.

PASSARELI, B.; 2003. Teoria das múltiplas inteligências aliada à multimídia na educação: novos rumos para o conhecimento. In: *Escola do Futuro*. USP: São Paulo.

PROJECT ZERO; 2003. *Project Zero at the Harvard Graduate Scholl of Education* – Disponível em : <http://www.pz.harvard.edu/> Acessado em 12 de maio de 2005.

RADA, R.; 1995. *Interactive media*. New York USA: Springer-Verlag.

RICH, E.; KNIGHT, K.; 1994. *Inteligência Artificial*. 2ª Edição, São Paulo: Makron Books.

SALDIAS, G. M. J. C.; 2002. *Metodologia para a Construção de Interfaces Adaptáveis em Sistemas Tutores Inteligentes*. Florianópolis. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica)



– Instituto de Engenharia Biomédica, Universidade Federal de Santa Catarina.

SALOMON, G.; 1994. *Interaction of Media, Cognition and Learning*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

SCHMITT, F. 2000. Mama. In: BRASILEIRO FILHO, Geraldo. *Bogliolo Patologia*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

SIGAKI, N. A.; 1997. *Estudo da Influência de Bases de Casos em Redes IAC (Interactive Activation and Competition) na Implantação de Sistemas Especialistas*. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

SMOLE, K. C. S. 2003. *A Teoria das Inteligências Múltiplas e a Formação do Cidadão do Século XXI*. On-line. Disponível em: <http://www.mathema.com.br>. Acessado em 12 de agosto 2006.

WU, H.; HOUBEN, G. J.; DE BRA, P.; 2004. *Supporting user adaptation in adaptive hypermedia applications*. On-line. Disponível em: <http://www.wis.win.tue.nl/~debra/infwet00/infwet00.ps> Acessado em 22 de outubro 2006.

ZANCHETT, P. S.; 2002. *Sistema de Aprendizagem para a Maior Idade. Monografia - Bacharelado em Ciências da Computação*. Centro de Ciências Exatas e Naturais, FURB. Blumenau, p 84.

## ANEXO 1 – Questionário Original sobre as Inteligências Múltiplas

Perguntas	Respostas			
	S	s	n	N
<b>Lingüístico-verbal</b>				
1. Gosta muito de ler e sempre está lendo alguma coisa.				
2. Escolhe as palavras que escreve.				
3. Procura esmerar-se ao falar e admira quem fala bem.				
4. Gosta de consultar o dicionário para descobrir novas palavras.				
5. Ouve notícias com interesse.				
6. Consulta jornais diariamente e lê diferentes seções.				
7. Aprende melhor quando grava sua fala ou o que ouviu.				
8. Adora Palavras Cruzadas.				
9. É bom em senhas ou trocadilhos.				
10. Gosta de poesias e se emociona com algumas.				
11. Gosta de fazer anagramas ou atividades do tipo que utilizem palavras				
12. Possui facilidade para rimar.				
13. É bom para fazer sínteses (resumos).				
14. É bom para inventar manchetes ou slogans.				
15. Tem facilidade para improvisar falas e pequenos discursos.				
16. Interessa-se por outras línguas.				
17. Incorpora palavras novas ou seu falar.				
12. Possui facilidade para rimar.				
13. É bom para fazer sínteses (resumos).				
14. É bom para inventar manchetes ou slogans.				
15. Tem facilidade para improvisar falas e pequenos discursos.				
16. Interessa-se por outras línguas.				
17. Incorpora palavras novas ou seu falar.				
18. Faz diário com prazer.				
19. Lembra-se de livros que leu.				
20. É bom aluno em Língua Portuguesa.				
<b>Visual-espacial</b>				
1. Mostra interesse pela beleza e pela harmonia nas coisas.				
2. Possui imaginação fértil.				
3. Costuma “sonhar de olhos abertos”, inventa histórias.				
4. Gosta de fotografar e filmar.				

5. Compreende mapas, cartas geográficas e plantas (de engenharia) com facilidade				
6. Sabe explicar caminhos.				
7. Compreende explicações sobre caminhos por lugares desconhecidos.				
8. Gosta de jogos de quebra-cabeça, labirintos e outras atividades parecidas.				
9. Resolve com facilidade jogos dos 7 erros, charadas, anagramas.				
10. Gosta de desenhar.				
11. Aprecia desenhos, figuras, imagens gráficas.				
12. Possui facilidade em aplicativos ou linguagens do computador tipo Power Point.				
13. Gosta de Geometria				
14. Desenha o corpo humano com proporções.				
15. É capaz de mudar sua perspectiva ao olhar objetos.				
16. Gosta de rabiscar folhas.				
17. Possui facilidade com origames (fazer formas dobrando papéis).				
18. Geografia, História e Ciências são as matérias favoritas.				
19. É bom em fazer mapas.				
20. Gosta de inventar quebra-cabeças.				
<b>Cinestésico-corporal</b>				
1. Gosta de praticar atividades esportivas com regularidade.				
2. Aprecia ou pratica danças.				
3. Possui boa linguagem gestual.				
4. Possui destreza manual.				
5. Tem dificuldade para ficar quieto ou parado.				
6. Mostra jeito para costurar, fazer tricô ou consertar objetos.				
7. Sabe fazer entalhes de madeira.				
8. Trabalha bem com cerâmica.				
9. Suas melhores idéias “aparecem” quando pratica um esporte.				
10. Gosta de assistir no local ou TV aos programas esportivos.				
11. Gosta de passar seu tempo ao ar livre				
12. Ao falar costuma gesticular.				
13. Gosta de tocar nas coisas para percebê-las melhor.				
14. Mostra coragem em esportes radicais.				
15. Ao ler um jornal, gosta de ler primeiro a seção de esportes.				
16. Acredita que possui jeito para dançar ou outras formas corporais (lutas, por exemplo).				
17. Aprecia uma alimentação considerada saudável.				
18. A Educação Física é a disciplina escolar favorita.				

