

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DO
CONHECIMENTO**

Bruno Panerai Velloso

**ATENÇÃO COMO CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE
OBJETOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADO
EM SUAS CARACTERÍSTICAS**

Florianópolis

2014

Bruno Panerai Velloso

**ATENÇÃO COMO CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE
OBJETOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADO
EM SUAS CARACTERÍSTICAS**

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento. Orientadora: Prof.^a PhD. Alice Theresinha Cybis Pereira

Florianópolis

2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Velloso, Bruno Panerai

Atenção como critério de avaliação de objetos de ensino e
aprendizagem baseado em suas características / Bruno
Panerai Velloso ; orientadora, Alice Theresinha Cybis
Pereira - Florianópolis, SC, 2014.

333 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Inclui referências

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Classificação
de Objetos de Ensino e Aprendizagem. 3. Atenção. 4.
Eletroencefalografia. 5. Redes de Kohonen. I. Pereira,
Alice Theresinha Cybis . II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão
do Conhecimento. III. Título.

Bruno Panerai Velloso

**ATENÇÃO COMO CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE
OBJETOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADO
EM SUAS CARACTERÍSTICAS**

Esta Tese de Doutorado foi julgada aprovada para a obtenção do Título de “Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Florianópolis, 15 de dezembro 2014.

Prof. Dr. Gregório Varvakis
Coordenador do Curso

Prof.^a PhD. Alice Theresinha Cybis Pereira
Orientadora

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Patricia Alejandra Behar
Presidente

Prof. Dr. Paulo Cesar Machado

Prof.^a Dr.^a Berenice Santos Gonçalves

Prof. Dr. Ricardo Azambuja Silveira

Prof. Dr. Francisco Antonio Pereira Fialho

Prof. Dr. Alexandre Leopoldo Gonçalves

Prof. Dr. João Artur de Souza

AGRADECIMENTOS

Primeiramente tenho que agradecer a minha orientadora Profa. Alice, por toda a orientação e auxílio durante a construção deste trabalho, mas principalmente por ter acreditado e não desistido de mim mesmo quando dei todos os motivos para isso.

A Alessandra, minha esposa, por suportar minha ausência, mesmo quando estava em casa, pois durante este período sempre foi muito difícil para mim estar totalmente presente em qualquer lugar. Ela tornou a conclusão desta etapa possível, sem o suporte e incentivos incondicionais dela, muitas vezes colocando a minha responsabilidade acima de todo o resto, este trabalho teria sido muito mais difícil. Alessandra também foi responsável por me auxiliar nas revisões e possivelmente é uma das pessoas que mais leu o que eu escrevo.

Tenho que agradecer também a minha Mãe, Elizabeth, pela preocupação constante com a evolução do trabalho e a participação na discussão de aspectos relativos a fundamentação teórica, principalmente na área de Neurociências e Ciências Cognitivas. Ela também participou das revisões do texto final em quase todos os capítulos e por isso sou muito grato.

Ao meu pai, Roberto, e madrasta, Sônia, pela compreensão e suporte constantes e também aos meus irmãos, Roberto, Bernardo e Matheus por estarem sempre envolvidos nas minhas decisões e nos projetos relacionados a este trabalho. E a Luísa, filha do Roberto, que está chegando a família.

Queria agradecer também a meus amigos, Luiz, Patrícia, Clayton, Laurem, Maurano, Ralfh, Liandra, Alex, Nanda, Rodrigues(os dois), Carol, Ane, Daniel, Shelen, Mariana, Raquel e André por serem mais que amigos, minha família.

Aos colegas e a administração do IFSC, em especial o campus Palhoça Bilíngue, pelo suporte e auxílio, tornando a execução deste trabalho viável. Meu agradecimento especial aos amigos Vilmar, Paulo Machado, Fabiana, Douglas, Daniel e Laíse por suportarem a carga que minha dedicação inconstante lhes proporcionou.

A todos que direta ou indiretamente estiveram envolvidos neste trabalho.

*Atenção
As pessoas não precisam
Ser iguais às outras
Aceite ou não
Mas você é única
No mundo assim...*

Duca Leindecker
- Cidadão Quem

*Todos iguais
Todos iguais
Mas uns mais iguais que os outros...*

Humberto Gessinger
- Engenheiros do Hawaii

RESUMO

Este trabalho buscou alternativas viáveis para identificar e classificar Objetos de Ensino e Aprendizagem com relação ao nível de atenção que pode ser esperado deles. A *Atenção* desempenha um papel importante no processo de ensino e aprendizagem e identificar objetos que potencializem a atenção dos alunos é relevante no contexto do ensino suportado por tecnologias.

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é elaborar um método de avaliação de objetos de ensino e aprendizagem com base nos níveis de *Atenção* do aluno.

O método utilizado consistiu em obter a atividade cerebral de alunos por meio de eletroencefalografia relacionando-a com a *Atenção* durante a utilização de objetos de ensino e aprendizagem. Com base nestas medições foram calculados valores definidos como “pontuação de atenção” que são diretamente proporcionais a atenção do sujeito testado.

De posse da pontuação de *Atenção* esta foi relacionada com as características do objeto, gerando um artefato do qual espera-se a capacidade de extrapolação da pontuação de *Atenção* para outros objetos semelhantes.

Duas tecnologias foram utilizados para a construção do artefato: Redes Neurais Artificiais (Redes de Kohonen) e Classificadores Estatísticos (See5) destas o melhor resultado foi obtido com o uso das redes de Kohonen que se mostraram capazes de classificar objetos com metadados semelhantes indicando níveis próximos de atenção.

Os resultados obtidos indicaram a necessidade de um conjunto mais específico de características que o conjunto de metadados disponível. Desta forma, neste trabalho foi proposto, e definido, um conjunto metadados baseados em características de design, usabilidade e arquitetura de informação. De posse deste conjunto, novos testes, mais abrangentes, foram executados e os resultados obtidos demonstram que os metadados propostos tem uma relação mais próxima com as características relevantes à atenção.

Este resultado vai de encontro a hipótese tratada neste trabalho: “Existe um conjunto de dados capaz de descrever um objeto de ensino e aprendizagem e com base neste conjunto é possível inferir, de forma objetiva, um nível de atenção”. Mostrando que o conjunto de metadados proposto, apesar de não ser otimizado, representa o objetos de ensino e

aprendizagem de forma mais eficiente, no que tange o nível de atenção esperado, que o conjunto previamente utilizado.

Palavras-chave: Classificação baseada em Atenção, Objetos de Ensino e Aprendizagem, EEG, Redes de Kohonen.

ABSTRACT

This work aims to identify a viable alternative for Learning Object's classification, according to the level of attention that can be expected of these objects. Attention plays a major role in learning process and identify objects that enhance the attention of students is relevant in this context.

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é elaborar um método de avaliação de objeto de ensino e aprendizagem com base nos níveis de *Atenção* do aluno e, relacionar estes valores as características do objeto avaliado.

Therefore, the objective of this research is develop a method to evaluating Learning Objects based on the levels of student's attention and correlate these values with object's characteristics.

The method employed consists in obtaining the student's brain activity through electroencephalography relating it to the attention while using Learning Objects. Based on these measurements are calculated values defined as "Attention Score". That values are directly proportional to the attention of the tested subject.

The Attention Score can be correlated to the characteristics of the object, generating an artefact, which, hopefully, will be able to interpolate Attention Scores for other similar objects.

Two technologies were used for the construction of the artefact: Artificial Neural Networks (Kohonen Network) and statistical classifiers (See5) with these, the best result was obtained using the Kohonen Networks who proved able to classify objects with similar metadata with related attention levels.

The results indicate the need for a more specific set of characteristics that the available set of metadata. Thus, this work is proposed, and defined a metadata set based in design features, usability and information architecture. In possession of this set, new tests, more comprehensive, were performed. The results demonstrate that the proposed metadata has a closer relationship with characteristics relevant to attention.

This result meets the hypothesis addressed in this study: "There are a data set that can describe a Learning Object, and based on this set, we can, in a objective way, infer a expected attention level." Showing that the proposed Learning Object's metadata set are more efficiently, regarding the expected attention level, in comparison with the set previously used.

Keywords: Attention based classification, Learning Objects, EEG, Kohonen Networks.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Mapa Mental proposta de tese. Fonte: Autor | 30 |
| Figura 2 | Cronologia das etapas da pesquisa e indicação dos capítulos referentes neste trabalho. Fonte: Autor | 35 |
| Figura 3 | Relação interdisciplinar entre principais áreas envolvidas na pesquisa. Fonte: Autor | 43 |
| Figura 4 | Modelo de <i>Atenção</i> de Broadbent apresentando o filtro das informações sensoriais realizado para a seleção de estímulos. Fonte: (COHEN; SPARLING-COHEN; O'DONNELL, 1993) adaptado pelo autor | 46 |
| Figura 5 | Equipamentos utilizados nos exames clínicos e exemplos de resultados de fMRI, EEG e PET. Fonte: Autor | 49 |
| Figura 6 | Trecho XML contendo metadados no padrão LOM. Fonte: (VICARI et al., 2009) | 57 |
| Figura 7 | Elementos do padrão LOM em sua hierarquia. Fonte: adaptado de (VIAN, 2010) | 58 |
| Figura 8 | Representação esquemática das classe da taxonomia de arquitetura de informação para OEAs. a)Quadro Centralizado b)Colunas c) Quadro Único. Fonte: Pereira (2014d) adaptado pelo autor. ... | 61 |
| Figura 9 | Equipamento de EEG Neurosky Mindwave Mobile(esquerda) e sua forma de utilização(direita). Fonte: (NEUROSKY, 2014) | 63 |
| Figura 10 | Arquitetura do sistema NeuroSky apresentando o fluxo de dados do equipamento de EEG até os sistemas do usuário. Fonte: Autor adaptado de (NEUROSKY, 2014) | 67 |
| Figura 11 | Diagrama de classes do ConectorNeuroSky apresentando algumas das principais classes utilizadas na conexão e obtenção de dados do equipamento de EEG. Classes auxiliares e similares foram suprimidas para melhor visualização. Fonte: Autor | 68 |
| Figura 12 | Tela inicial do sistema e janela “Sobre”. Fonte: Autor . | 70 |
| Figura 13 | Tela do sistema e conectado, apresentado gráfico dos valores recebidos, valores numéricos e qualidade do sinal. Fonte: Autor | 71 |
| Figura 14 | Tela do sistema onde são informados os dados do sujeito e do teste e botão “Iniciar Teste”. Fonte: Autor | 72 |
| Figura 15 | Tela do sistema com teste em andamento. Fonte: Autor | 72 |
| Figura 16 | Tela de exportação de dados do sistema. Fonte: Autor . | 73 |

| | |
|--|-----|
| Figura 17 Resultados dos teste de <i>Atenção</i> do primeiro sujeito. Fonte: Autor..... | 75 |
| Figura 18 Resultados compilados dos teste para todos os sujeitos, numerados segundo a ordem apresentada nas tabelas. Fonte: Autor | 76 |
| Figura 19 Infance do objeto de ensino e aprendizagem: Forma Frac- tal. Fonte: (PEREIRA, 2014a)..... | 80 |
| Figura 20 Infance do objeto de ensino e aprendizagem: Projeto Ar- quitetônico em Ferramentas Digitais. Fonte: (PEREIRA, 2014b)... | 80 |
| Figura 21 Montagem dos equipamentos de teste. A esquerda o computador com os OEAs e o equipamento de EEG NMM, e a direita o computador com os artefatos desenvolvidos para os testes. Fonte: Autor..... | 81 |
| Figura 22 Participantes durante a realização dos testes. Fonte: Au- tor..... | 82 |
| Figura 23 Questionário aplicado aos participantes durante os tes- tes. Fonte: Autor..... | 83 |
| Figura 24 Processo proposto para o tratamento dos dados dos tes- tes Fonte: Autor..... | 84 |
| Figura 25 Remoção de ruído dos sinais de atenção.(valor medido x tempo[s]) Fonte: Autor..... | 85 |
| Figura 26 Aplicação do filtro Passa Baixa removendo as variações de alta frequência do sinal. Fonte: Autor..... | 86 |
| Figura 27 Aplicação dos filtros Passa Baixa sobre um mesmo sinal. a) filtro de 25% b) filtro de 65% e c) filtro de 90%. Fonte: Autor . | 87 |
| Figura 28 Atenção filtrada e <i>Atenção</i> Normalizada de 0 a 100. Fonte: Autor..... | 88 |
| Figura 29 Resultados de pontuação de <i>Atenção</i> para todos os tes- tes. Fonte: Autor..... | 90 |
| Figura 30 Exemplo de árvore de decisão da compra de um carro. Fonte: Autor..... | 95 |
| Figura 31 Classificação resultando do algoritmo See5. Fonte: Autor | 96 |
| Figura 32 Modelo de funcionamento de uma rede de Kohonen. Fonte: Autor..... | 98 |
| Figura 33 Matriz U resultado do treinamento com metadados e valores de pontuação de atenção. Fonte: Autor..... | 99 |
| Figura 34 Detecção do conjunto de teste. Fonte: Autor..... | 100 |
| Figura 35 Detecção do conjunto de teste com propriedades altera- | |

| | |
|---|-----|
| das. Fonte: Autor..... | 101 |
| Figura 36 Detecção do conjunto de teste baseado no OEA Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais: 5/7 classificados corretamente. Fonte: Autor..... | 101 |
| Figura 37 Detecção do conjunto de teste baseado no OEA Forma Fractal: 6/7 classificados corretamente. Fonte: Autor..... | 102 |
| Figura 38 Detecção do conjunto de teste baseado no OEA <i>Virtual Barber Shop</i> : 5/7 classificados corretamente. Fonte: Autor..... | 102 |
| Figura 39 Componentes da Matriz U variáveis irrelevantes são mostradas todas na mesma cor. Fonte: Autor..... | 103 |
| Figura 40 Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Fundamentos da Forma[OEA 1 - Design]. Fonte: (PEREIRA, 2014c)..... | 116 |
| Figura 41 Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Forma Fractal[OEA 2 - Design; OEA 2 - Arquitetura] . Fonte: (PEREIRA, 2014a)..... | 117 |
| Figura 42 Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Vídeo Tutorial Adobe Premiere - Criando Legenda Animada[OEA 3 - Design]. Fonte: (VFX, 2014)..... | 117 |
| Figura 43 Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Design Culture[OEA 4 - Design]. Fonte: (CULTURE, 2014)..... | 118 |
| Figura 44 Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais[OEA 1 - Arquitetura]. Fonte: (PEREIRA, 2014b)..... | 118 |
| Figura 45 Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Forma Fractal[OEA 2 - Arquitetura; OEA 2 - Design]. Fonte: (PEREIRA, 2014a)..... | 119 |
| Figura 46 Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Vídeo Tutorial REVIT 2012 - Apresentação do Programa[OEA 3 - Arquitetura]. Fonte: (ERON, 2014)..... | 119 |
| Figura 47 Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Arch Daily[OEA 4 - Arquitetura]. Fonte: (ARCHDAILY, 2014)..... | 120 |
| Figura 48 Matriz U resultado do treinamento da rede com o conjunto de testes contendo os metadados propostos. Fonte: Autor .. | 123 |
| Figura 49 Matriz U áreas de ativação definidas para cada tipo de OEA. Fonte: Autor..... | 124 |
| Figura 50 Resultados da classificação do conjunto de teste a) OEA perfil Design b) OEAs perfil Arquitetura. Fonte: Autor..... | 124 |
| Figura 51 Comparação entre o desempenho de classificação com | |

alterações em propriedades específicas. a) resultados originais b) resultados para OEAs 1 e 2 com uso do novo conjunto de metadados
Fonte: Autor 125

Figura 52 Classificação de OEA com alterações nos metadados LOM e no conjunto proposto. Fonte: Autor 126

Figura 53 Componentes da Matriz U. As variações de cor são proporcionais a relevância da variável na classificação. Fonte: Autor . 128