## ANEXO 2 – Questionário Reduzido sobre as Inteligências Múltiplas

Perguntas	Respostas			
	S	s	n	N
<b>Lingüístico-verbal</b>				
1. Você gosta de consultar o dicionário para descobrir novas palavras.				
2. Possui facilidade em fazer rimas.				
3. Você consegue fazer bons resumos.				
4. Você incorpora palavras novas ao seu falar.				
5. Você se lembra dos livros que já leu.				
6. Você é, ou foi, bom aluno de Língua Portuguesa.				
<b>Visual-espacial</b>				
7. Você gosta de fotografar ou filmar.				
8. Você sabe explicar como encontrar os lugares, ou seja, explicar os caminhos para as outras pessoas.				
9. Você gosta de jogos de quebra-cabeça, labirintos e outras atividades parecidas.				
10. Você gosta de desenhar.				
11. Você aprecia desenhos, figuras, imagens gráficas.				
12. Você é capaz de mudar sua perspectiva ao olhar objetos, ou seja, imaginar a imagem do objeto como se estivesse olhando por outro ângulo.				
13. Você gosta de rabiscar folhas de papel.				
14. Você é bom em fazer mapas (geográfico ou representação de caminhos, locais, etc.).				
<b>Cinestésico-corporal</b>				
15. Você gosta de praticar atividades esportivas com regularidade.				
16. Você aprecia ou pratica danças.				
17. Você possui boa linguagem gestual.				
18. Você possui destreza manual (agilidade de mãos, habilidade).				
19. Você gosta de assistir, no local ou TV, aos programas esportivos.				
20. Você mostra coragem em esportes radicais.				
21. Acredita que possui jeito para dançar ou outras atividades corporais.				

## ANEXO 3 – Website Motivacional Analysis Checklist Senior 4.0

Nome: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

Instruções: Preencha com a opção apropriada os itens sobre os Web Sites da seguinte forma:

**3** = Concordo Fortemente

**2** = Concordo um pouco

**1** = Discordo um pouco

**0** = Discordo Fortemente

**NA** = Não Aplicável

Site Adaptativo					Itens
3	2	1	0	NA	
					1. As cores e/ou o padrão de fundo usados neste Web site são agradáveis.
					2. A informação neste Web site é precisa e imparcial.
					3. Quaisquer informações visuais (e.g. vídeos, fotografias) ou de áudio incluídas neste Web site ajudam a apresentar o tópico.
					4. Os gráficos deste Web site são atuais e claros.
					5. Há um título chamativo e/ou visual na home page deste Web site.
					6. Este Web site sustenta valiosos link para outros Web sites interessantes ou úteis.
					7. Eu encontrei a quantidade de informação que eu precisava neste Web site.
					8. O Web site tem a função <u>help</u> (ajuda) que eu posso usar a qualquer momento.
					9. Este Web site é divertido e interessante para explorar.
					10. A informação do Web site é sustentada por fontes de credibilidade.
					11. Há um menu ou mapa do site no início que me permite saber que assuntos contém dentro do Web site.
					12. Eu posso controlar a rapidez com que me movo através deste Web site todo o tempo.
					13. A informação incluída neste Web site é interessante.
					14. A informação contida neste Web site é atual e atualizada.
					15. O propósito deste Web site <b>está</b> sempre claro para mim.
					16. Navegar neste Web site não exige nenhuma habilidade especial ou experiência.
					17. A variedade de formatos (ex. textos, imagens, sons) <b>retém</b> minha atenção.
					18. A informação deste Web site é útil para mim.
					19. Todas as informações deste Web site são apresentadas usando linguagem e estilo claros e consistentes.
					20. Todos os hyperlinks deste Web site estão ativados e em completo funcionamento.
					21. Este Web site possui características insólitas ou únicas que o faz mais interessante.
					22. Este Web site proporciona oportunidades para que eu possa me comunicar com seus autores.
					23. O texto neste Web site é muito bem-escrito sem erros gramaticais, de escrita ou outros erros.
					24. o tempo todo eu posso controlar que informação neste Web site eu desejo ver.
					25. <b>Há</b> coisas surpreendentes neste Web site.
					26. Este Web site fornece oportunidades para interatividade.
					27. As instruções de uso deste Web site são simples e claras.
					28. Todos os botões e outros mecanismos de navegação neste Web site <b>funcionam</b> do modo

					como eles deveriam funcionar.
					29. O layout da tela deste Web <i>site</i> é atraente.
					30. Há pouca ou nenhuma informação não importante ou redundante neste Web <i>site</i> .
					31. Não importa onde eu esteja neste Web <i>site</i> , eu posso retornar para a página inicial ou sair.
					32. A quantidade de tempo que leva para as fotos, os jogos, os vídeos, etc. aparecer na tela neste Web <i>site</i> é razoável.

Após você avaliar todos os 32 itens, volte e olhe cada item NA. Você deve colocar um dos valores abaixo próximo ao NA para cada item.

**0** = o Web *site* teria beneficiado se tivesse incluído o item (ex. áudio).

**1** = o Web *site* não precisa desse item.

**2** = o Web *site* estava em melhor situação por *não* incluir esse item.

## ANEXO 4 – Teste de Avaliação Ergonômica do Sistema

Nome:.....

Nível de Graduação/ área:.....

**Instruções:** Preencha com a opção apropriada os itens sobre o *Website* da seguinte forma:

S = Sim                  P = Parcialmente                  N = Não                  NA = Não se aplica

<b>Presteza</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>NA</b>
8. O software utiliza recursos do tipo hipertexto providenciando <i>links</i> apropriados que facilitem a compreensão dos conteúdos?				
9. A apresentação do tipo hipertexto tem boa condução, de forma que o utilizador possa se localizar bem enquanto navega no programa?				
10. As opções que comandam a apresentação da abertura de outras opções de dialogo, apresentam em seus rótulos sinais indicadores da continuidade do diálogo? (tais como “...” ou o sinal ”>”).				
11. No caso em que são apresentadas tabelas ao longo do software, estas possuem cabeçalho para linhas e colunas apresentadas de maneira distinguíveis dos restantes dados (quanto a cor, fonte ou tipo de letra) ?				
12. As páginas de menus possuem títulos, cabeçalhos ou convites à entrada?				
13. O usuário encontra disponíveis as informações necessárias para suas opções?				
14. As opções de menu que levam à outros painéis de menu apresentam o sinal “>” como indicador desse fato?				
<b>Legibilidade</b>				
12. Os conteúdos apresentados estão livres de equívocos conceituais?				
13. A redação das informações textuais estão corretas, livres de erros gramaticais e de pontuação?				
14. O estilo literário do texto favorece a compreensão dos conteúdos?				
15. A apresentação do texto, nomeadamente o tipo e tamanho das letras, é de fácil legibilidade?				
16. Os parágrafos de texto são separados por uma linha em branco, pelo menos, e possuem margens bem definidas?				
17. O uso de cores favorece a legibilidade do programa?				
18. A cor do fundo em relação à cor da letra permite uma boa leitura?				
19. O texto apresentado nas caixas de opções de menu, apresentam boa legibilidade, ou seja, estão adequadamente posicionados e separados das bordas neste tipo de caixa?				
20. O uso exclusivo de maiúsculas nos texto é evitado?				
21. O uso de abreviaturas é minimizado nos menus?				
22. Os nomes das opções estão somente com a inicial em maiúsculo?				
<b>Agrupamento e Distinção por Formato</b>				
1. O software apresenta uma distinção visual clara de áreas que possuem diferentes funções? (área de comandos, área de mensagens, etc.)				
2. Em situações em que é exigida atenção especial do utilizador, as mensagens de alerta e de aviso são apresentadas de maneira distinta das demais?				
3. São empregues recursos de estilo, como itálico, negrito, sublinhado ou diferentes fontes para salientar palavras ou noções importantes na apresentação de textos?				
<b>Agrupamento e Distinção por Localização</b>				
1. As informações possuem boa organização entre os itens, divididas em capítulos, unidades ou seções?				
2. A informação é apresentada em tópicos organizados por funções e comandos?				
3. A informação é apresentada em tópicos organizados por objetivos do usuário?				
4. Os itens de menus estão organizados (agrupados) hierarquicamente segundo uma ordem lógica?				