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabela 1 | Relação final de publicações resultado da revisão sistemática completa..... | 38 |
| Tabela 2 | Tipos de ondas cerebrais..... | 50 |
| Tabela 3 | Caracterização dos sujeitos envolvidos nos testes de validação dos artefatos..... | 74 |
| Tabela 4 | Resultados dos testes de validação dos artefatos, médias aritméticas e valores máximos e mínimos. | 76 |
| Tabela 5 | Definição formal do Metadado: Seleção Tipográfica.... | 111 |
| Tabela 6 | Resumo dos atributos dos metadados propostos..... | 112 |
| Tabela 7 | Lista de OEA utilizados nos testes e suas URLs e referências - Alunos com formação em Design | 115 |
| Tabela 8 | Lista de OEA utilizados nos testes e suas URLs e referências - Alunos com formação em Arquitetura | 116 |
| Tabela 9 | Caracterização dos sujeitos testados..... | 120 |
| Tabela 10 | Valores de Pontuação de <i>Atenção</i> para os testes - Sujeitos com formação em Design..... | 121 |
| Tabela 11 | Valores de Pontuação de <i>Atenção</i> para os testes - Sujeitos com formação em Arquitetura..... | 122 |
| Tabela 12 | Bases de Dados recomendados pela Capes por Área.... | 151 |
| Tabela 13 | Bases de Dados relevantes e total de publicações obtidas | 152 |
| Tabela 14 | Relação de publicações resultado da revisão sistemática | 161 |
| Tabela 15 | Relação final de publicações resultado da revisão sistemática completa..... | 162 |
| Tabela 16 | Índice de Questões | 292 |
| Tabela 17 | Iniciais do sujeito: rtp Data de Nascimento: 19/03/1962 | 292 |
| Tabela 18 | Iniciais do sujeito: gv Data de Nascimento: 05/06/1978 | 293 |
| Tabela 19 | Iniciais do sujeito: nmb Data de Nascimento: 01/06/1986 | 293 |
| Tabela 20 | Iniciais do sujeito: bap Data de Nascimento: 16/11/1986 | 293 |
| Tabela 21 | Iniciais do sujeito: jd Data de Nascimento: 01/12/1990 | 294 |
| Tabela 22 | Iniciais do sujeito: jd Data de Nascimento: 01/12/1990 | 295 |
| Tabela 23 | Iniciais do sujeito: gv Data de Nascimento: 06/05/1978 | 295 |
| Tabela 24 | Iniciais do sujeito: nmb Data de Nascimento: 01/06/1986 | 296 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| Tabela 25 | Iniciais do sujeito: bap Data de Nascimento: 16/11/1986 | 296 |
| Tabela 26 | Iniciais do sujeito: rtp Data de Nascimento: 19/03/1962 | 296 |
| Tabela 27 | Iniciais do sujeito: lsl Data de Nascimento: 11/07/1978 | 297 |
| Tabela 28 | Índice de Questões | 298 |
| Tabela 29 | Iniciais do sujeito: atrd Data de Nascimento: 03/01/1982 | 299 |
| Tabela 30 | Iniciais do sujeito: gjs Data de Nascimento: 06/08/1964 | 299 |
| Tabela 31 | Iniciais do sujeito: ra Data de Nascimento: 02/08/1973 | 300 |
| Tabela 32 | Iniciais do sujeito: als Data de Nascimento: 18/08/1984 | 301 |
| Tabela 33 | Iniciais do sujeito: br Data de Nascimento: 31/12/1987 | 301 |
| Tabela 34 | Iniciais do sujeito: ip Data de Nascimento: 08/02/1984 | 301 |
| Tabela 35 | Iniciais do sujeito: med Data de Nascimento: 22/02/1989 | 302 |
| Tabela 36 | Iniciais do sujeito: rtl Data de Nascimento: 28/08/1981 | 302 |
| Tabela 37 | Iniciais do sujeito: jdb Data de Nascimento: 19/01/1990 | 303 |
| Tabela 38 | Iniciais do sujeito: kb Data de Nascimento: 03/11/1987 | 303 |
| Tabela 39 | Iniciais do sujeito: rgts Data de Nascimento: 07/03/1984 | 304 |
| Tabela 40 | Iniciais do sujeito: dgm Data de Nascimento: 08/09/1980 | 304 |
| Tabela 41 | Iniciais do sujeito: hdg Data de Nascimento: 03/07/1990 | 305 |
| Tabela 42 | Definição formal do Metadado: Seleção Tipográfica.... | 309 |
| Tabela 43 | Definição formal do Metadado: Contraste | 309 |
| Tabela 44 | Definição formal do Metadado: Cor predominante de Fonte | 310 |
| Tabela 45 | Definição formal do Metadado: Cor predominante de Fundo..... | 310 |
| Tabela 46 | Definição formal do Metadado: Visibilidade de Status . | 311 |
| Tabela 47 | Definição formal do Metadado: Classificação de Design de Informação..... | 312 |
| Tabela 48 | Definição formal do Metadado: Consistência de Padrão visual | 312 |
| Tabela 49 | Definição formal do Metadado: Consistência de Padrão mecânico..... | 313 |
| Tabela 50 | Definição formal do Metadado: Consistência de Padrão conceitual..... | 314 |
| Tabela 51 | Definição formal do Metadado: Adaptação Semântica ao Público alvo..... | 314 |
| Tabela 52 | Definição formal do Metadado: Prolixidade..... | 315 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 53 Metadados dos objetos de ensino e aprendizagem - parte 1..... | 330 |
| Tabela 54 Metadados dos objetos de ensino e aprendizagem - parte 2..... | 331 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | | |
|--------|--|-----|
| OEA | Objetos de Ensino e Aprendizagem..... | 29 |
| PPGEGC | Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Conhecimento | 40 |
| UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina..... | 40 |
| RMN | Ressonância Magnética Nuclear..... | 48 |
| fRMI | Ressonância magnética funcional de imagem..... | 48 |
| EEG | Eletroencefalografia..... | 48 |
| PET | Tomografia por Emissão de Pósitrons..... | 48 |
| OEA | Objetos de Ensino e Aprendizagem..... | 52 |
| LOM | Learning Object Metadata..... | 55 |
| XML | eXtensible Markup Language..... | 56 |
| IHC | Interface Humano-Computador..... | 57 |
| NMM | Neurosky Mindwave Mobile..... | 63 |
| BCI | Brain Computer Interfaces..... | 66 |
| AVEA | Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem..... | 79 |
| FFT | Transformada Rápida de Fourier..... | 86 |
| RMS | Raiz da média quadrada..... | 89 |
| RNA | Rede Neural Artificial..... | 93 |
| SOM | Self-organizing map..... | 93 |
| AVEA | Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem..... | 115 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 29 |
| 1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA | 29 |
| 1.1.1 Observações sobre o termo <i>Atenção</i> e sua grafia no escopo deste trabalho | 31 |
| 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA | 31 |
| 1.3 PRESSUPOSTOS | 32 |
| 1.4 HIPÓTESES | 32 |
| 1.5 OBJETIVOS | 32 |
| 1.5.1 Objetivo Geral | 32 |
| 1.5.2 Objetivos Específicos | 32 |
| 1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E DELINEAMENTO DA PESQUISA (MÉTODO) | 33 |
| 1.6.1 Considerações Metodológicas | 33 |
| 1.6.2 Procedimentos e etapas de Pesquisa | 34 |
| 1.7 ORIGINALIDADE | 37 |
| 1.7.1 Trabalhos Relacionados | 38 |
| 1.8 ADERÊNCIA AO OBJETO DE PESQUISA DO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO | 40 |
| 1.9 RECURSOS | 41 |
| 1.10 ESTRUTURA | 41 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 43 |
| 2.1 ATENÇÃO | 44 |
| 2.1.1 Atenção segundo as ciências cognitivas | 45 |
| 2.1.2 Atenção segundo a Neurociência | 47 |
| 2.1.3 Relação entre <i>Atenção</i> e Aprendizagem | 50 |
| 2.1.4 Constructo de <i>Atenção</i> no Escopo do Trabalho | 52 |
| 2.2 OBJETOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM | 52 |
| 2.2.1 Conceitos | 53 |
| 2.2.2 Metadados | 55 |
| 2.3 ELEMENTOS DO DESIGN DE INTERFACE | 57 |
| 3 SISTEMAS E FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE ATENÇÃO | 63 |
| 3.1 SISTEMA DE MONITORAMENTO DE ATENÇÃO | 63 |
| 3.1.1 Equipamentos | 63 |
| 3.1.1.1 Medidas eSense | 65 |
| 3.1.2 Artefatos desenvolvidos | 66 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.2 | VALIDAÇÃO DOS ARTEFATOS | 72 |
| 4 | TESTES DE ATENÇÃO | 79 |
| 4.1 | TRATAMENTO DOS DADOS DE ATENÇÃO | 83 |
| 4.2 | ANÁLISE DOS TESTE DE ATENÇÃO | 88 |
| 5 | CLASSIFICAÇÃO DE OEAS | 93 |
| 5.1 | MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DE OEAS | 93 |
| 5.1.1 | <i>See5</i> como classificador de OEAs | 94 |
| 5.1.2 | Redes de Kohonen como classificador de OEAs | 98 |
| 5.1.3 | Conclusões sobre classificação de OEAs com base na atenção | 104 |
| 6 | NOVO CONJUNTO DE METADADOS | 107 |
| 6.1 | PROPOSTA DE NOVO CONJUNTO DE METADADOS ... | 107 |
| 6.2 | DEFINIÇÃO FORMAL DOS NOVOS METADADOS | 109 |
| 6.3 | INFERÊNCIA DE NÍVEIS DE <i>ATENÇÃO</i> BASEADA NOS METADADOS PROPOSTOS | 114 |
| 6.3.1 | Aferição de Níveis de Atenção | 114 |
| 6.3.2 | Treinamento e testes da Rede Neural Artificial | 122 |
| 7 | CONCLUSÕES | 129 |
| 7.1 | OBJETIVOS ATINGIDOS | 129 |
| 7.2 | LIMITAÇÕES E ESCOPO DOS RESULTADOS | 132 |
| 7.3 | TRABALHOS FUTUROS | 133 |
| | REFERÊNCIAS | 135 |
| | APÊNDICE A – Revisão Sistemática de Referências Bil- biográficas | 147 |
| | APÊNDICE B – Listagem Completa dos comandos de Busca utilizados na Revisão Sistemática de Referências Bibliográficas | 165 |
| | APÊNDICE C – Arquivos Matlab Utilizados | 175 |
| | APÊNDICE D – Dados dos Testes de Validação dos Ar- tefatos | 211 |
| | APÊNDICE E – Dados dos Testes iniciais de Atenção .. | 219 |
| | APÊNDICE F – Dados dos Testes de <i>Atenção</i> - Sujeitos com Formação em Design | 253 |
| | APÊNDICE G – Dados dos Testes de <i>Atenção</i> - Sujeitos com Formação em Arquitetura | 277 |
| | APÊNDICE H – Questionário de avaliação dos testes ... | 289 |
| | APÊNDICE I – Definição Formal do Novo Conjunto de Metadados Proposto | 309 |
| | APÊNDICE J – Metadados Completos dos OEAs utili- zados nos testes | 319 |

| | |
|--|-----|
| APÊNDICE K - Resultados dos testes com Rede de Kohonen | 323 |
| ANEXO A - Metadados dos OEAs utilizados nos primeiros testes | 329 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

A construção de objetos de ensino e aprendizagem(OEA) capazes de estimular os mecanismos cognitivos responsáveis pela *Atenção* do aluno apresenta uma contribuição relevante uma vez que segundo Ladewig (2000, p. 63):

“A *Atenção* exerce uma função muito importante na capacidade de retenção de informações relevantes, pois é através dela, associada aos processos de controle, que guardamos informações na memória de longa duração.”

Sendo assim este trabalho busca alternativas viáveis para identificar e classificar estes objetos de ensino e aprendizagem com relação ao nível de atenção que pode ser esperado deles.

A figura 1 apresenta um mapa mental contendo os temas abordados neste trabalho e suas relações.

A análise da figura 1 apresenta a complexidade do processo que é abordado. Neste processo pretende-se encontrar um conjunto de características, de um determinado objeto de ensino e aprendizagem, que sejam capazes de indicar qual o nível de *Atenção* esperado deste objeto por parte dos alunos.

Uma vez estabelecido este método, a seleção de objetos de ensino e aprendizagem fica potencializada. De posse da informação do nível de atenção esperado, o responsável pela aplicação do objeto, tem uma indicação do aproveitamento dos alunos no processo de aprendizagem, podendo assim selecionar os melhores objetos disponíveis.

Também é relevante salientar que a determinação deste conjunto de características relacionadas a *Atenção* serve como guia para o desenvolvimento de novos OEAs que apresentem o nível esperado de *Atenção* mais elevado.

Uma seleção ou construção, mais eficiente de objetos de ensino e aprendizagem é desejável sob diversos pontos de vista, objetos mais apropriados para um determinado público tendem a proporcionar um processo de aprendizagem mais proveitoso e este processo representa ganho do ponto de vista pedagógico, administrativo e econômico em diversas situações.

O instrumental que se propõe utilizar nesta pesquisa para a construção destes métodos é baseado em ferramentas estatísticas e ma-

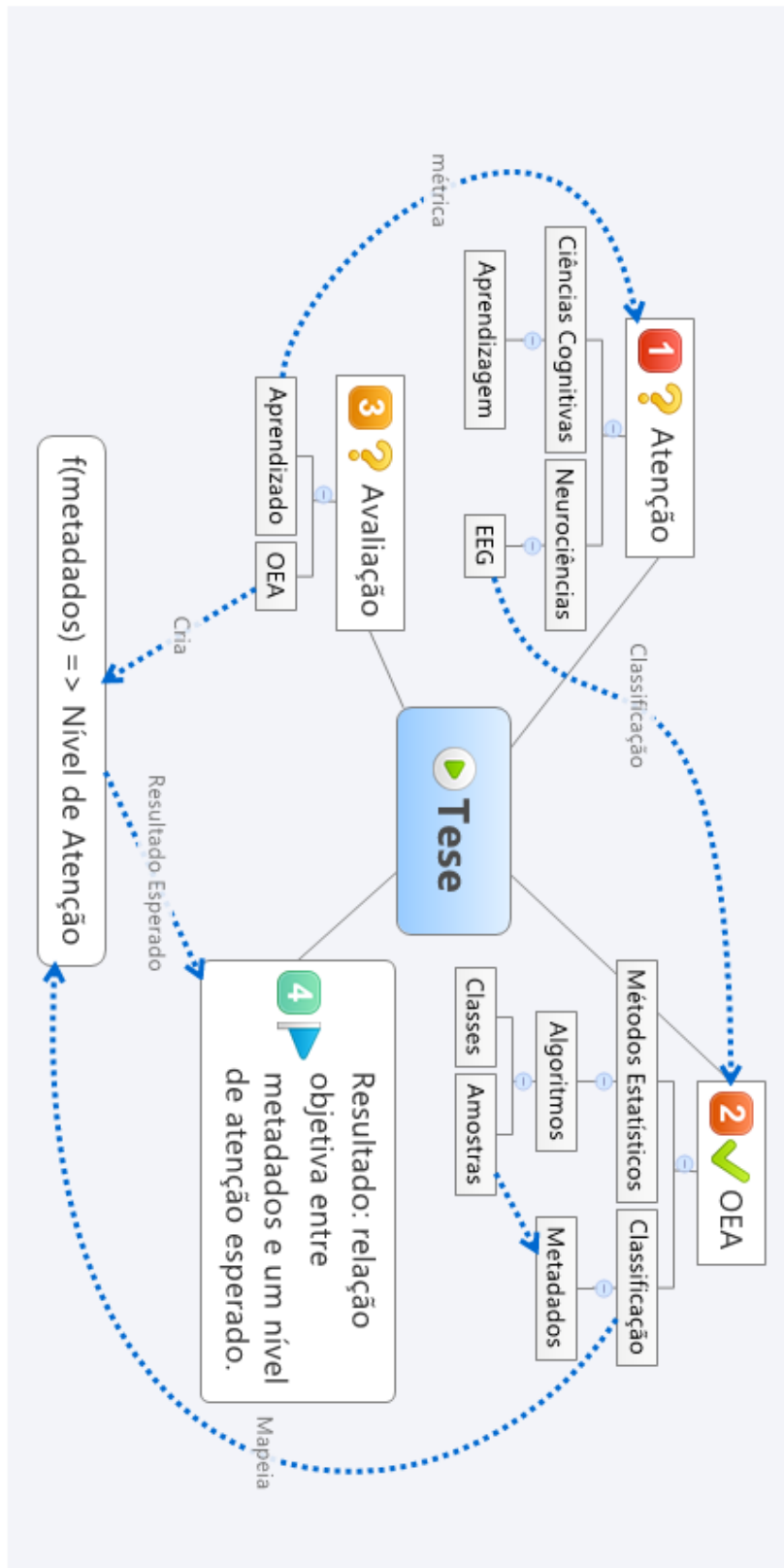


Figura 1 – Mapa Mental proposta de tese. Fonte: Autor

temáticas. Nesta proposta são obtidos dados de *Atenção* de alunos utilizando objetos de ensino e aprendizagem. Estes dados são aplicados a classificadores e algoritmos estatísticos/matemáticos que, são capazes de inferir novos valores com base nos padrões apresentados.

1.1.1 Observações sobre o termo *Atenção* e sua grafia no escopo deste trabalho

Cohen, Sparling-Cohen e O'Donnell (1993) salientam que o termo **atenção** é parte do vocabulário regular das pessoas e é utilizado em uma variedade de situações cotidianas representando uma série de comportamentos distintos.

É importante diferenciar este tipo de utilização corriqueira do termo do conceito de *Atenção* que é abordado neste trabalho. Para tal, e buscando melhorar o entendimento e facilitar a leitura a *Atenção*, enquanto conceito desta tese, será grafada da seguinte forma: *Atenção* em itálico e com letra maiúscula.

A grafia alterada busca evitar que o conceito de *Atenção* seja confundido com o uso corriqueiro do termo durante a leitura deste trabalho. Da mesma forma, qualquer outro uso da palavra *atenção* é evitado do corpo deste texto.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A questão de pesquisa proposta pode ser enunciada como: **É possível classificar, com base em um conjunto conhecido de características, objetos de ensino e aprendizagem de acordo com a *Atenção* esperada dos alunos?**

A questão de pesquisa proposta suscita outras questões que são tratadas no escopo deste trabalho como elementos balizadores do escopo e do tema, a saber:

- Como construir melhores objetos de ensino e aprendizagem?
- Qual a relação entre aprendizagem e *Atenção*?
- Como medir *Atenção* em objetos de ensino e aprendizagem?

Estas questões são tratadas durante a fundamentação teórica deste trabalho e servem de base para a desenvolvimento da pesquisa.

1.3 PRESSUPOSTOS

Este trabalho se baseia no pressuposto de que a *Atenção* do aluno é diretamente proporcional a retenção de informações em objetos de ensino e aprendizagem.