5. As opções de menu estão ordenadas de forma lógica, agrupadas de forma a facilitar a interação com o usuário?				
6. Em caso de presença de listas de seleção, as opções da lista estão organizadas segundo alguma ordem lógica e coerente?				
<b>Feedback Imediato</b>				
1. O tempo de resposta de produto é adequado à operação levando em consideração a complexidade, a abrangência e o volume dos dados manipulados?				
2. O sistema oferece <i>feedback</i> para todas as ações do usuário?				
3. Nas operações interativas o tempo de resposta é adequado, e homogêneo em todas as operações? (carregamento de dados, textos, imagens...)				
<b>Carga Informacional</b>				
1. Os conteúdos teóricos apresentados são objetivos?				
2. É exigido do aluno um nível adequado de atenção e concentração?				
3. O software utiliza adequadamente estímulos para fixação de conceitos e habilidades cognitivas?				
4. A carga de informação apresentada esta adequada aos usuários previamente definidos?				
5. A carga de informação apresentada está adequada à disciplina de ensino?				
<b>Densidade Informacional</b>				
1. As informações estão bem distribuídas na página e evitam a poluição visual?				
2. Todas as informações contidas na ecrã são imprescindíveis para guiar ou auxiliar o usuário na compreensão dos conteúdos pedagógicos?				
3. Tanto a barra de menu como as opções de menu apresentam apenas as opções necessárias para atingir os fins específicos?				
4. O sistema evita apresentar um grande numero de janelas que possam desconcentrar ou sobrecarregar a memória do utilizador?				
5. As telas apresentam somente os dados e informações necessários e indispensáveis para o usuário em sua tarefa?				
<b>Recursos de apoio à compreensão dos conteúdos</b>				
1. O software possui recursos motivacionais para despertar e manter a atenção do utilizador ao longo de sua interação?				
2. Os recursos motivacionais utilizados permanecem interessantes ao longo do tempo, sem tornarem-se aborrecidos através de repetições constantes?				
3. Recursos multimídia são utilizados de maneira moderada, sem provocar a distração do aluno no que se refere ao principal foco a ter em atenção na ecrã?				
4. Recursos sonoros são bem explorados e utilizados pertinentemente?				
5. Os recursos sonoros empregues contribuem para a motivação e compreensão dos conteúdos?				
6. Imagens, desenhos, gráficos, etc. são utilizados pertinentemente e contribuem para a motivação e compreensão dos conteúdos?				
7. Animações são utilizadas pertinentemente e contribuem para a motivação e compreensão dos conteúdos?				
8. O utilizador tem controle sobre a ordem de apresentação e sequenciação das informações?				
9. O software estimula a imaginação do utilizador através de um dado contexto ou situação que pode ser usada para auxiliar a aprendizagem?				
10. A apresentação das informações possui geração aleatória, variando estímulos textuais, visuais e ou sonoros?				
11. O software oferece a possibilidade de consulta à outras referencias bibliográficas sobre o tema em estudo, tais como livros e outros materiais instrucionais?				
<b>Flexibilidade</b>				
1. O sistema fornece meios para que o usuário tenha total controle sobre a seqüência de apresentação das informações?				



2. O sistema propõem formas variadas de apresentação das mesmas informações à diferentes tipos de usuários?				
3. O usuário tem a possibilidade de modificar a ordem e a seqüência de entrada de dados, adaptando-a segundo sua ordem de preferência?				
<b>Controle do Usuário</b>				
1. O usuário possui controle sobre os botões de comando?				
2. O usuário pode controlar a sequenciação dos conteúdos?				
3. O sistema possibilita interromper ou cancelar a transação ou processo em andamento, sempre que se julgar necessário?				
<b>Experiência do Usuário</b>				
1. Caso se trate de um sistema de grande público, ele oferece formas variadas de apresentar as mesmas informações aos diferentes tipos de usuários?				
2. O usuário pode se deslocar de uma parte da estrutura de menu para outra rapidamente?				
<b>Homogeneidade</b>				
1. Os ícones são distintos uns dos outros e possuem sempre o mesmo significado de um ecrã ao outro?				
2. Os formatos de apresentação dos dados são mantidos homogêneos de um ecrã ao outro?				
3. A organização em termos da localização das varias características das janelas é mantida homogênea de um ecrã ao outro?				
4. Os procedimentos de acesso as opções dos menus são homogêneos?				
<b>Significado dos Códigos e Denominações</b>				
1. As denominações dos títulos estão de acordo com o que eles representam?				
2. O vocabulário técnico utilizado é familiar ao usuário?				
3. As denominações das opções de menu são familiares ao usuário?				
4. Os títulos das paginas são explicativos e refletem a natureza da escolha a ser feita?				
5. Os títulos das páginas de menus são distintos entre si?				
<b>Avaliação Contextual</b>				
<b>Adequabilidade</b>				
1. O software adapta-se ao programa curricular proposto?				
2. O software pode facilmente ser integrado no conteúdo curricular e outras partes do currículo escolar para auxiliar o aprendizado desta disciplina?				
3. O software é pertinente aos objetivos educacionais propostos?				
4. O software realmente auxilia os alunos na aquisição das habilidades e conteúdos propostos?				
5. O mesmo conteúdo do software poderia ser facilmente ensinado sem o uso do recurso tecnológico do computador?				
6. Os conhecimentos adquiridos pelo software possuem alguma aplicabilidade pratica na vida pessoal e profissional dos usuários?				
7. Os recursos e estratégias dinâmicas propostos pelo software, podem contribuir para a melhoria do relacionamento professor/aluno e para a relação entre os colegas em sala de aula?				
8. Os professores desta instituição teriam facilidade em adaptar o software como parte das suas atividades pedagógicas?				