1.4 HIPÓTESES

A hipótese de trabalho desta pesquisa pode ser enunciada como:

H1: Existe um conjunto de dados capaz de descrever um objeto de ensino e aprendizagem e com base neste conjunto é possível inferir, de forma objetiva, um nível de *Atenção* esperada de um grupo de alunos.

1.5 OBJETIVOS

Com a finalidade de validar a hipótese proposta, e com base na questão de pesquisa, este trabalho define um série de objetivos, apresentados como geral e específicos, que devem ser atingidos.

1.5.1 Objetivo Geral

Relacionar, de forma objetiva, as características de um objeto de ensino e aprendizagem com os níveis de *Atenção* esperados dos alunos que utilizem este objeto.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Definir um sistema de aferição de *Atenção* capaz de avaliar objeto de ensino e aprendizagem;
2. Identificar características de objetos de ensino e aprendizagem relevantes para a *Atenção* do aluno;
3. Criar um método capaz de relacionar as características de objeto de ensino e aprendizagem com um determinado nível de *Atenção* esperado do aluno.

1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E DELINEAMENTO DA PESQUISA (MÉTODO)

Esta seção tem por objetivo apresentar a fundamentação metodológica utilizada nesta pesquisa, apresentando a visão de mundo empregada pelo pesquisador, bem como, descreve os procedimentos desenvolvidos durante a construção do trabalho e seu encadeamento cronológico. Desta forma, pretende-se elucidar as etapas e sua execução, bem como, justificar a existência das mesmas.

1.6.1 Considerações Metodológicas

Raupp e Beuren (2003, p. 76) salientam a importância de um delineamento correto da pesquisa uma vez que segundo o autor:

“No rol dos procedimentos metodológicos estão os delineamentos, que possuem um importante papel na pesquisa científica, no sentido de articular planos e estruturas a fim de obter respostas para os problemas de estudo.”

Desta forma define-se esta pesquisa como:

- **Pesquisa Exploratória:** uma vez que, segundo Andrade (2002), este tipo de pesquisa facilita a delimitação de um tema orientando a fixação de objetivos e a construção de hipóteses conduzindo, desta forma, a novos enfoques sobre o assunto. No contexto deste trabalho o novo enfoque é obtido na interdisciplinaridade emergindo por meio da hipótese testada;
- **Pesquisa Experimental:** a pesquisa experimental se baseia no fato de que quando uma determinada variável é observada as demais variáveis, que não sejam relevantes para o contexto do experimento, tem sua influência minimizada na observação (RAUPP; BEUREN, 2003). Este preceito pauta a construção de todos os teste deste trabalho;
- **Pesquisa Aplicada:** de acordo com Marconi e Lakatos (2008) a pesquisa aplicada tem por principal característica a solução de problemas que ocorrem na realidade. A pesquisa atual se baseia em OEAs efetivamente desenvolvidos com o fim de aplicação em cursos e seu desempenho relacionado a *Atenção* dos sujeitos que fazem uso destes.

É importante salientar que a interpretação dos resultados e experimentos constituintes deste trabalho tem cunho fundamentalmente positivista, ou seja, as inferências e conclusões são tomadas e baseadas em resultados empíricos e busca-se a compreensão dos fenômenos por meio de seus impactos mensuráveis na realidade. Sendo assim, quanto a abordagem, esta pesquisa se caracteriza da seguinte forma:

- **Pesquisa Quantitativa:** a maior parte das conclusões e resultados apresentados neste trabalho são fundamentados em dados objetivos obtidos por meio de equipamentos e situações controladas. Estes dados são coletados e posteriormente processados com uso de técnicas fundamentalmente matemáticas e numéricas;
- **Pesquisa Qualitativa:** Os testes pretendidos incluem a avaliação de um questionário dissertativo, no entanto estas análises, no escopo do trabalho, tem aplicação reduzida, sendo utilizadas para auxiliar e fortalecer o entendimento dos resultados fornecidos pela pesquisa quantitativa;
- **Busca Sistemática:** uma busca sistemática de referências bibliográficas é prevista como parte da revisão dos assuntos abordados, sendo utilizada como fundamentação para o ineditismo e como registro do estado da arte no escopo pretendido.

1.6.2 Procedimentos e etapas de Pesquisa

Devido ao perfil da pesquisa, notadamente as características da Pesquisa Experimental que tiveram grande impacto na execução deste trabalho. A cronologia dos procedimentos envolvidos tornou-se extensa e complexa. Desta forma, tanto a cronologia como as etapas efetivas não puderam ser previstas a princípio e novas etapas se fizeram necessárias no decorrer da pesquisa.

A figura 2 apresenta a cronologia das etapas executadas durante esta pesquisa, buscando relacionar cada uma destas etapas ao capítulo deste trabalho onde são abordadas. Sendo assim, o objetivo desta figura é apresentar a evolução da pesquisa marcando cada etapa com um número que indica sua ordem. Descrições complementares são incluídas para caracterizarem os testes efetuados, buscando tornar a distinção entre estes testes clara e evitando problemas na compreensão de seus resultados e finalidades.

A pesquisa teve início na etapa um onde foram elaborados os estudos de base a fundamentação teórica, nesta etapa está incluída

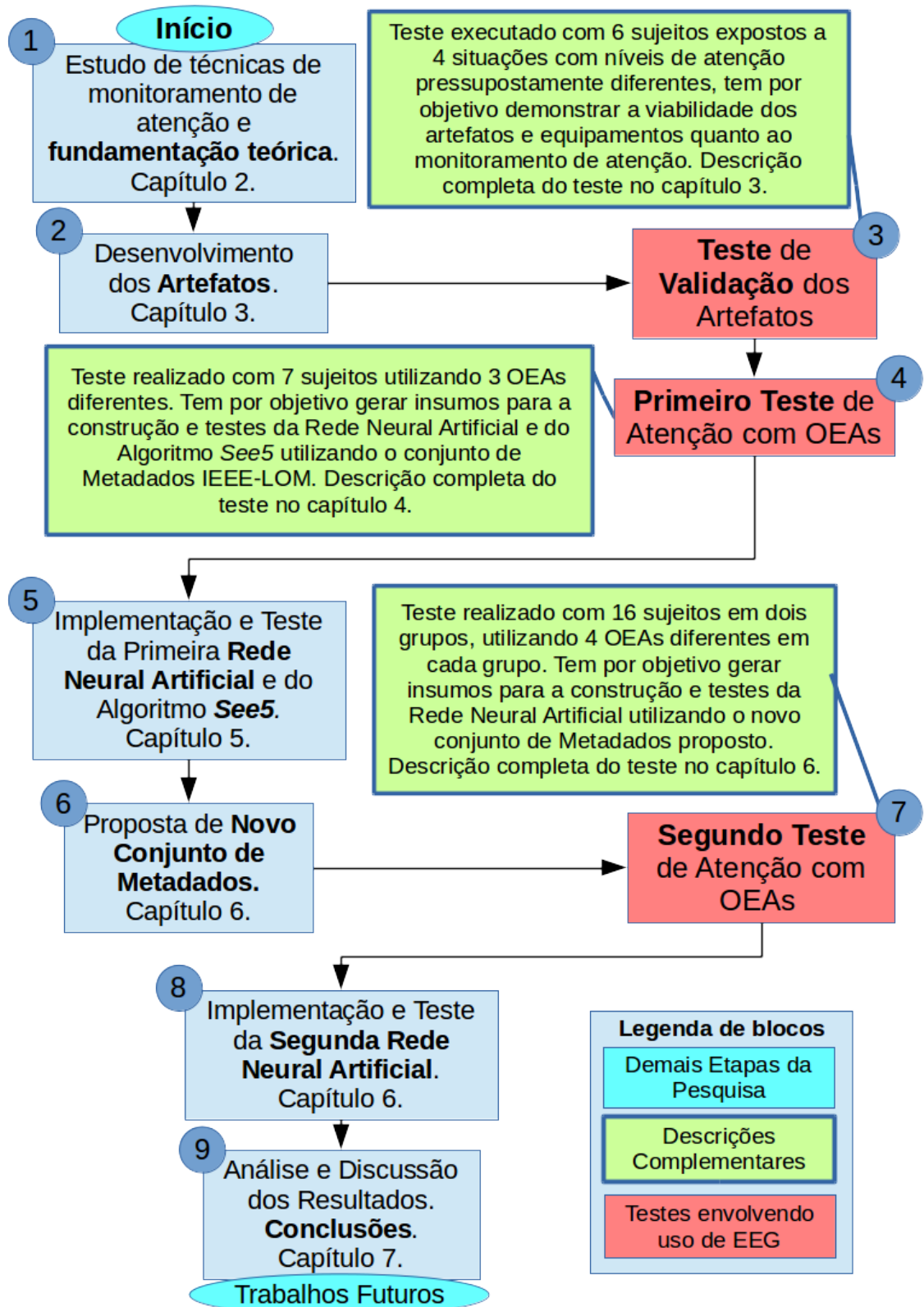


Figura 2 – Cronologia das etapas da pesquisa e indicação dos capítulos referentes neste trabalho. Fonte: Autor

a revisão sistemática de referências bibliográficas. Na etapa dois são propostos e implementados os artefatos necessários para aferir *Atenção* com base em Eletroencefalografia e desta forma tornar possível a execução de testes de *Atenção*.

Foi necessário validar a funcionalidade dos artefatos desenvolvidos, uma vez que o equipamento de eletroencefalografia utilizado para aferir *Atenção* o faz com base em um processo não descrito a fundo pelo fabricante. Referências de trabalhos relacionados e os testes de validação apresentados na etapa três são utilizados para validar este funcionamento.

Os teste da etapa três foram executados com 6 sujeitos e tem como base o seguinte método:

- Cada teste tem a duração de 5 minutos;
- No primeiro teste cada sujeito foi instruído a permanecer de olhos fechados enquanto escutava a um áudio com uso de fones de ouvido com conteúdo humorístico;
- No segundo teste cada sujeito foi instruído a jogar um jogo de computador o qual já tivesse domínio e que fosse complexo o suficiente para suscitar *Atenção* elevada;
- No terceiro teste cada sujeito foi instruído a não desempenhar nenhuma atividade específica mas, manter-se com os olhos abertos;
- No último teste cada sujeito foi instruído a manter-se com os olhos fechados em atitude de concentração;
- Os dados foram compilados e analisados individualmente.

Com os artefatos validados foi possível proceder aos testes envolvendo os OEAs. Na etapa quatro foi realizado o primeiro teste de *Atenção*. O teste foi aplicado em 7 sujeitos, cada sujeito foi testado utilizando 3 OEAs diferentes. Os resultados do teste foram tratados gerando um valor de “Pontuação de *Atenção*”.

Na etapa cinco, duas alternativas são testadas como métodos capazes de relacionar a “Pontuação de *Atenção*” aos metadados característicos de cada OEA. Estes métodos são: o algoritmo *See5* e as Redes Neurais Artificiais do tipo Redes de Kohonen. Como resultados as Redes Neurais Artificiais apresentaram um desempenho melhor e notou-se a necessidade de um conjunto de metadados mais apropriado.

Desta forma, na sexta etapa foi proposto um novo conjunto de metadados que foi agregado ao conjunto original. Este conjunto foi proposto baseado em características de Design de interface e informação, usabilidade e interação.

Prosseguindo, a sétima etapa foi realizado o segundo teste de *Atenção*, com 16 sujeitos divididos em dois grupos. Cada sujeito foi testado utilizando 4 OEAs diferentes. Tanto o primeiro teste de *Atenção* quando o segundo seguem o procedimento:

1. Selecionar os OEAs que serão utilizados nos testes;
2. Selecionar os participantes do teste;
3. Aplicar os testes obtendo os valores de *Atenção* dos participantes;
4. Avaliar o teste por meio de um questionário aplicado ao participante;
5. Tratar os dados de *Atenção* e eliminar erros de medição;
6. Avaliar os resultados dos testes de *Atenção* em conjunto com as respostas dos questionários.

Neste processo, cada teste de *Atenção* compreende a utilização do OEA pelo sujeito durante o periodo de 5 minutos em um ambiente de sala de aula.

De posse dos resultados do segundo teste de *Atenção*, na etapa oito, foi desenvolvida uma nova Rede Neural Artificial utilizando o conjunto de novos metadados proposto. Como resultado notou-se um ganho na performance evidenciando o fato de que o conjunto de metadados foi capaz de indicar o nível de *Atenção* esperado dos alunos.

Por fim, na atepa nove são analisados os resultados e apresentadas as conclusões. Durante a evolução das etapas foram alcançados os objetivos específicos propostos resultando no objetivo geral desta pesquisa e na validação da hipótese enunciada.

1.7 ORIGINALIDADE

O apêndice A apresenta o resultado de uma revisão sistemática de bibliografia envolvendo os termos relevantes para esta pesquisa. O apêndice B apresenta os comandos utilizados em cada mecanismo de busca para a obtenção dos resultados.

O resultado da revisão sistemática indica que o tema deste trabalho é original. Os trabalhos encontrados tangenciam o assunto e escopo desta pesquisa, apresentando a relevância da *Atenção* no processo de aprendizagem mediado por computadores, mas não tratando especificamente do reconhecimento desta característica nos OEAs envolvidos no processo.

A tabela 1 apresenta a lista de trabalhos resultante do processo de revisão sistemática, estes são abordados como trabalhos relacionados.

Tabela 1 – Relação final de publicações resultado da revisão sistemática completa

| Título | Autores | Tipo | Ano |
|--|-----------------------------|-------------|------------|
| Considering Human Memory Aspects to Adapting in Educational Hypermedia | Ágh e Bieliková | Artigo | 2004 |
| Teoria da relevância, psicologia da atenção e hipermídia adaptativa | Hodara, Viccari e Axt | Tese | 2006 |
| Working Memory Differences in E-Learning Environments: Optimization of Learners' Performance through Personalization | Tsianos et al. | Artigo | 2009 |
| Working Memory Span and E-Learning: The Effect of Personalization Techniques on Learners' Performance | Tsianos et al. | Artigo | 2010 |
| A Novel Approach for Attention Management in E-learning Systems | Costagliola et al. | Artigo | 2010 |
| Introducing an Information System for Successful Support of Selective Attention in Online Courses | Ebner, Wachtler e Holzinger | Artigo | 2013 |
| Attention Profiling Algorithm for Video-Based Lectures | Wachtler e Ebner | Artigo | 2014 |

1.7.1 Trabalhos Relacionados

A revisão sistemática de bibliografia teve por resultado um conjunto de referências relacionadas ao tema deste trabalho. Estes trabalhos tem seu foco em assuntos que vão desde tangenciar o tema desta tese até trabalhos fortemente correlatos.

No artigo “*Considering Human Memory Aspects to Adapting in Educational Hypermedia*” Ágh e Bieliková (2004) propõe um modelo de hipermídia adaptativa fundamentado em teorias oriundas das ciências cognitivas. O modelo proposto é baseado no conceito de memória de

trabalho, um tipo de memória que tem um tempo curto de existência e na forma como a *Atenção* atua sobre os estímulos sensoriais que alimentam este canal cognitivo. Como resultado é apresentado um sistema capaz de adaptar objetos de ensino e aprendizagem baseado nos tempos dos ciclos de aprendizado e esquecimento a que o aluno é exposto.

A tese de Hodara, Viccari e Axt (2006) “Teoria da relevância, psicologia da atenção e hipermídia adaptativa” relaciona de forma empírica a seleção automática de documentos em uma hipermídia adaptativa com teorias cognitivas utilizando principalmente, para isso, uma métrica baseada em atenção, proposta pela teoria da Relevância. Como resultados a autor aponta métodos para uma adaptação mais efetiva de hipermídias e indícios empíricos que sustentam as conjecturas teóricas envolvidas.

Por sua vez os artigos de Tsianos et al. (2009, 2010) apresentam os ganhos de desempenho, por parte de alunos, quando os sistemas de educação, e objetos de ensino e aprendizagem, envolvidos levam em consideração os aspectos cognitivos da memória e da *Atenção*, e as diferenças entre os sujeitos relativas a estes fatores.

Costagliola et al. (2010) apresenta em seu trabalho “*A Novel Approach for Attention Management in E-learning Systems*” um método não invasivo de detecção de *Atenção* baseado em: interação do usuário com o computador; interação do usuário com o objeto de ensino e aprendizagem; postura do usuário oriunda de vídeo capturado por uma câmera. Os valores de *Atenção* são utilizados como base para alterar a experiência de ensino e aprendizagem dentro de um determinado ambiente virtual.

Nos artigos de Ebner, Wachtler e Holzinger (2013) e Wachtler e Ebner (2014) é proposto um sistema capaz de dar suporte a apresentação de palestras em ambiente *web*, este sistema é construído baseado no preceito que a *Atenção* é um elemento fundamental para aprendizagem. Desta forma, são previstos métodos baseado em interatividade para buscar maximizar a *Atenção* do sujeito envolvido. Bem como são propostas métricas de *Atenção* para a avaliação do aproveitamento do aluno.

Os trabalhos relacionados corroboram a forte relação existente entre *Atenção* e aprendizado. No entanto os trabalhos não apresentam uma forma de relacionar as características de um determinado OEA com o nível de *Atenção* esperado do aluno, tal informação é desejável uma vez que pode representar o diferencial para um processo de aprendizagem bem sucedido. Desta forma, demonstram a viabili-

dade deste trabalho como elemento relevante de contribuição científica e acadêmica.

1.8 ADERÊNCIA AO OBJETO DE PESQUISA DO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO

O presente trabalho faz parte do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Conhecimento (PPGEGC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sendo que esta pesquisa está ligada à área de concentração de Mídia e Conhecimento e à linha de pesquisa Mídia e Conhecimento na Educação que procura estudar trabalhos direcionados a maximizar a eficiência do processo de ensino sob a utilização de meios tecnológicos. Segundo o PPGEGC (2014):

“Esta linha trata da aplicação das ciências da computação, comunicação, e ciências cognitivas na construção do conhecimento, resolução de problemas, planejamento, educação e treinamento, com especial foco em facilitar a colaboração, e a educação à distância, e a educação baseada em tecnologias multimídia.”

A pesquisa representada por este trabalho atua nas três áreas de concentração do PPGEGC, a saber: Engenharia do Conhecimento, Gestão do Conhecimento e Mídia e Conhecimento. Desta forma, busca sustentação para suas conclusões de maneira interdisciplinar relacionando diversas áreas de conhecimento. Sendo assim, os resultados desta pesquisa são aplicáveis a diversas atividades ricas em conhecimento.

Os resultados esperados deste trabalho são aproveitáveis por uma vasta gama de profissionais. A classificação de objetos de ensino e aprendizagem com base em níveis de *Atenção* apresenta possibilidade relacionadas as atividade profissionais de: professores, designers instrucionais, desenvolvedores de materiais didáticos, coordenadores de curso, pedagogos, administradores escolares e outros, envolvendo todo o espectro de objetos de pesquisa do PPGEGC.

1.9 RECURSOS

Este trabalho e todos os projetos e sistemas relacionados e desenvolvidos podem ser obtidos no endereço:

- <http://goo.gl/tR4vxN>¹

Também são disponibilizados todos os conjuntos de dados utilizados e os algoritmos desenvolvidos para o processamento destes.

1.10 ESTRUTURA

A tese está organizada em sete capítulos, iniciando por esta introdução. No capítulo 2 apresenta-se a fundamentação teórica dos assuntos relevantes ao trabalho (atenção e objetos de ensino e aprendizagem); no capítulo 3 discute-se a construção de um sistema capaz de monitorar a *Atenção* de um sujeito durante o uso de objetos de ensino e aprendizagem; no capítulo 4 disponibiliza-se os resultados e a análise dos experimentos bem como a construção do método de correlação entre características dos objetos de ensino e aprendizagem e o nível de atenção; no capítulo 5 apresenta-se o desenvolvimento e validação de ferramentas capazes de relacionar os resultados dos testes de *Atenção* com as características dos objetos e interpolar novos resultados; no capítulo 6 são propostos novos metadados para inferência de *Atenção* e estes são validados; por fim são apresentadas as conclusões, no capítulo 7, e propostas para as próximas etapas.

¹URL completa: <https://sites.google.com/site/bpveg/>

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente trabalho é elaborado fundamentalmente de forma interdisciplinar. Busca-se atingir os objetivos propostos relacionando as áreas envolvidas e seus conteúdos entre si. Desta forma este trabalho também apresenta uma perspectiva multidisciplinar, uma vez que apresenta os conceitos explorando os vieses de suas disciplinas, e por fim integra estes conceitos dentro da proposta de interdisciplinaridade.

A natureza epistemológica deste trabalho cria uma interface entre as áreas de conhecimento envolvidas, a saber principalmente: Objetos de Ensino e Aprendizagem, Ciências Cognitivas e Neurociência. Esta interface é delineada uma vez que é definido o tema do trabalho e, suas fronteiras são indicadas pelo escopo desta pesquisa. A figura 3 apresenta esta relação entre as disciplinas tendo a *Atenção* como elemento pedagógico fundamental na construção de objetos de ensino e aprendizagem. Na figura 3 estão representados as intersecções entre as áreas de conhecimento principais deste trabalho relacionando-as as principais questões de pesquisa que norteiam o desenvolvimento deste trabalho.

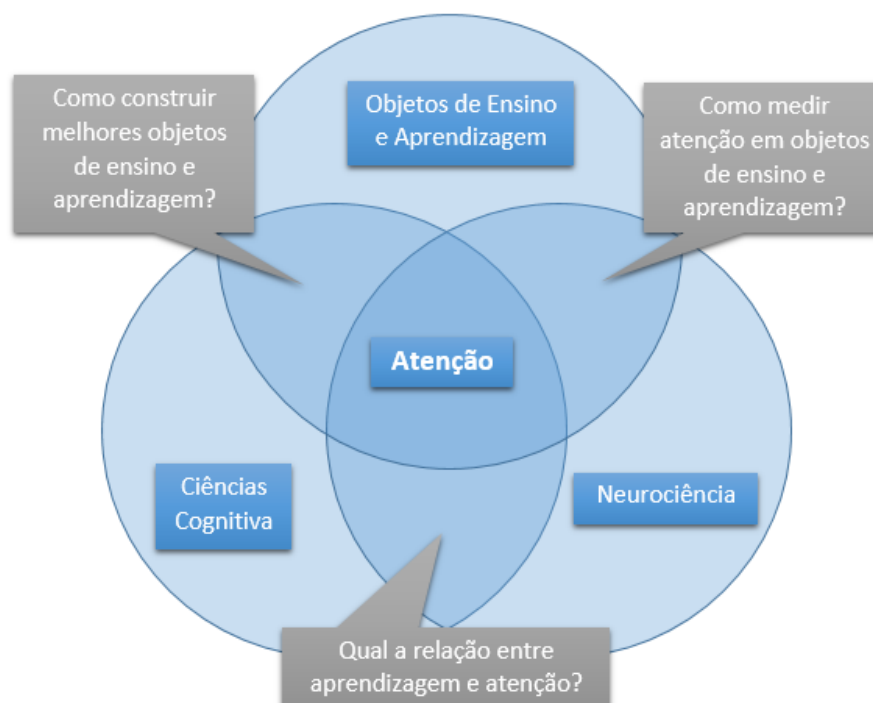


Figura 3 – Relação interdisciplinar entre principais áreas envolvidas na pesquisa. Fonte: Autor

As questões apresentadas tem o objetivo de guiar a execução

desta pesquisa, e podem ser compreendidas das seguintes formas:

- **Como construir melhores objetos de ensino e aprendizagem?**
Aborda o estudo das relações entre as teorias pedagógicas, a *Atenção* e as técnicas relacionadas a construção de objetos de ensino e aprendizagem;
- **Qual a relação entre aprendizagem e atenção?**
Fundamentação teórica para o embasamento dos pressupostos desta pesquisa;
- **Como medir *Atenção* em objetos de ensino e aprendizagem?**
Aspectos técnicos e teóricos que viabilizam a avaliação de *Atenção* com base nas atuais tecnologias e modelos.

Com base nestas questões a presente seção deste trabalho pretende compilar o embasamento teórico que torne possível a execução desta pesquisa. Para tal são apresentados e discutidos conceitos de *Atenção* pela ótica da pedagogia, psicologia e da neurociência, a relação entre *Atenção* e aprendizado, a importância da *Atenção* na efetividade de um objeto de ensino e aprendizagem e conceitos relacionados a estes temas. Ao final é proposto um constructo de atenção capaz de representar os conceitos de *Atenção* envolvidos no escopo deste trabalho.

2.1 ATENÇÃO

Um dos conceitos fundamentais desta tese é a atenção, as hipóteses e pressupostos aqui explorados são baseados neste conceito, desta forma é necessário uma definição precisa dos conceitos de *Atenção* trabalhados.

Johnson e Proctor (2004, p. 403) define *Atenção* com a seguinte passagem:

*“Every one knows what attention is. It is the taking possession by the mind, in clear and vivid form, of one out of what seem several simultaneously possible objects or trains of thought. Focalization, concentration, of consciousness are of its essence. It implies withdrawal from some things in order to deal effectively with others...”*¹

¹Todos sabem o que é atenção. É a posse pela mente, de forma clara e vívida,

Na obra “*The neuropsychology of attention*” o autor Cohen, Sparling-Cohen e O’Donnell (1993) salienta que o termo *atenção* é parte do vocabulário regular das pessoas e é utilizado em uma variedade de situações cotidianas representando uma série de comportamentos distintos. Desta forma, *Atenção* não pode ser entendida como um processo único e sim como uma coleção de processos cognitivos que produzem resultados reconhecíveis.

As ciências cognitivas estudam a *Atenção* como um conjunto de processos mentais, conscientes ou não. Por sua vez, a neurociência entende *Atenção* como um determinado estado fisiológico cerebral. Os objetos de ensino e aprendizagem, como outros materiais didático-pedagógicos, tem seu aproveitamento, por parte dos sujeitos, fortemente vinculado a atenção.

Desta forma, a compreensão destas diferentes abordagens viabiliza a construção deste trabalho. A junção interdisciplinar dos vários conceitos relativos ao assunto possibilita a elaboração de um constructo de *Atenção* viável no escopo pretendido.

2.1.1 Atenção segundo as ciências cognitivas

As ciências cognitivas tem por objetivo compreender a estrutura e o funcionamento da mente humana, sendo assim, usa de uma variedade de abordagens que vão desde o debate filosófico até a criação de modelos computacionais para representação de fenômenos cognitivos (THAGARD, 2012).

O estudo acadêmico da *Atenção* pode ser mapeado durante todo o século XX e tem sua base nas mais diversas disciplinas (JOHNSON; PROCTOR, 2004). A abordagem das ciências cognitivas tem foco nos conceitos de atenção utilizados na pedagogia e na psicologia e, por muitas vezes, esses conceitos se confundem.

Segundo Ballone e Moura (2008):

“Atenção pode ser entendida como uma atitude psicológica através da qual concentramos a nossa atividade psíquica sobre um estímulo específico, seja este estímulo uma sensação, uma percepção, representação, afeto ou desejo, a fim de elaborar os conceitos e o raciocínio.”

de um entre vários objetos ou linhas de pensamento simultaneamente possíveis. O foco e a concentração da consciência são sua essência. Ela implica em desistir de algumas coisas, a fim de lidar de forma eficiente com as outras...(Tradução livre)

Com base na análise desta afirmação pode-se concluir que a *Atenção* resulta, por vezes, de um ato voluntário. O autor classifica *Atenção* quanto a intencionalidade em: *Atenção* espontânea e *Atenção* voluntária.

A *Atenção* espontânea provem da tendência natural da atividade psíquica em orientar-se para as solicitações sensoriais e sensitivas. Caminhar, manusear objetos, mastigar alimentos são exemplos de atividades relacionadas a atenção espontânea.

A *Atenção* voluntária é aquela que demanda um esforço mental e permite que determinado conceito ou objeto permaneça mais ou menos tempo no campo da consciência. Prestar *Atenção* a uma aula é um exemplo deste tipo de atenção.

Anderson (2005) define *Atenção* como um processo cognitivo pelo qual o intelecto focaliza e seleciona estímulos, estabelecendo relação entre eles. Segundo Mayer e Moreno (2003) há um limite para o processamento consciente de informações proveniente dos canais sensoriais, ou seja, somente uma parte da informação captada pelos sentidos chega a ser conscientemente tratada.

O modelo de *Atenção* de Broadbent (1958) representado na figura 4 ilustra este conceito. No modelo, as informações oriundas do sistema sensorio são armazenadas em uma memória de curto prazo para em seguida serem filtradas e encaminhadas a um canal de capacidade limitada P . Segundo Cohen, Sparling-Cohen e O'Donnell (1993) o canal P é a percepção consciente da mente e a *Atenção* é um dos processos que atuam na seleção destas informações sensoriais.

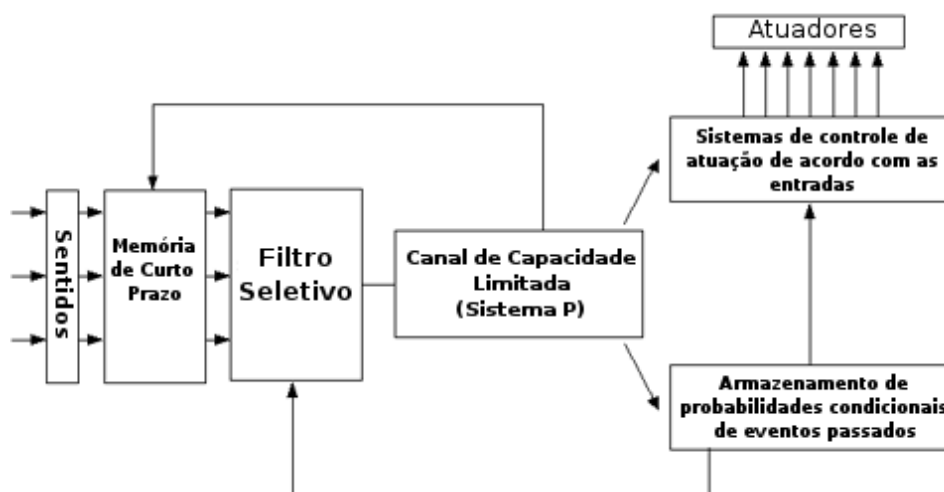


Figura 4 – Modelo de *Atenção* de Broadbent apresentando o filtro das informações sensoriais realizado para a seleção de estímulos. Fonte: (COHEN; SPARLING-COHEN; O'DONNELL, 1993) adaptado pelo autor

Por sua vez Helene e Xavier (2003) define *Atenção* como:

“Atenção corresponde a um conjunto de processos que leva à seleção ou priorização no processamento de certas categorias de informação; isto é, “atenção” é o termo que refere-se aos mecanismos pelos quais se dá tal seleção.”

Desta forma, a *Atenção* como um componente cognitivo e psicológico, pode ser tratada no contexto deste trabalho, como um processo mental, consciente ou não, e dependente de fatores internos e externos ao sujeito, que tem como finalidade selecionar quais estímulos sensoriais devem ser conscientemente tratados.

2.1.2 Atenção segundo a Neurociência

A neurociência segundo Kandel, Schwartz e Jessell (2000) tem como uma de suas principais finalidades explicar comportamentos baseados em atividades cerebrais, o foco da neurociência é, dentre outros, o estudo do sistema nervoso a fim de relacionar eventos ou áreas do cérebro com estados mentais observáveis.

O sistema nervoso é composto por neurônios e as interações eletroquímicas entre estes neurônios são denominadas sinapses. A neurociência acredita que mesmo atividades humanas complexas como pensamento, fala, criatividade e atenção, são frutos de um conjunto de sinapses em regiões determinadas do sistema nervoso.

Corbetta (1998) salienta que é papel da atenção, com base no comportamento atual pretendido, selecionar a fonte de estímulos sensoriais relevante em detrimento das outras. Neste modelo a *Atenção* pode ser vista como um processo que atua sobre informações provenientes de um ou mais sentidos.

Melo em Melo e Gonçalves (2009) faz uma revisão das bases biológicas da atenção, apresentando estudos com evidências empíricas das principais hipóteses neurofisiológicas. O autor também salienta um grande foco das pesquisas neurofisiológicas no campo da *Atenção* visual, em detrimento dos outros canais sensoriais.

É importante salientar que o papel da *Atenção* se mantém mesmo com outros estímulos sensoriais, por exemplo, o processo responsável por identificar um determinado objeto em uma fotografia é análogo ao de se concentrar na fala de um único interlocutor entre várias conversas simultâneas (GAZZANIGA, 2009). Este processo de *Atenção* ocorre de forma semelhante no cérebro, independente do canal sensorial que dá

origem aos estímulos(CORBETTA, 1998).

Kandel, Schwartz e Jessell (2000) explicam que a forma como o cérebro lida com a atenção, do ponto de vista neurobiológico, e gera a interação entre este e outros sistemas, como o sensorio e o motor, ainda não é compreendida totalmente e representa um ponto fundamental para os estudos relacionados a aprendizagem e armazenamento de memória. Por sua vez, Anne Treisman em Gazzaniga (2009) diz que observando comportamentos e medindo a atividade cerebral podemos refinar as teorias possíveis para entender o funcionamento destes sistemas, hipótese reforçada por Baird et al. (2002).

Os trabalhos de Petersen e Posner (2012), Gazzaniga (2009) e Corbetta (1998) mostram que a região do cérebro vinculada aos processos de atenção são, mais notadamente, os cortices pré-frontal e parietal. Gazzaniga (2009) salienta ainda que os resultados obtidos com experimentos clínicos apresentam uma grande ligação entre a atividade cerebral, vinculada a *Atenção* no lobo parietal, e a área relacionado ao sistema motor ocular.

Existem diversos métodos pelos quais é possível registrar a atividade funcional cerebral. Mazziotta (1994) destaca três:

- **Ressonância Magnética Nuclear(RMN):** Esta técnica mede a interação entre um campo magnético e os núcleos dos átomos de determinada substância para determinar suas características. Com o uso desta técnica o exame de Ressonância magnética funcional de imagem(fMRI) é capaz de monitorar a mudança das concentrações de oxigênio venoso no sistema nervoso, o que pode ser correlacionado com a atividade cerebral;
- **Eletroencefalografia(EEG):** Com o uso de eletrodos na superfície do crânio, esta técnica mede a atividade elétrica gerada principalmente nas camadas exteriores do cérebro. Eletrodos intracranianos podem ser utilizados, em exames invasivos, a fim de obter resultados específicos;
- **Tomografia por Emissão de Póstrons(PET):** Uma substância utilizada no metabolismo cerebral é misturada com um isótopo radioativo. Esta substância é injetada no corpo do sujeito de teste e quando consumida libera os isótopos radioativos que são detectados e utilizados para a formação das imagens. A PET Cerebral utiliza normalmente Oxigênio 15 como isótopo radioativo em uma solução de glicose, e é capaz de medir o consumo de oxigênio nas diferentes regiões no cérebro, indicando, assim como o fMRI, a atividade cerebral.