## ANEXO 5 - Validação das Redes MLP e IAC com os Alunos 2, 3, 4 e 5.

Testes A, B e C para validação da rede IAC para o Aluno 2.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno2 Teste A	T	3,6	9	3,6	8	8	3,6	8	8	7	3,6	7	7
	D	2,4	4	2,4	4	5	2,4	5	5	6	2,6	6	6
	A	1,2	2	1,2	2		1,2	2	2		1,2	2	2
Aluno2 Teste B	T	3,6	9	3,6	9		3,6	9	9				
	D	2,4	4	2,4	4	5	2,4	5	5				
	A	1,2	2	1,2	2	1	1,2	1	1				
Aluno2 Teste C	T	3,6	9	3,6	9	10	3,6	10	10				
	D	2,4	4	2,4	4	3	2,4	3	3				
	A	1,2	2	1,2	2		1,2	2	2				

Testes D, E e F para validação da Rede IAC para o Aluno 2.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno2 Teste D	T	3,6	9	3,6	8	7	3,6	7	7	6	3,6	6	6
	D	2,4	4	2,4	4		2,4	4	4		2,4	4	4
	A	1,2	2	1,2	2	3	1,2	3	3	4	1,2	4	4
Aluno2 Teste E	T	3,6	9	3,6	9	8	3,6	8	8	7	3,6	7	7
	D	2,4	4	2,4	4	5	2,4	5	5	6	2,4	6	6
	A	1,2	2	1,2	2		1,2	2	2		1,2	2	2
Aluno2 Teste F	T	3,6	9	3,6	9		3,6	9	9		3,6	9	9
	D	2,4	4	2,4	4	3	2,4	3	3	2	2,1	2	2
	A	1,2	2	1,2	2	3	1,2	3	3	4	1,8	4	4

Testes G, H e I para validação da Rede IAC para o Aluno 2.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno2 Teste G	T	3,6	9	3,6	8	9	3,6	9	9				
	D	2,4	4	2,4	4		2,4	4	4				
	A	1,2	2	1,2	2	1	1,2	1	1				
Aluno2 Teste H	T	3,6	9	3,6	9	8	3,6	8	8	7	3,6	7	7
	D	2,4	4	2,4	4		2,4	4	4		2,4	4	4
	A	1,2	2	1,2	2	3	1,2	3	3	4	1,6	4	4
Aluno2 Teste I	T	3,6	9	3,6	9		3,6	9	9		3,6	9	9
	D	2,4	4	2,4	4	3	2,4	3	3	2	2,1	2	2
	A	1,2	2	1,2	2	3	1,2	3	3	4	1,8	4	4

Testes A, B e C para validação da rede IAC para o Aluno 3.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno3 Teste A	T	2,4	7	2,4	7	6	2,4	6	6	5	2,1	5	5
	D	2,3	6	2,3	6	7	2,3	7	7	8	2,8	8	8
	A	2,4	7	2,4	7		2,4	7	7		2,4	7	7
Aluno3 Teste B	T	2,4	7	2,4	7		2,4	7	7		2,4	7	7
	D	2,3	6	2,3	6	7	2,3	7	7	8	2,6	8	8
	A	2,4	7	2,4	7	6	2,4	6	6	5	2,1	5	5
Aluno3 Teste C	T	2,4	7	2,4	7	8	2,4	8	8	9	3	9	9
	D	2,3	6	2,3	6	5	2,3	5	5	4	2	4	4
	A	2,4	7	2,4	7		2,4	7	7		2,4	7	7

Testes D, E e F para validação da Rede IAC para o Aluno 3.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno3 Teste D	T	2,4	7	2,4	7	6	2,4	6	6	5	2,4	5	5
	D	2,3	6	2,3	6		2,3	6	6		2,3	6	6
	A	2,4	7	2,4	7	8	2,4	8	8	9	2,4	9	9
Aluno3 Teste E	T	2,4	7	2,4	7	6	2,4	6	6	5	2,4	5	5
	D	2,3	6	2,3	6	7	2,3	7	7	8	2,4	8	8
	A	2,4	7	2,4	7		2,4	7	7		2,4	7	7
Aluno3 Teste F	T	2,4	7	2,4	7		2,4	7	7		2,4	7	7
	D	2,3	6	2,3	6	5	2,3	5	5	4	2,3	4	4
	A	2,4	7	2,4	7	8	2,4	8	8	9	2,4	9	9

Testes G, H e I para validação da Rede IAC para o Aluno 3.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno3 Teste G	T	2,4	7	2,4	7	8	2,4	8	8	9	2,4	9	9
	D	2,3	6	2,3	6		2,3	6	6		2,3	6	6
	A	2,4	7	2,4	7	6	2,4	6	6	5	2,4	5	5
Aluno3 Teste H	T	2,4	7	2,4	7	6	2,4	6	6	5	2,4	5	5
	D	2,3	6	2,3	6		2,3	6	6		2,3	6	6
	A	2,4	7	2,4	7	8	2,4	8	8	9	2,4	9	9
Aluno3 Teste I	T	2,4	7	2,4	7		2,4	7	7		2,4	7	7
	D	2,3	6	2,3	6	5	2,3	4	4	3	2,3	3	3
	A	2,4	7	2,4	7	8	2,4	8	8	9	2,4	9	9