A figura 5 apresenta os equipamentos normalmente utilizados para a realização dos exames de RMN, EEG e PET, bem como exemplos de resultados obtidos com cada uma das técnicas. Os custos envolvidos com a operacionalização dos exames de RMN e PET são muitas vezes superiores ao de EEG, uma vez que o investimento em equipamento é muito mais pronunciado para estas técnicas. Baseado na análise de Mazziotta (1994) pode-se concluir que a única das três técnicas apresentados que pode ser efetivamente não invasiva é o EEG, uma vez que tanto PET como RMN expõem o sujeito a radiações eletromagnéticas e substâncias químicas radioativas. Por estes fatores as análises de atividade cerebral deste trabalho dão ênfase ao uso de EEG.

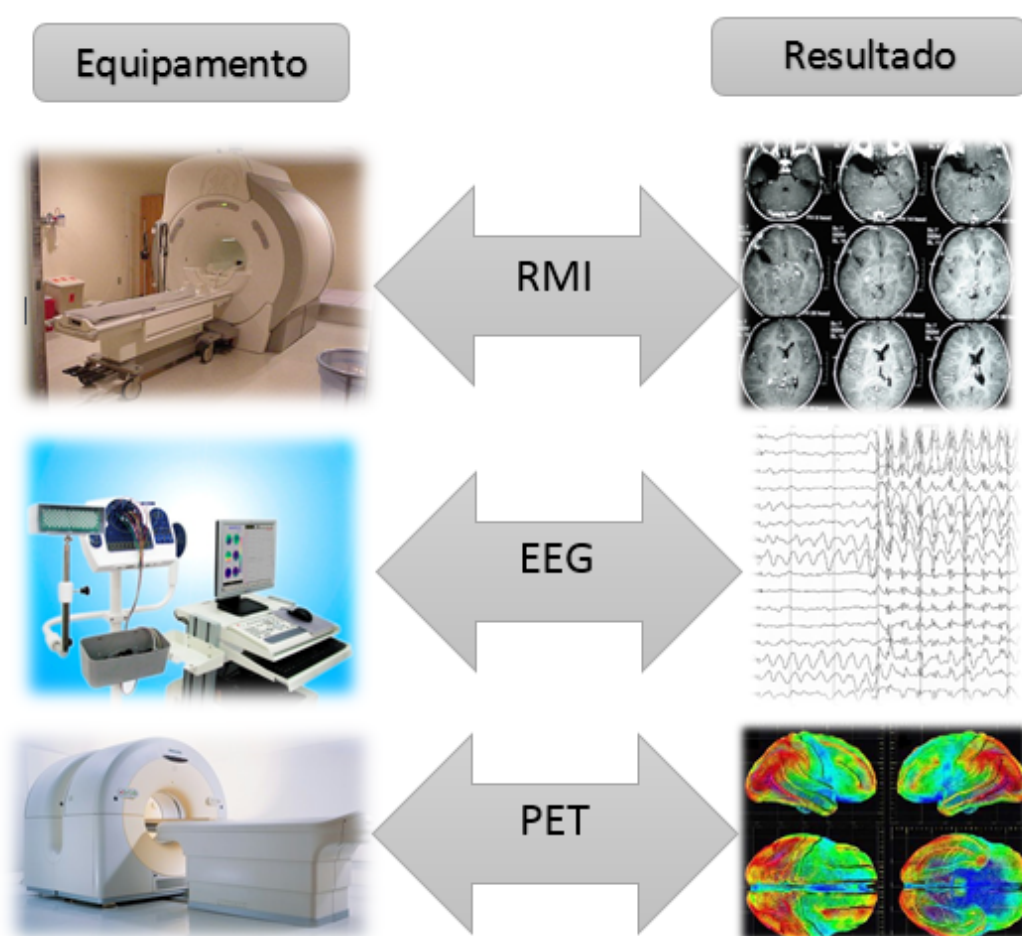


Figura 5 – Equipamentos utilizados nos exames clínicos e exemplos de resultados de fMRI, EEG e PET. Fonte: Autor

A eletroencefalografia desempenha um importante papel na neurociência, uma vez que com o uso desta técnica é possível de forma prática, relativamente barata e não invasiva obter a atividade cerebral de um determinado sujeito. Por estas características esta técnica se torna especialmente relevante para este trabalho.

O EEG apresenta os dados na forma de ondas elétricas cerebrais, cuja as características são: frequência, amplitude e fase. As ondas cerebrais são classificadas de acordo com sua frequência, a tabela 2 apresenta esta classificação.

Tabela 2 – Tipos de ondas cerebrais.

| Tipo de Onda | Frequência |
|---------------------|-------------------|
| Delta | (0.1-4 Hz) |
| Theta | (4-7 Hz) |
| Alfa | (8-12 Hz) |
| Beta | (12-30 Hz) |
| Gama | (30-130 Hz) |

Existem uma série de trabalhos relacionando funções cerebrais com a atividade atencional, destes destacam-se no escopo desta pesquisa, Crowley et al. (2010) Tallon-Baudry et al. (2005) Fan et al. (2007) Vidal et al. (2006), Ray e Cole (1985), Larsen (2011), que relacionam as ondas elétricas cerebrais alfa, beta e gama com a atenção. Landau et al. (2007) mostram que esta relação entre atividade cerebral e *Atenção* persiste independentemente da origem dos estímulos sensoriais.

2.1.3 Relação entre *Atenção* e Aprendizagem

A relação entre *Atenção* e aprendizagem é fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa. O pressuposto deste trabalho de que a aprendizagem é diretamente proporcional a *Atenção* valida o estudo desta relação. Nesta seção é apresentado uma revisão sobre o assunto por teóricos da área.

Conforme Vygotsky(VIGOTSKY, 2007, p. 104):

“O desenvolvimento dos conceitos, ou dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar. Esses processos psicológicos complexos não podem ser dominados apenas através da aprendizagem inicial”

Claudia Lopes da Silva em Salla (2012) apresenta o entendimento da relação entre aprendizagem e *Atenção* segundo Vygotsky:

“No decorrer do processo de desenvolvimento, a *Atenção* passa de automática para dirigida, sendo orientada de forma intencional e estreitamente relacionada com o pensamento. Ou seja, ela sofre influência dos símbolos de um meio cultural, que acaba por orientá-la. *Atenção* e memória se desenvolvem de modo interdependente, num processo de progressiva intelectualização.”

De acordo com a teoria de zona desenvolvimento proximal de Vygotsky, a motivação é maior e o aprendizado é mais eficiente quando tarefas são feitas apenas um pouco mais difíceis do ponto de vista da capacidade atual do indivíduo. Tarefas muito fáceis ou muito difíceis levam a taxas de aprendizado menores (VIGOTSKY, 2007).

Kastrup (2004) ressalta a importância do exercício da *Atenção* no processo de aprendizagem, com base na noção de *aprendizagem por cultivo* de Varela et al. (2003, p. 12):

“O processo começa com uma atividade consciente e intencional que se torna, com a prática, espontânea e inintencional [...] a aprendizagem resulta no aumento da força e da potência de uma atitude atencional que já existe na cognição.”

A aprendizagem por cultivo proposta por Varela et al. (2003) indica uma noção de não criação de novos conceitos ou habilidades, mas sim, em potencializar algo pré-existente, latente, internalizado. A atenção, neste foco, é entendida como um músculo que se exercita a fim de garantir um tônus atencional do sujeito, e é entendida como parte integrante do processo.

No processo de aprendizagem Ladewig (2000) ressalta que a *Atenção* passa, de forma subsequente, por três estágios diferentes, definidos por: cognitivo, associativo e autônomo.

No estágio cognitivo o sujeito tenta compreender os conceitos, neste estágio há uma grande sobrecarga nos mecanismos de atenção; no estágio associativo o sujeito desenvolve o conhecimento, nesta etapa as necessidades de *Atenção* são minimizadas com relação ao anterior; por fim no estágio autônomo a habilidade relacionada está desenvolvida e as exigências de *Atenção* são mínimas, permitindo que o sujeito redirecione sua *Atenção* para outros focos.

O modelo atencional descrito por Ladewig (2000) tem por base os estudos de Fitts e Posner (1967) e apresenta uma característica importante da atenção, é esperado que o nível de *Atenção* do sujeito diminua durante o processo de aprendizagem, gerando desta forma a possibilidade de um novo ciclo de desenvolvimento de conhecimento.

A análise das relações traçadas entre aprendizagem e *Atenção* deixa claro o papel fundamental da última no desenvolvimento da primeira e indica ainda um processo cíclico e retroalimentado onde a *Atenção* gera o aprendizado que potencializa a atenção, para o desenvolvimento do conhecimento envolvido no processo ou para a construção de novos conhecimentos, indicando uma relação de causa e efeito bidirecional.

2.1.4 Constructo de *Atenção* no Escopo do Trabalho

Com a finalidade de viabilizar o método deste trabalho, a definição do constructo de *Atenção* utilizado é:

- *Atenção* é um processo mental, consciente ou não, e dependente de fatores internos e externos ao sujeito;
- *Atenção* tem como finalidade selecionar quais estímulos sensoriais devem ser conscientemente tratados;
- A *Atenção* está relacionada a atividade cerebral, mais especificamente as ondas cerebrais alpha, beta e gama;
- A *Atenção* é parte fundamental do processo de aprendizagem;

A análise do constructo torna aparente uma série de características da atenção relevantes para este trabalho: existem fatores externos ao sujeito que são capazes de influenciar a atenção; nem todas as informações percebidas são conscientemente processadas; é possível medir a atividade cerebral relacionada a atenção; há uma relação direta e bidirecional entre aprendizagem e atenção, desta forma, a *Atenção* tende a ser proporcional ao aproveitamento do processo de aprendizagem.

2.2 OBJETOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Os Objetos de Ensino e Aprendizagem (OEA) são, para o escopo deste trabalho, conteúdos digitais hipermediáticos de abordagem pedagógica utilizados no suporte as mais diversas modalidades de ensino.

Conforme Neto (2011), Roncarelli (2012) e Busarello e Ulbricht (2013) não há um consenso, na comunidade científica nacional, com relação ao termo Objeto de Ensino e Aprendizagem, sendo utilizados também os termos: Objeto de Ensino, Objeto de Aprendizagem, Objeto Educacional, Objeto Digital de Aprendizagem, Objeto Digital de

Ensino e Aprendizagem, entre outros. Neste trabalho o termo adotado é Objeto de Ensino e Aprendizagem sendo este último relacionado ao termo em inglês “*Learning Objects*” proposto por Wiley (2000).

2.2.1 Conceitos

O IEEE-LTSC (2002) diz que um OEA pode ser definido como: “any entity, digital or non-digital, which can be used, re-used or referenced during technology supported learning.”². Sosteric e Hesemeier (2002) destaca o fato que a definição proposta por IEEE-LTSC (2002) é ampla e termina por incluir um número elevado de elementos:

“... a learning object is ‘anything that can be used during technology supported learning’ IEEE-LTSC (2002). The definition lumps all digital and non-digital ‘things’ into the learning object category. Obviously, a definition that includes ‘every-thing’ is not a definition at all.” Sosteric e Hesemeier (2002)³

Wiley (2000, p. 7) define OEA como:

“Um objeto de ensino e aprendizagem é qualquer recurso digital que possa ser utilizado para o suporte ao ensino.”

Sosteric e Hesemeier (2002) salienta que a diferença entre OEAs e outros recursos genéricos reside na contextualização recebida pelos OEAs. Com base no exposto o autor propõe o seguinte conceito para OEAs:

“A learning object is a digital file (image, movie, etc.,) intended to be used for pedagogical purposes, which includes, either internally or via association, suggestions on the appropriate context within which to utilize the object.”⁴

²todo material digital ou não que possa ser utilizado, reutilizado e referenciado no processo de apoio ao ensino e aprendizagem(tradução livre)

³... um OEA é ‘qualquer coisa que pode ser utilizada durante aprendizagem assistida por computador’(IEEE-LTSC, 2002). A definição coloca todos as ‘coisas’, digitais ou não, juntas na categoria de OEA. Obviamente, uma definição que inclui ‘todas as coisas’ não é uma definição.(tradução livre)

⁴Um OEA é um arquivo digital(imgem, filme, etc) destinado a ser utilizado com fins pedagógicos, o que inclui, internamente ou via associações, sugestões sobre o contexto adequado para sua utilização.(tradução livre)

Por sua vez Silva (2007) define OEAs como “um pedaço de conteúdo de aprendizagem que pode ser aplicado ao aprendizado em diversos momentos, e em diferentes cursos e situações”.

Roncarelli (2012) comenta a relação entre OEA e a visão de conteúdo aberta de Wiley (2000) que é apresentado como base do *Open-Content*⁵ serviço de internet especializado em compartilhamento de conteúdo aberto e regido pelas políticas dos quatro “Rs”:

- **Reduzir** os custos de produção de materiais didáticos;
- **Reutilizar** o conteúdo, em outros espaços e tempos, em sua forma primeira;
- **Remixar** agregar, adaptar, ajustar, modificar, combinar ou alterar o conteúdo original;
- **Redistribuir** cópias do conteúdo original, suas revisões, ou seus remixes com os outros.

Estas políticas de produção de conteúdo estão de acordo com algumas das características esperadas de um OEA, a saber, segundo McGreal (2004), Downes (2001), Vian (2010) e Miranda (2004):

- **Acessibilidade:** devem estar disponível para acesso em qualquer local;
- **Interoperabilidade:** podem ser desenvolvidos em locais diferentes, utilizando plataformas diferentes;
- **Adaptabilidade:** devem permitir a adaptação para atender necessidades específicas;
- **Reusabilidade:** podem ser utilizados em várias aplicações;
- **Durabilidade:** a utilização deve ser permitida, mesmo quando ocorram mudanças tecnológicas, sem a necessidade de modificações;
- **Recuperabilidade:** devem ser localizados e recuperados facilmente a partir de busca por termos, e quando e onde for necessário;
- **Avaliabilidade:** efetividade pedagógica, preço e usabilidade podem ser avaliados;
- **Intercambialidade:** um objeto pode ser facilmente substituído por outro.

⁵<http://www.opencontent.org>

Segundo Downes (2001) e McGreal (2004) os OEAs podem ser textos, hipertextos, animações, apresentações, imagens, software, etc. e devem ser descritos por metadados. Metadados são conjuntos de informações, formalmente definidas, que tem o objetivo de descrever o recurso a ela vinculado (IEEE-LTSC, 2002).

Campos (2013) ressalta que OEAs são normalmente empacotados, para indexação e distribuição, em arquivos únicos, e estes arquivos são disponibilizados em repositórios. Os repositórios potencializam algumas das características dos OEAs, tais como acessibilidade, reusabilidade e recuperabilidade diretamente.

2.2.2 Metadados

De acordo com Campos (2013) o conceito de metadados está relacionado às estruturas de informação que descrevem, sobre diversos aspectos, os próprios recursos. O autor salienta que metadados podem ser entendidos como informação sobre a informação.

Os metadados são definidos por IEEE-LTSC (2005) como em conjunto mínimo de elementos necessários para que um OEA possa ser gerenciado, localizado e avaliado. Estes metadados tem por objetivo contextualizar um conteúdo de aprendizagem, conforme Sosteric e Hesemeier (2002).

Para um efetivo uso dos metadados vinculados a OEAs é necessário a formalização dos seus elementos, ou seja, é necessário definir quais são estes elementos, quais as suas características, quantidades, limitações, restrições, obrigatoriedades e domínios. Uma definição precisa dos elementos de metadados torna possível a interoperacionalização dos OEAs descritos por estes metadados, uma vez que cria uma forma comum e conhecida para a descrição deste tipo de recurso.

O estabelecimento de padrões internacionais de metadados tenta formalizar estas informações tornando viáveis os conceitos apresentados. Nos últimos anos, muitos grupos de pesquisa e organizações respeitáveis tem proposto modelos formais como normas e especificações para metadados de OEAs, dentre estas propostas destacam-se:

- **LOM:** *Learning Object Metadata* (LOM) é um padrão definido pela IEEE (IEEE 1484.12.1-2002 *Draft Standard for Learning Object Metadata* (IEEE-LTSC, 2002) (IEEE-LTSC, 2005), este padrão especifica os elementos de metadados sua sintaxe e semântica, para a descrição adequada de um OEA. Neste padrão existem 76 elementos divididos em 9 categorias: *general, life cycle, meta-*

metadata, educational, technical, rights, relation, annotation, e classification (VIAN, 2010).

- **DUBLIN CORE:** é tido como uma das primeiras tentativas referentes a especificação de metadados, e é largamente utilizado para descrição de conteúdo de caráter geral(VIAN, 2010). O padrão possui 15 elementos que são: *contributor, coverage, creator, date, description, format, identifier, language, publisher, relation, rights, source, subject, title, type* (DCMI, 2014).
- **ISO:** Definido pela norma ISO/IEC 19788 este padrão visa incorporar compatibilidade com os padrões Dublin Core e LOM e prevê adaptabilidade multilingual e cultural. Tem por objetivo definir regras para descrição de metadados que facilitem a busca, aquisição, avaliação e utilização de conteúdos de aprendizagem, por alunos, professores ou processos automáticos(VIAN, 2010). O padrão define um conjunto de 72 elementos e inclui um *framework* que define regras para descrição dos elementos de metadados com base em formatos e vocabulários(ISO/IEC, 2011).
- **OBAA:** Tem por objetivo possibilitar a utilização de objetos de aprendizagem dentro do contexto de integração tecnológica, especialmente entre as plataformas Internet e TV Digital. Este padrão de metadados foi desenvolvido no Brasil e dá enfoque específico a questões educacionais nacionais e acessibilidade. Baseado no padrão LOM inclui extensões a fim de descrever características referentes às diferentes tecnologias onde o conteúdo de aprendizagem pode ser empregado(VICARI et al., 2009).