Testes A, B e C para validação da Rede IAC para o Aluno 4.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
<b>Aluno4 Teste A</b>	<b>T</b>	3,8	8	3,8	8	7	3,8	7	7	6	3,8	6	6
	<b>D</b>	2,6	6	2,6	6	7	2,6	7	7	8	2,6	8	8
	<b>A</b>	2,5	6	2,5	6		2,5	6	6		2,5	6	6
<b>Aluno4 Teste B</b>	<b>T</b>	3,8	8	3,8	8		3,8	8	8		3,8	8	8
	<b>D</b>	2,6	6	2,6	6	7	2,6	7	7	8	2,6	8	8
	<b>A</b>	2,5	6	2,5	6	5	2,5	5	5	4	2,5	4	4
<b>Aluno4 Teste C</b>	<b>T</b>	3,8	8	3,8	8	9	3,8	9	9	10	3,8	10	10
	<b>D</b>	2,6	6	2,6	6	5	2,6	5	5	4	2,6	5	5
	<b>A</b>	2,5	6	2,5	6		2,5	6	6		2,5	6	6

Testes D, E e F para validação da Rede IAC para o Aluno 4.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
<b>Aluno4 Teste D</b>	<b>T</b>	3,8	8	3,8	8	9	3,8	9	9	10	3,8	10	10
	<b>D</b>	2,6	6	2,6	6		2,6	6	6		2,6	6	6
	<b>A</b>	2,5	6	2,5	6	5	2,5	5	6	4	2,5	4	4
<b>Aluno4 Teste E</b>	<b>T</b>	3,8	8	3,8	8	7	3,8	7	7	6	3,8	6	6
	<b>D</b>	2,6	6	2,6	6		2,6	6	6		2,6	6	6
	<b>A</b>	2,5	6	2,5	6	7	2,5	7	7	8	2,5	8	8
<b>Aluno4 Teste F</b>	<b>T</b>	3,8	8	3,8	8		3,8	8	8		3,8	8	8
	<b>D</b>	2,6	6	2,6	6	5	2,6	5	6	4	2,6	4	4
	<b>A</b>	2,5	6	2,5	6	7	2,5	7	7	8	2,5	8	8

Testes G, H e I para validação da Rede IAC para o Aluno 4.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
<b>Aluno4 Teste G</b>	<b>T</b>	3,8	8	3,8	8	9	3,8	9	9	10	3,8	10	10
	<b>D</b>	2,6	6	2,6	6		2,6	6	6		2,6	6	6
	<b>A</b>	2,5	6	2,5	6	5	2,5	5	5	4	2,5	4	4
<b>Aluno4 Teste H</b>	<b>T</b>	3,8	8	3,8	8	7	3,8	7	7	6	3,8	6	6
	<b>D</b>	2,6	6	2,6	6		2,6	6	6		2,6	6	6
	<b>A</b>	2,5	6	2,5	6	7	2,5	7	7	8	2,5	8	8
<b>Aluno4 Teste I</b>	<b>T</b>	3,8	8	3,8	8		3,8	8	8		3,8	8	8
	<b>D</b>	2,6	6	2,6	6	5	2,6	5	5	4	2,6	4	4
	<b>A</b>	2,5	6	2,5	6	7	2,5	7	7	8	2,5	8	8

Testes A, B e C para validação da Rede IAC para o Aluno 5.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno5 Teste A	T	3,7	11	3,7	11	10	3,7	10	10	9	3,7	9	9
	D	1,3	4	1,3	4	5	1,3	5	5	6	1,3	6	6
	A	1,7	5	1,7	5		1,7	5	5		1,7	5	5
Aluno5 Teste B	T	3,7	11	3,7	11		3,7	11	11		3,7	11	11
	D	1,3	4	1,3	4	5	1,3	5	5	6	1,3	6	6
	A	1,7	5	1,7	5	4	1,7	4	4	3	1,7	3	3
Aluno5 Teste C	T	3,7	11	3,7	11	12	3,7	12	12	13	3,7	13	13
	D	1,3	4	1,3	4	3	1,3	3	3	2	1,3	2	2
	A	1,7	5	1,7	5		1,7	5	5		1,7	5	5

Testes D, E e F para validação da Rede IAC para o Aluno 5.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno5 Teste D	T	3,7	11	3,7	11	10	3,7	10	10	9	3,7	9	9
	D	1,3	4	1,3	4		1,3	4	4		1,3	4	4
	A	1,7	5	1,7	5	6	1,7	6	6	7	2,1	7	7
Aluno5 Teste E	T	3,7	11	3,7	11	10	3,7	10	10	9	3,7	9	9
	D	1,3	4	1,3	4	5	1,3	5	5	6	1,3	6	6
	A	1,7	5	1,7	5		1,7	5	5		1,7	5	5
Aluno5 Teste F	T	3,7	11	3,7	11		3,7	11	11		3,7	11	11
	D	1,3	4	1,3	4	3	1,3	3	3	2	1,3	2	2
	A	1,7	5	1,7	5	6	1,7	6	6	7	1,7	7	7

Testes G, H e I para validação da Rede IAC para o Aluno 5.