A análise dos padrões apresentados permite perceber a possibilidade de extensão/compatibilidade dos padrões, o padrão Dublin Core está contido no LOM que é compatível com o ISO, no caso do padrão OBAA este é compatível com o LOM, e por sua vez com o ISO, e incorpora novos elementos específicos. É importante ressaltar que o padrão ISO define um *framework* para escrita e utilização de elementos de metadados.

A figura 7 apresenta os elementos do padrão LOM organizados na hierarquia sugerida em IEEE-LTSC (2002) a figura é apresentada a fim de ilustrar os elementos comumente encontrados em metadados uma vez que o padrão LOM, conforme apresentado, é compatível ou contém outros padrões.

Por fim, de maneira geral, metadados são descritos utilizando o padrão XML(eXtensible Markup Language) isto permite que exista

interoperabilidade entre os padrões de metadados. A figura 6 apresenta um exemplo de OEA descrito com metadados LOM em xml.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/lomv1">
  <technical>
    <Format>video/mpeg</Format>
    <Size>41286815</Size>
    <Location>http://www.inf.ufrgs.br/prav/sm/dove7.mpeg</Location>
    <Requirement>
      <OrComposite>
        <Type>Software</Type>
        <Name>RealPlayer</Name>
        <MinimumVersion>9.0</MinimumVersion>
        <MaximumVersion>11.0</MaximumVersion>
      </OrComposite>
      <OrComposite>
        <Type>Software</Type>
        <Name>Quick Time</Name>
        <MinimumVersion>6.0</MinimumVersion>
        <MaximumVersion>7.6</MaximumVersion>
      </OrComposite>
    </Requirement>
    <InstallationRemarks("pt-br", "Acessado diretamente via protocolo rtsp")>
    </InstallationRemarks>
    <OtherPlatformRequirements>("pt-br", "Placa de Som")</OtherPlatformRequirements>
    <Duration>PT00H04M00S</Duration>
  </technical>
</lom>
```

Figura 6 – Trecho XML contendo metadados no padrão LOM. Fonte: (VICARI et al., 2009)

2.3 ELEMENTOS DO DESIGN DE INTERFACE

Segundo Filatro (2008) no processo de construção de OEAs é fundamental considerar as características da interface humano - computador(IHC) pois toda a interação do aluno com conteúdo, ferramentas e outras pessoas se dá através desta.

Filatro (2008) identifica e fundamenta alguns elementos do design de interface que devem ser observados para a construção dos conteúdos de um OEA efetivo:

- **Textos curtos sem rolagem e objetivos:** O autor salienta que os textos contidos nos OEAs devem, dentro do possível, serem objetivos e não ultrapassarem o tamanho da tela do usuário;
- **Listas numeradas e uso de marcadores:** todas as lista de ítems devem ser apresentadas de forma clara e é incentivado o uso de marcadores e numeração acompanhado cada ítem;
- **Palavras chaves destacadas:** as palavras chaves do texto devem ser grifadas utilizando elementos de formatação como cores e negrito;

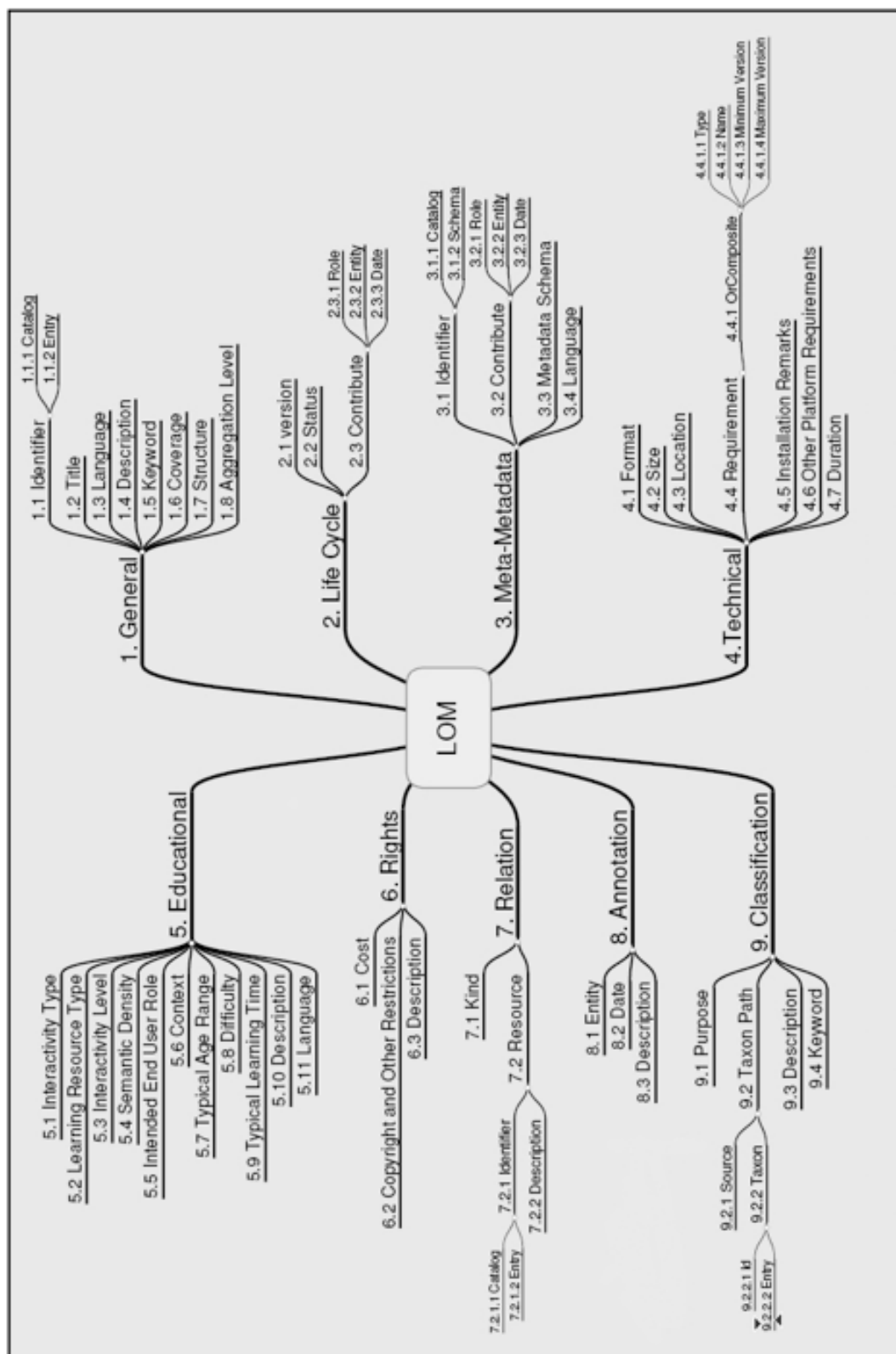


Figura 7 – Elementos do padrão LOM em sua hierarquia. Fonte: adaptado de (VIAN, 2010)

- **Tipografia:** a família de letras e sua aplicação deve ser pensada em relação ao usuário e a forma de acesso ao OEA, a tipografia é um campo de estudo extenso e deve ser abordado com a devida *Atenção* a seus diversos elementos.

A implementação de OEA levando em conta os aspectos desejáveis de IHC deve contemplar a usabilidade como um elemento importante para o desempenho pedagógico do objeto. Filatro (2008), apropriada para os OEAs as heurísticas propostas por Nielsen (1994) e define como importantes, do ponto de vista da usabilidade, dentre outros, os seguintes pontos:

- **Visibilidade do status:** o OEA deve disponibilizar uma forma clara para localizar o usuário dentro do conteúdo e o seu progresso, como por exemplo, trilhas de migalhas, mapas de navegação ou barras de progresso ;
- **Compatibilidade com o mundo real:** o OEA deve utilizar termos e palavras compatíveis com a realidade do usuário e seu meio, preferindo termos familiares ao grupo que se destina;
- **Consistência e padrões (visual, mecânico e conceitual):** o usuário não deve ser apresentado a diferentes situações, palavras ou ações representando a mesma coisa dos pontos de vista visual (a interface não pode alterar sua identidade de um ponto para outro), mecânica (as estruturas de uso e navegação devem ser mantidas) e conceitual (a apresentação e linguagem do conteúdo é uniforme em todo o OEA).

Sintetizando as questões de interface e usabilidade Filatro (2008) propõe diretrizes para a confecção de OEA, no escopo deste trabalho destacam-se:

- Use Gráficos;
- Mantenha próximos os itens relacionados;
- Use áudio para descrever gráficos;
- Ofereça apoio navegacional apropriado;
- Assegure a coerência;
- Apóie a interatividade;
- Links de menu/sumário;

- Linguagem acessível;
- Ofereça Ajuda;
- Use um design de tela apropriado.

Fleming (1987) por sua vez apresenta seis elementos necessários para aprendizagem, a saber:

1. atenção
2. percepção e recordação
3. organização e seqüência
4. instrução e avaliação
5. participação do estudante
6. pensamento de ordem superior e formação de conceito.

Em Fahy (2004) é apresentada a relação entre os elementos necessários para aprendizagem de Fleming (1987) e a construção de OEA baseados em multimídia para aprendizagem assistida por computador. Fahy (2004) salienta que um fator chave para a aprendizagem segundo Fleming (1987) é a atenção. Neste contexto o autor apresenta as características desejáveis deste tipo de mídia relativas a este aspecto:

- Mudanças e variações podem ajudar a criar e sustentar *Atenção* (aplicáveis a gráficos, legendas, ilustrações);
- Chamar *Atenção* através de títulos, cores, imagens de impacto, animações e adição de outros sentidos(som);
- Criar expectativas, trabalhar com incertezas, surpresas, enredos.

Com relação a arquitetura da informação, Pereira (2014d) apresenta um estudo das características dos OEAs e define uma tipologia para classificação de OEAs. A tipologia proposta por Pereira (2014d) considera, principalmente, dois aspectos dos objetos: a) seu conteúdo educacional principal, que consiste, por exemplo, no texto, animação, vídeo ou qualquer recurso hipertextual pedagógico utilizado, e b) nos elementos de navegação, identificação e conteúdos adicionais, que compõem o OEA. Desta forma são definidas três categorias:

- **Quadro Centralizado:** apresenta o conteúdo educacional principal inserido dentro de um quadro maior contendo os elementos de navegação, identificação e demais conteúdos, a figura 8a mostra uma representação esquemática possível desta categoria;
- **Colunas:** apresenta uma ou duas colunas a direita ou esquerda do conteúdo principal contendo elementos de navegação e ligação para os demais conteúdos, no topo são apresentados elementos de identificação e de navegação global, como trilhas de migalhas, elementos de navegação local aparecem muitas vezes na parte inferior da tela. A figura 8b mostra uma representação esquemática possível desta categoria;
- **Quadro Único:** Nesta classe a informação é apresentada em um único quadro permeada de elementos de navegação local e ligações para demais conteúdos, no cabeçalho podem ser encontrados elementos de navegação global e identificação. A figura 8c mostra uma representação esquemática possível desta categoria.

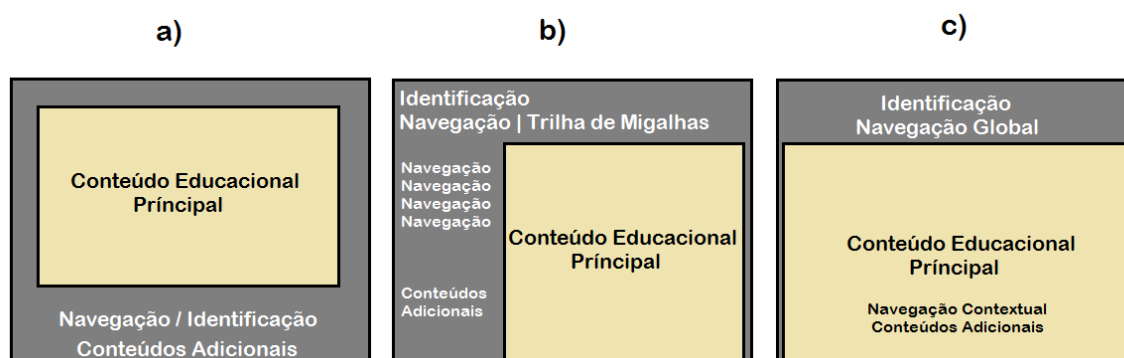


Figura 8 – Representação esquemática das classes da taxonomia de arquitetura de informação para OEAs. a) Quadro Centralizado b) Colunas c) Quadro Único. Fonte: Pereira (2014d) adaptado pelo autor.

A análise das referências e técnicas expostas nesta seção tem por objetivo auxiliar na proposta de novos metadados capazes de suprir as lacunas existentes nos conjuntos atuais. Esta análise não foi pretendida de forma exaustiva e simplesmente representa suporte para a construção de um dos conjuntos possíveis de metadados.

3 SISTEMAS E FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE ATENÇÃO

A fim de alcançar os objetivos propostos para este trabalho é necessário estabelecer uma forma de avaliar a *Atenção* em sujeitos durante o uso de OEAs.

Sistemas de EEG se apresentam como alternativas viáveis para a monitoração de atividade atencional. Uma vez que estes tem a capacidade de medir ondas cerebrais relacionadas a atenção, sua utilização é não invasiva e é mais econômica que outros sistemas, neste trabalho o EEG é utilizado como ferramenta para a monitoração de atenção.

3.1 SISTEMA DE MONITORAMENTO DE ATENÇÃO

3.1.1 Equipamentos

Para a execução desta pesquisa o sistema de EEG escolhido foi o *Neurosky Mindwave Mobile*(NMM)¹. A figura 9 mostra o equipamento utilizado.



Figura 9 – Equipamento de EEG Neurosky Mindwave Mobile(esquerda) e sua forma de utilização(direita). Fonte: (NEUROSKY, 2014)

¹<http://neurosky.com/>

Os critérios para a escolha deste equipamento são:

- Sistema de Eletrodo Único Seco: neste tipo de EEG não é necessário a utilização de nenhuma substância ou solução entre a pele e o eletrodo. Isto torna o processo de teste mais ágil e diminui o incomodo dos sujeitos envolvidos. Johnstone, Blackman e Bruggemann (2012) mostra que os resultados obtidos com este tipo de EEG são comparáveis com os esperados em outros equipamentos que fazem uso de diversos sensores e substâncias condutoras, para os sinais e ondas cerebrais envolvidos;
- Fácil acesso aos dados: o equipamento se comunica com um computador através de *Bluetooth* o que torna os dados acessíveis para posterior análise e tratamento (NEUROSKY, 2010);
- Baixo Custo: o sistema pode ser considerado de baixo custo². Este fato é relevante uma vez que viabiliza a execução desta pesquisa e possibilita, se necessário, a reposição dos equipamentos;
- Medidas eSense: o equipamento fornece valores, denominadas Medidas eSense, referentes a estados mentais. Os valores variam de 0 a 100 e são relacionados a *Atenção* e meditação (NEUROSKY, 2009).

As características básicas do equipamento segundo o fabricante (NEUROSKY, 2014) são:

- Alimentação com uma pilha AAA de 1,5V com 8h de autonomia;
- Comunicação *Bluetooth* v2.1 até 10 metros e Pareamento automático com computador;
- Compatibilidade com dispositivos móveis Android e iOS;

Com o dispositivo em funcionamento uma série de dados se tornam disponíveis em tempo real. Os sinais e suas taxas de atualização são:

- Sinais brutos (*Raw-Brainwaves*) 512 valores/s;
- Espectro de potência do EEG na forma de ondas cerebrais (alfa, beta, gama, delta e Theta). As ondas alfa, beta e gama são divididas em altas e baixa para propósitos de análise, totalizando 8 valores atualizados uma vez por segundo;

²US\$129,00(janeiro/2014). Fonte: <http://store.neurosky.com/products/mindwave-mobile>

- Medidas eSense de *Atenção* e meditação, atualizadas uma vez por segundo;
- Detecção de artefatos de EEG, piscar de olhos, atualizado por ocorrência do evento;
- Medida de qualidade de sinais, ruído e problemas no contato do eletrodo com a pele, atualizado uma vez por segundo.

Neste trabalho são utilizados nas análises os valores eSense de atenção e a medida de qualidade de sinal.

3.1.1.1 Medidas eSense

Sobre o equipamento NMM Neurosky (2009, p. 1) afirma:

“...the MindSet is able to output two custom measures: ‘Attention’ meter values, which indicate the user’s level of mental focus, and ‘Meditation’ meter values, which indicate the level of a user’s mental calmness. Together, these meters are referred to as NeuroSky’s eSense meters.”³

Os valores definidos como Medidas eSense são oriundos de um algoritmo proprietário e mantido sigiloso pelo fabricante do dispositivo Neurosky (2010), no entanto, o fabricante afirma que são calculados com base nas ondas cerebrais alfa, beta e gama o que corresponde ao indicado na literatura. Sendo assim, a falta de informações referentes a forma como os valores são calculados, impede que estes sejam validados como métodos de avaliação de atenção.

A fim de validar o valor da Medida eSense como um método viável para o monitoramento de *Atenção* em OEAs são utilizadas evidências empíricas publicadas e testes que foram executados com os equipamentos.

Segundo Crowley et al. (2010) o valor eSense de *Atenção* faz referência ao foco mental do sujeito em determinada atividade, no seu trabalho o autor mostra a relação entre altos níveis de estresse e baixos níveis de *Atenção* e a correlação destes com erros na execução de uma

³... o equipamento é capaz de fornecer duas medidas: valores de “Atenção”, que fazem referência ao foco mental do usuário, e valores de “Meditação” que fazem referência a calma mental do usuário. Juntos estes valores são referidos como Medidas eSense da NeuroSky. (Tradução livre)

determinada tarefa, no caso, a conclusão do jogo de Torre de Hanoi⁴.

Rebolledo-Mendez et al. (2009) mostra a utilização dos níveis de *Atenção* como entrada de sistemas de interface entre cérebro e computador⁵. O equipamento também é diretamente utilizado em outras aplicações envolvendo jogos como em Kuncheva et al. (2011), Jimenez et al. (2011) e Patsis et al. (2013).

A aplicação com sucesso do equipamento torna a inferência da *Atenção* com base nas ondas cerebrais desnecessária, tarefa que apresenta um nível considerável de complexidade conforme Ko, Yang e Sim (2009), Larsen (2011) e Maki et al. (2012) e foge ao escopo desta pesquisa.

Com base nas pesquisas publicadas que utilizam o equipamento é possível admitir sua validade como método de monitoramento de atenção, no entanto, devido ao fato de ser baseado em um algoritmo fechado e proprietário não é viável inferir qual o método, base ou teoria utilizado no cálculo do valor.

3.1.2 Artefatos desenvolvidos

Com a finalidade de operacionalizar testes de monitoração de *Atenção* com diversos sujeitos foram desenvolvidos uma série de artefatos para suporte. Para entender as demandas que justificam estes artefatos é necessário conhecer a arquitetura do sistema NMM.

O processo básico do sistema consiste em enviar dados medidos pelo *headset* via *bluetooth* para um computador e torná-los disponíveis ao usuário. Neste processo a conexão *bluetooth* compartilha uma porta de comunicação serial entre o *headset* e o computador, por meio desta porta são enviados dados para um programa, fornecido pela fabricante do dispositivo, denominado *ThinkGear Connector*⁶ que trata os dados e os disponibiliza, por meio de conexão via *sockets*⁷ para os usuários, fazendo uso do protocolo definido em Neurosky (2010).

⁴Torre de Hanói é um "quebra-cabeça" que consiste em uma base contendo três pinos, em um dos quais são dispostos alguns discos uns sobre os outros, em ordem crescente de diâmetro, de cima para baixo. O problema consiste em passar todos os discos de um pino para outro qualquer, usando um dos pinos como auxiliar, de maneira que um disco maior nunca fique em cima de outro menor em nenhuma situação. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Torre_de_Hanoi

⁵*Brain Computer Interfaces (BCI)*

⁶http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=thinkgear_connector_tgc

⁷Sockets são a tecnologia básica de comunicação do protocolo TCP/IP, e são utilizados para transferir informações entre processos ou programas diferentes.

A figura 10 apresenta a arquitetura do sistema NMM. Os artefatos desenvolvidos como parte desta pesquisa são apresentados na figura como sistemas do usuário.

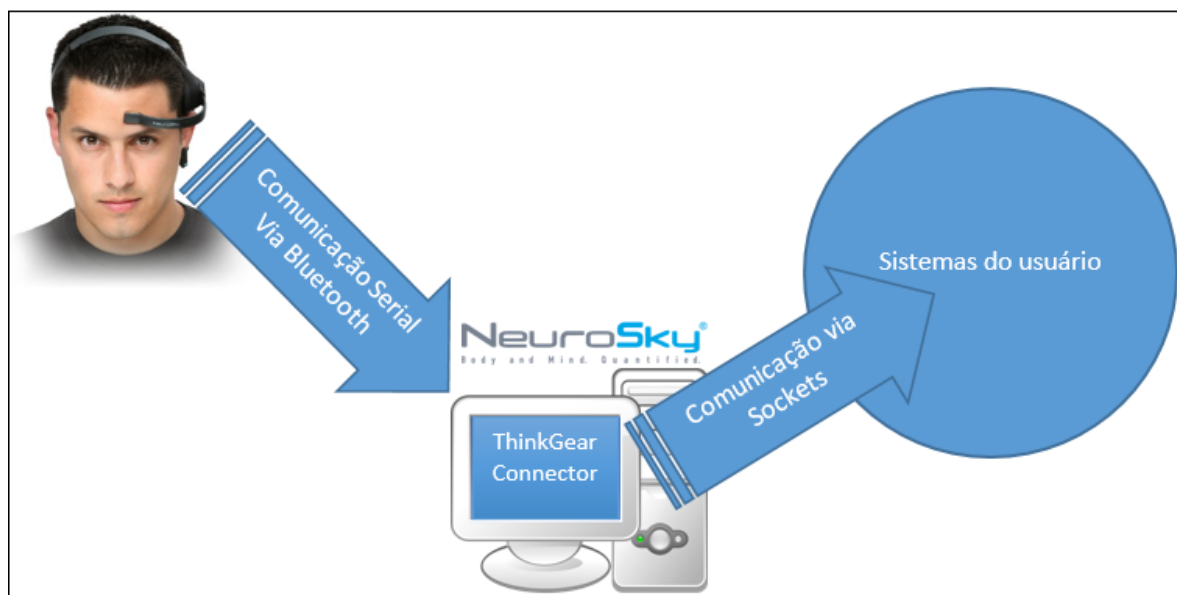


Figura 10 – Arquitetura do sistema NeuroSky apresentando o fluxo de dados do equipamento de EEG até os sistemas do usuário. Fonte: Autor adaptado de (NEUROSKY, 2014)

Foram desenvolvidos ao todo dois artefatos: *ConectorNeuroSky* e *TestesAtençãoFE*.

O ConectorNeuroSky consiste de uma biblioteca escrita em linguagem Java com o ferramental necessário para acessar o sistema *ThinkGear Connector* via *sockets* bem como os tipos de dados envolvidos e classes utilitárias. O TestesAtençãoFE consiste em uma interface gráfica para automação de teste de *Atenção* e faz uso do ConectorNeuroSky para acesso aos dados. Ambos os artefatos podem ser obtidos em: <http://goo.gl/tR4vxN>⁸.

A figura 11 apresenta o relacionamento entre as principais classes do artefato ConectorNeuroSky. Destacam-se:

- Classe *MedicaoAtencao*: Classe que armazena valores de atenção, é uma especialização da super classe *Medicao* que também dá origem a outras classes para cada um dos tipos de dados oriundos do equipamento;
- Classe *SubjectTest*: armazena todos os dados dos teste realizados, incluindo todo tipo de valores de EEG/eSense mais os dados

⁸URL completa: <https://sites.google.com/site/bpveg/>

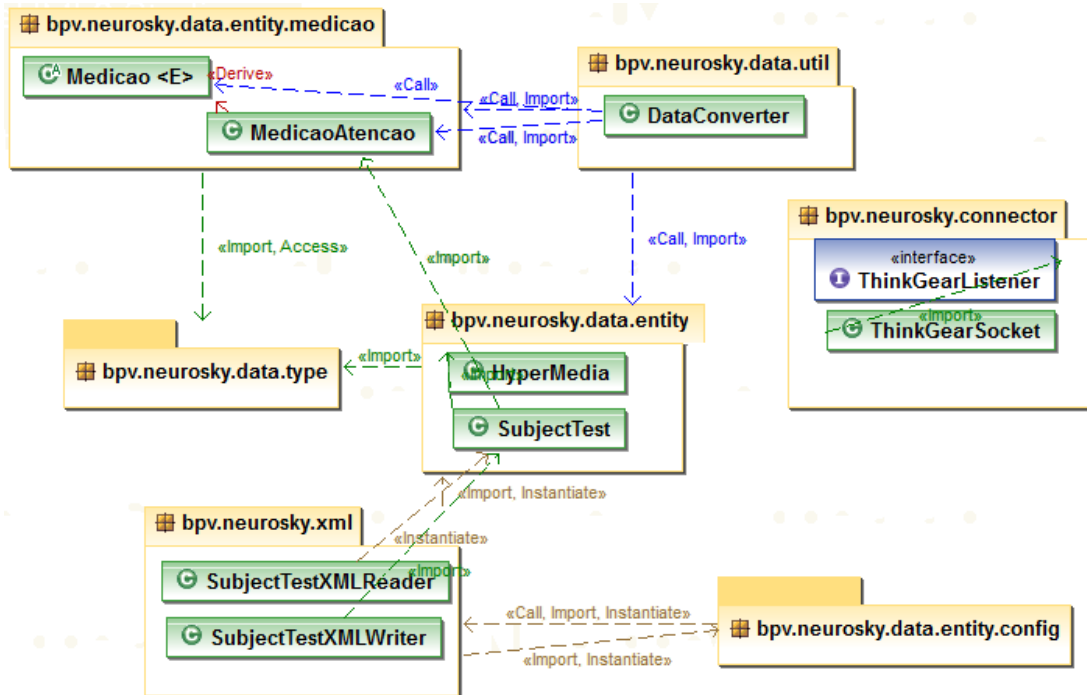


Figura 11 – Diagrama de classes do ConectorNeuroSky apresentando algumas das principais classes utilizadas na conexão e obtenção de dados do equipamento de EEG. Classes auxiliares e similares foram suprimidas para melhor visualização. Fonte: Autor

referente ao sujeito testado;

- Pacote *bpv.neurosky.xml*: contém todas as classes que manipulam dados em xml tem a finalidade de operacionalizar as funções com volumes grandes de dados de cada teste, também manipula as configurações do conector;
- Classe *ThinkGearSocket*: cria a conexão e lê os dados do EEG, recebe, por parâmetro um objeto com a interface *ThinkGearListener* que possui a assinatura dos métodos chamados sempre que um novo dado está disponível.

A documentação completa de todas as classes comentadas do *ConectorNeuroSky*, bem como os códigos fonte em Java podem ser obtidos em: <http://goo.gl/tR4vxN>⁹. Estes dados são fornecidos com a finalidade de auxiliar futuros desenvolvedores e pesquisadores a utilizarem os artefatos construídos.

É importante salientar que o *ConectorNeuroSky* não gerencia testes e não possui nenhuma função própria ou independente, este ar-

⁹URL completa: <https://sites.google.com/site/bpvegc/>

tefato deve ser visto como uma biblioteca que pode ser utilizada por outros artefatos com a finalidade de comunicar dados entre o equipamento de EEG e os sistemas do usuário. Utilizando esta filosofia o *TestesAtençãoFE* foi desenvolvido como um gerenciador de teste de *Atenção* para esta pesquisa.

As funções do *TestesAtençãoFE* são: gerenciar a conexão entre o ConectorNeuroSky e o *ThinkGear Connector*; receber os dados do usuário, do OEA e do teste; gerenciar a execução do teste de atenção; armazenar os dados do teste; recuperar os dados de testes passados e exportar estes dados para outros formatos.

A figura 12 apresenta a interface básica do sistema *TestesAtençãoFE* e os dados referentes ao desenvolvimento. O sistema foi projetado para uso de abas: Status, Teste de Atenção, Andamento do Teste e Exportar dados. Cada aba atua em um momento do teste, mas é possível alternar entre as abas livremente.

A figura 13 mostra o sistema conectado e recebendo dados do EEG, nesta tela é possível acompanhar os valores medidos em tempo real nos gráficos apresentados, verificar o correto funcionamento e ajuste do equipamento pela barra de sinal na parte inferior. Também são apresentados os valores numéricos recebidos no texto abaixo dos gráficos. Nesta etapa o sistema não está, necessariamente, gravando os dados recebidos.