	Tipos de Mídias	Notas Aluno	Média MLP_Mídias	Notas iniciais IAC	Média RNA IAC	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP	Escolha do Aluno	Resposta nota IAC	Mídias RNA IAC	Mídias RNA MLP
Aluno5 Teste G	T	3,7	11	3,7	11	12	3,7	12	12	13	3,7	13	13
	D	1,3	4	1,3	4		1,3	4	4		1,3	4	4
	A	1,7	5	1,7	5	4	1,7	4	4	3	1,7	3	3
Aluno5 Teste H	T	3,7	11	3,7	11	10	3,7	10	10	9	3,7	9	9
	D	1,3	4	1,3	4		1,3	4	4		1,3	4	4
	A	1,7	5	1,7	5	6	1,7	6	6	7	2,1	7	7
Aluno5 Teste I	T	3,7	11	3,7	11		3,7	11	11		3,7	11	11
	D	1,3	4	1,3	4	3	1,3	3	3	2	1,3	2	2
	A	1,7	5	1,7	5	6	1,7	6	6	7	1,7	7	7

## ANEXO 6 – Tabela de dados dos 124 indivíduos hipotéticos usados para o treinamento das RNAs MLP\_Mídias e IAC

Ind.	Notas das IMs			Resposta da RNA MLP_Mídias			Erros da RNA MLP_Mídias			Erro Médio
	IM1	IM2	IM3	T	D	A	Erro T	Erro D	Erro A	
1	3,3	3,9	4	5	7	8	0	0	0	0
2	4	3,8	3,6	8	6	6	0	0	0	0
3	1,7	3,2	3,4	3	7	10	0	0	0	0
4	3	3,5	1,5	8	9	3	-1	0	0	0,33
5	3,4	3,4	1	9	8	3	0	0	0	0
6	2,4	1,5	2,7	7	4	9	0	0	0	0
7	3,6	1,9	2,2	10	3	7	0	0	0	0
8	3,9	1,6	1,3	12	5	3	0	0	0	0
9	3,5	1,4	1,1	13	5	2	0	0	0	0
10	1,1	2,2	3,8	2	5	13	0	0	0	0
11	3,8	2,5	2	10	6	4	0	-1	0	0,33
12	3,1	3	2,8	9	6	5	0	0	0	0
13	2,5	1,7	3,7	7	3	10	0	0	0	0
14	2,8	2,4	2,3	9	7	4	0	0	0	0
15	1,9	2,1	2,1	4	8	8	0	0	0	0
16	1,6	2,7	3,1	4	7	9	0	0	0	0
17	1,3	2,6	1,4	3	10	7	0	0	0	0
18	3,7	1,3	1,9	10	3	7	0	0	0	0
19	1,2	2,6	2,5	2	10	8	-1	0	0	0,33
20	2,0	2,3	3,2	4	6	10	0	0	0	0
21	2,3	1,8	2,3	8	4	8	0	0	0	0
22	1,5	3,7	1,7	3	11	6	0	0	0	0
23	2,1	2,8	3,5	3	7	10	0	0	0	0
24	3,2	1,2	2,6	12	2	6	0	0	0	0
25	1,8	1,0	1,2	10	3	6	0	0	0	0
26	1,4	2,0	3,0	4	7	9	0	-1	0	0,33
27	2,9	3,6	2,4	6	10	4	0	0	0	0
28	2,7	3,1	2,9	5	9	6	0	0	0	0
29	2,2	4,0	3,3	2	11	7	0	0	0	0
30	2,6	2,9	3,9	4	7	9	0	0	0	0
31	1,0	3,3	1,6	2	14	4	0	0	0	0
32	4,0	3,1	3,2	9	5	6	0	0	0	0
33	3,8	1,6	1,2	11	6	3	0	0	0	0
34	3,7	1,7	3,4	9	4	7	-1	0	0	0,33
35	3,0	3,0	1,3	9	9	2	0	0	0	0
36	3,1	3,6	2,1	7	10	3	0	0	0	0
37	2,7	2,2	2,0	9	5	6	0	0	0	0
38	1,6	2,1	2,2	4	6	10	0	0	0	0
39	2,3	1,9	4,0	6	2	12	0	0	0	0
40	3,9	1,4	3,3	10	2	8	0	0	0	0
41	1,8	1,1	1,9	6	3	11	0	-1	0	0,33
42	3,4	3,8	3,9	5	7	8	0	0	0	0
43	2,1	1,5	3,0	7	4	9	0	0	0	0
44	1,4	2,2	2,3	4	7	9	0	0	0	0
45	2,4	2,6	1,5	7	9	4	0	0	0	0

Ind.	Notas das IMs			Resposta da RNA MLP_Mídias			Erros da RNA MLP_Mídias			Erro Médio
	IM1	IM2	IM3	T	D	A	Erro T	Erro D	Erro A	
46	3,6	2,5	2,9	10	3	7	0	0	0	0
47	1,5	2,7	2,8	4	6	10	0	0	0	0
48	3,5	2,8	2,7	9	6	5	0	0	0	0
49	3,2	2,4	2,5	9	5	6	-1	0	0	0,33
50	2,9	3,2	3,8	4	6	10	0	0	0	0
51	3,3	2,9	3,6	7	4	9	0	0	0	0
52	1,7	1,8	1,0	7	9	4	0	0	0	0
53	2,6	3,9	1,8	6	11	3	0	0	0	0
54	2,0	1,2	3,5	5	3	12	0	0	0	0
55	2,2	2,0	1,7	9	7	4	0	0	0	0
56	1,0	1,0	2,6	4	4	12	0	-1	0	0,33
57	1,3	3,3	1,4	4	10	6	0	0	0	0
58	2,8	3,7	2,4	6	9	5	0	0	0	0
59	2,5	1,3	1,1	10	7	3	0	0	0	0
60	1,9	3,4	1,6	6	10	4	0	0	0	0
61	1,1	4,0	3,1	2	12	6	0	0	0	0
62	1,2	2,3	3,7	3	6	11	0	0	0	0
63	1,3	2,9	2,8	2	10	8	0	0	0	0
64	2,2	2,3	1,4	6	10	4	-1	0	0	0,33
65	2,6	1,3	1,5	11	3	6	0	0	0	0
66	2,9	3,5	3,2	4	9	7	0	0	0	0
67	1,9	1,7	4,0	5	3	12	0	0	0	0
68	3,7	2,5	2,4	12	5	3	0	0	0	0
69	1,2	2,7	3,5	2	6	12	0	0	0	0
70	3,1	3,0	1,0	10	8	2	0	0	0	0
71	3,4	2,1	1,6	11	7	2	0	-1	0	0,33
72	3,5	1,0	1,1	14	2	4	0	0	0	0
73	1,4	3,2	2,1	3	11	6	0	0	0	0
74	3,9	3,1	3,4	10	4	6	0	0	0	0
75	2,7	1,9	1,7	9	6	5	0	0	0	0
76	2,4	2,4	3,3	5	5	10	0	0	0	0
77	4,0	3,3	3,8	9	4	7	0	0	0	0
78	2,0	1,6	1,8	9	4	7	0	0	0	0
79	1,0	3,4	2,2	3	10	7	-1	0	0	0,33
80	3,2	1,1	1,3	12	3	5	0	0	0	0
81	2,5	4,0	2,7	4	10	6	0	0	0	0
82	3,6	2,8	2,0	10	6	4	0	0	0	0
83	3,0	2,0	2,3	9	4	7	0	0	0	0
84	3,3	3,7	3,0	7	9	4	0	0	0	0
85	2,1	3,8	1,2	6	10	4	0	0	0	0
86	1,1	1,2	3,1	4	6	10	0	-1	0	0,33
87	1,5	3,9	2,9	3	11	6	0	0	0	0
88	1,6	2,6	2,5	4	9	7	0	0	0	0
89	3,7	1,8	3,6	9	4	7	0	0	0	0
90	1,8	3,6	3,7	3	8	9	0	0	0	0
91	2,3	1,5	1,9	8	5	7	0	0	0	0
92	1,7	1,4	2,6	7	4	9	0	0	0	0
93	2,8	2,2	3,9	7	3	10	0	0	0	0
94	2,3	1,2	2,4	8	3	9	-1	0	0	0,33

Ind.	Notas das IMs			Resposta da RNA MLP_Mídias			Erros da RNA MLP_Mídias			Erro Médio
	IM1	IM2	IM3	T	D	A	Erro T	Erro D	Erro A	
95	2,6	2,6	1,6	8	8	4	0	0	0	0
96	1,8	3,8	3,3	2	11	7	0	0	0	0
97	2,8	3,2	3,0	4	9	7	0	0	0	0
98	1,6	2,3	1,4	6	9	5	0	0	0	0
99	3,8	3,6	2,9	9	6	5	0	0	0	0
100	3,6	1,6	2,0	9	4	7	0	0	0	0
101	2,4	2,1	1,8	9	7	4	0	-1	0	0,33
102	3,4	3,0	1,5	9	7	4	0	0	0	0
103	1,7	2,9	3,6	2	8	10	0	0	0	0
104	3,9	2,5	3,1	10	3	7	0	0	0	0
105	3,5	2,2	3,4	9	3	8	0	0	0	0
106	2,0	3,7	2,7	5	9	6	0	0	0	0
107	3,7	1,8	3,8	7	3	10	0	0	0	0
108	1,2	1,1	1,0	9	7	4	0	0	0	0
109	2,1	4,0	1,3	6	12	2	-1	0	0	0,33
110	3,1	1,3	1,1	11	5	4	0	0	0	0
111	1,9	3,4	2,2	4	9	7	0	0	0	0
112	4,0	1,7	3,7	10	2	8	0	0	0	0
113	3,0	2,0	1,9	10	6	4	0	0	0	0
114	3,2	2,7	1,7	10	7	3	0	0	0	0
115	2,9	1,4	2,5	9	3	8	0	0	0	0
116	2,5	3,5	3,9	3	7	10	0	-1	0	0,33
117	2,2	3,9	2,1	6	9	5	0	0	0	0
118	1,3	2,8	2,3	4	9	7	0	0	0	0
119	2,7	3,1	1,2	7	10	3	0	0	0	0
120	1,5	1,9	2,8	4	6	10	0	0	0	0
121	1,1	3,3	3,2	2	10	8	0	0	0	0
122	1,0	1,0	2,6	6	5	9	0	0	0	0
123	3,3	2,4	4,0	8	2	10	0	0	0	0
124	1,4	1,5	3,5	2	6	12	-1	0	0	0,33