Na segunda aba do sistema é possível informar os dados do sujeito e do teste. Os dados referentes ao sujeito são: Nome ou iniciais, sexo, curso, data de nascimento e um conceito escolar. As informações não são opcionais e são gravadas junto aos dados do EEG para posterior análise. Os dados referentes ao teste informam qual o número da tentativa, se já existiram tentativas anteriores, qual o OEA utilizado, o quanto tempo será gravado. Após os dados serem informados o usuário deve clicar no botão “Iniciar Teste” e automaticamente o sistema passa para a próxima aba iniciando o processo de teste de atenção. A figura 14 apresenta a referida tela do sistema.

Na aba “Andamento do Teste” são apresentados de forma gráfica os dados referentes a *Atenção* medidos, também é apresentado um cronômetro com a duração do teste e botões que permitem interromper o teste, se necessário, e salvar os dados do teste ao final. A figura 15 apresenta a tela do sistema com um teste em andamento.

Ao final do teste, tempo limite atingido ou teste cancelado, é possível salvar os dados do teste em um arquivo, para tanto após clicar no botão relacionado é apresentado ao usuário a tela para selecionar o nome do arquivo e acrescentar observações ao teste. Estas observações

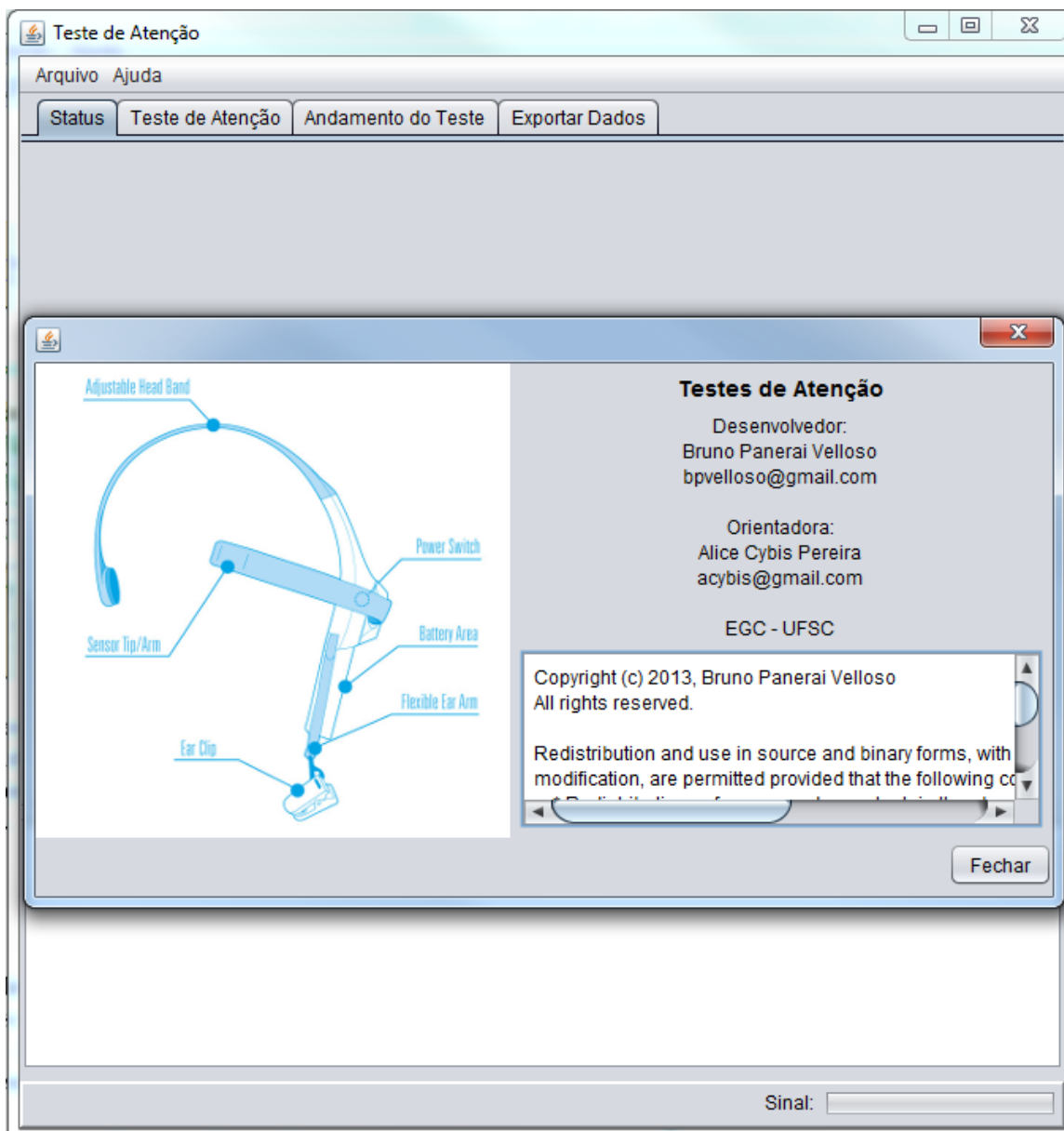


Figura 12 – Tela inicial do sistema e janela “Sobre”. Fonte: Autor

tem por objetivo registrar qualquer evento externo que seja julgado relevante durante a execução do teste, por exemplo: desvios de atenção, barulhos, etc.

O sistema também disponibiliza a aba “Exportar Dados” que permite carregar um arquivo contendo dados de um teste já realizado, visualizar os dados referente a as Medidas eSense, qualidade de sinal e demais informações do teste, e por fim exportar os dados de *Atenção* no formato CSV - *Comma Separated Values* que pode ser utilizado em diversos sistemas para outros fins. A figura 16 apresenta a tela de exportação de dados com um arquivo carregado.

Os arquivos gerados pelo sistema são arquivos *xml* compactados

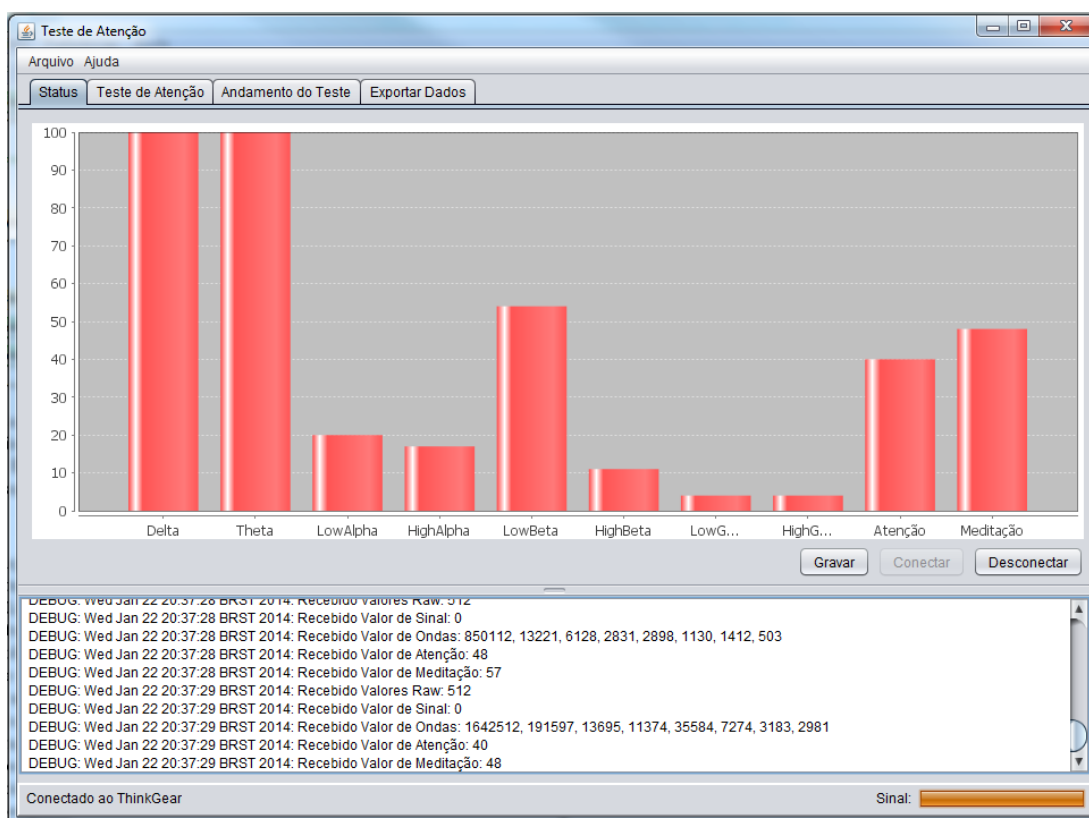


Figura 13 – Tela do sistema e conectado, apresentado gráfico dos valores recebidos, valores numéricos e qualidade do sinal. Fonte: Autor

e tem a extensão “.xml.gz” por padrão, estes arquivos podem ser manipulados utilizando as funções disponíveis no *ConectorNeuroSky* ou diretamente por qualquer outro programa capaz de manipular estes formatos, uma vez que são utilizados somente algoritmos conhecidos isto torna os arquivo compatíveis.

Os artefatos desenvolvidos foram feitos de forma a serem reaproveitáveis, ou seja, sua aplicação não se restringe somente a esta pesquisa, podendo ser utilizados para a geração de insumos para outras pesquisa que utilizem o NMM como equipamento de EEG. Ambos os artefatos são softwares livres de código aberto e possuem repositórios de onde é possível obter tanto o código fonte quanto pacotes para distribuição, os endereços eletrônicos dos projetos são:

- ConectorNeuroSky:
 - <https://code.google.com/p/conector-neurosky/>
- TesteAtencaoFE:
 - <https://code.google.com/p/testesatencaoife/>

Figura 14 – Tela do sistema onde são informados os dados do sujeito e do teste e botão “Iniciar Teste”. Fonte: Autor

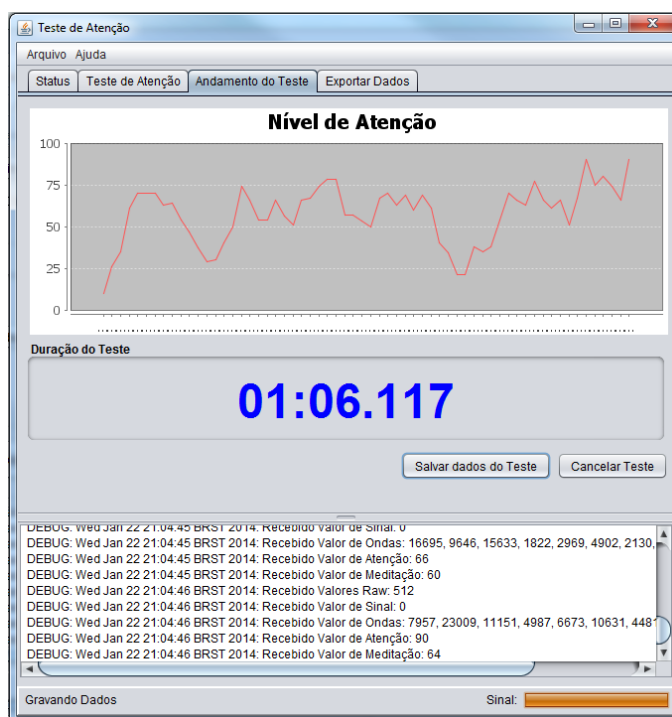


Figura 15 – Tela do sistema com teste em andamento. Fonte: Autor

3.2 VALIDAÇÃO DOS ARTEFATOS

Com a finalidade de demonstrar o funcionamento do sistema de teste de atenção implementado, foi proposto um teste do equipamento

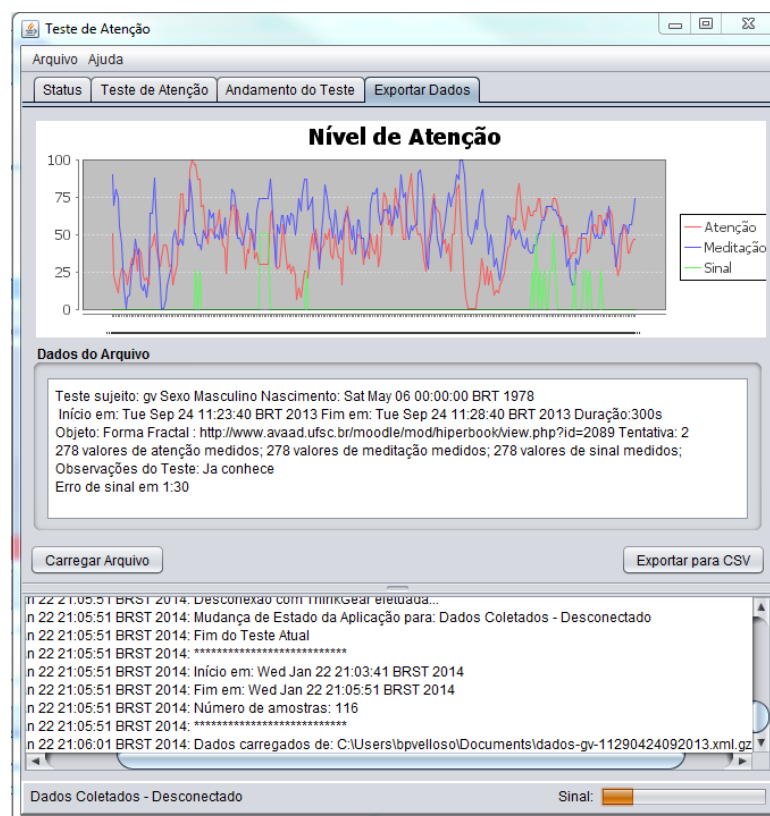


Figura 16 – Tela de exportação de dados do sistema. Fonte: Autor

que visa apresentar seu funcionamento em diferente situações.

A metodologia do teste proposta é a seguinte:

- Cada teste tem a duração de 5 minutos;
- No primeiro teste cada sujeito foi instruído a permanecer de olhos fechados enquanto escutava a um áudio com uso de fones de ouvido com conteúdo humorístico;
- No segundo teste cada sujeito foi instruído a jogar um jogo de computador o qual já tivesse domínio e que fosse complexo o suficiente para suscitar *Atenção* elevada;
- No terceiro teste cada sujeito foi instruído a não desempenhar nenhuma atividade específica mas, manter-se com os olhos abertos;
- No último teste cada sujeito foi instruído a manter-se com os olhos fechados em atitude de concentração;
- Os dados foram compilados e analisados individualmente.

É possível especular teoricamente o nível de *Atenção* esperado de cada teste, no entanto, o objetivo destes testes, de modo geral, não

é determinar qual das atividades proporciona qual nível de atenção, e sim, demonstrar que determinadas atividades, desempenhadas por sujeitos diferentes, apresentam, um perfil de *Atenção* semelhante. Ou seja, como resultados dos testes espera-se um comportamento atencional semelhante entre diferentes sujeitos.

Todos os testes foram realizados em sequência e no mesmo ambiente. Os participantes tem idade e escolaridade compatíveis e são três homens e três mulheres. A tabela 3 caracteriza os sujeitos envolvidos nos testes.

Tabela 3 – Caracterização dos sujeitos envolvidos nos testes de validação dos artefatos.

| # | Identificação | Sexo | Idade | Jogo Utilizado | Observações |
|---|---------------|-----------|-------|---------------------------|--|
| 1 | bpv | Masculino | 33 | Candy Crush ¹⁰ | |
| 2 | rpv | Masculino | 36 | Free Cell ¹¹ | |
| 3 | bep | Masculino | 26 | Hearthstone ¹² | |
| 4 | akv | Feminino | 32 | Paciência ¹³ | Não têm familiaridade com outros jogos além de Paciência |
| 5 | ebp | Feminino | 62 | Paciência | Não têm familiaridade com outros jogos além de Paciência |
| 6 | afbv | Feminino | 32 | Candy Crush | |

Cada participante foi convidado a escolher um jogo do qual tivesse conhecimento prévio e que julgasse ser um jogo que suscitasse atenção. Dos seis participantes, dois não possuíam conhecimento prévio de nenhum jogo com as características desejadas. Estes participantes utilizaram o jogo *Paciência* por sugestão do pesquisador. Este fato é relevante para as análises dos resultados.

Em cada teste, além dos valores instantâneos de atenção, foram calculadas as médias aritméticas e extraídos os valores máximos e mínimos. Estes dados são utilizados com o intuito de indicar a relação entre os valores, obtidos com a utilização do equipamento, e o nível de *Atenção* do sujeito.

O resultado do participante 3(‘rpv’) pode ser observado na figura 17 e mostra uma *Atenção* mais elevada no teste com o uso do jogo, uma média de 60,75 variando entre um máximo de 100 e um mínimo de 14. O teste com a menor média foi o realizado com olhos fechados e uso de áudio, que obteve uma média de 37,72 com variação entre os valores

¹⁰Jogo do tipo quebra cabeça disponível em: <http://www.candycrushsaga.com/>

¹¹Jogo de cartas disponível na distribuição padrão do sistema operacional do computador utilizado.

¹²Jogo de estratégia disponível em: <http://us.battle.net/hearthstone/en/>

¹³Jogo de cartas disponível na distribuição padrão do sistema operacional do computador utilizado.

1 e 88. Os valores obtidos nos outros testes foram muito próximos 52,36(Teste com Olhos Fechados) e 51,70(Teste com Olhos Abertos).

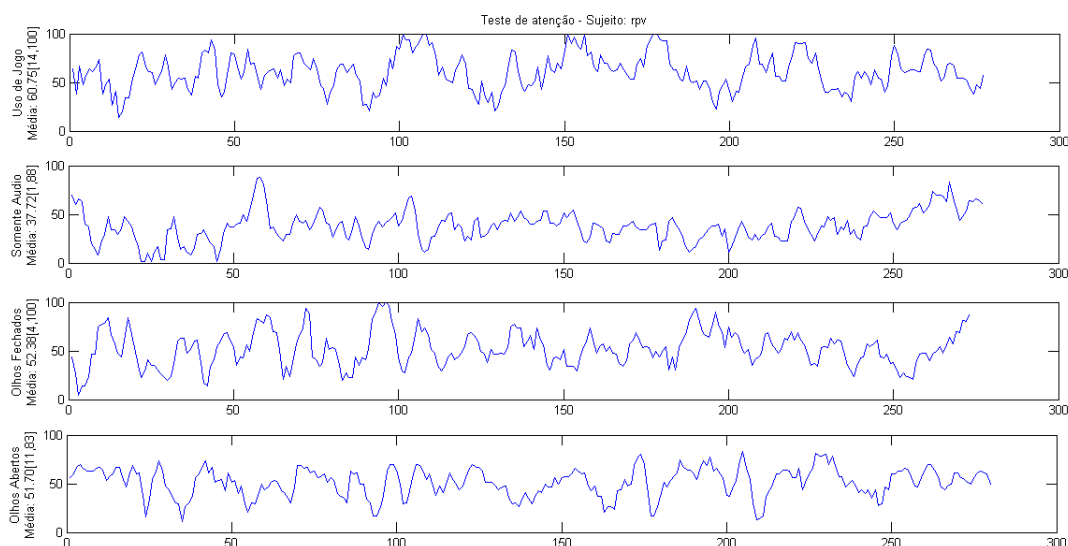


Figura 17 – Resultados dos teste de *Atenção* do primeiro sujeito. Fonte: Autor

O resultado apresentado na figura 17 representa de forma geral o perfil dos resultados obtidos nos demais testes. A tabela 4 apresenta a compilação dos resultados de todos os testes de validação dos artefatos e os resultados completos de cada teste, no mesmo formato da figura 17, são apresentados no apêndice D.

O perfil dos dados obtidos com os testes apresenta um comportamento comum entre os sujeitos: o teste com uso de jogo apresentou o maior nível de *Atenção* e o teste com olhos fechados e áudio o menor, com os teste restantes se alternando com níveis de *Atenção* similares para cada sujeito. A figura 18 apresenta um gráfico onde é possível identificar este perfil de resultados.

Na figura 18 o eixo das abscissas representa os sujeitos, conforme numeração apresentada da tabela 4, e o eixo das ordenadas representa a média de atenção. A análise deixa claro a existência de anomalias no padrão dos dados, cinco dos seis testes apresentam os menores valores no teste com áudio, mas um teste(sujeito 1-‘bpv’) não, bem como

Tabela 4 – Resultados dos testes de validação dos artefatos, médias aritméticas e valores máximos e mínimos.

| # | Sujeito | Olhos Abertos com Utilização de Jogo | Olhos Abertos sem atividade | Olhos Fechados com Áudio | Olhos Fechados em Silêncio |
|---|---------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | Média (valor mínimo, valor máximo) | | | |
| 1 | bpv | 68,26 (20, 100) | 64,87 (1, 100) | 52,99 (1, 100) | 43,46 (1, 100) |
| 2 | rpv | 60,75 (14, 100) | 51,70 (11, 83) | 37,72 (1, 88) | 52,38 (4, 100) |
| 3 | bep | 58,42 (21, 100) | 44,86 (4, 78) | 44,00 (8, 77) | 49,42 (14, 87) |
| 4 | akv | 45,80 (3, 84) | 69,87 (20, 100) | 34,08 (1, 96) | 71,93 (24, 100) |
| 5 | ebp | 52,23 (1, 94) | 63,58 (10, 100) | 37,40 (1, 84) | 60,52 (24, 100) |
| 6 | afbv | 71,33 (4, 100) | 67,59 (34, 100) | 44,21 (14, 75) | 63,35 (4, 100) |

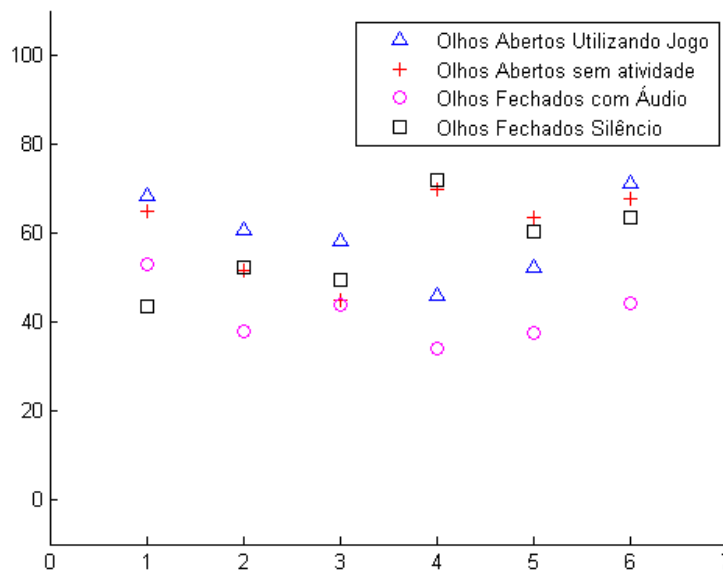


Figura 18 – Resultados compilados dos teste para todos os sujeitos, numerados segundo a ordem apresentada nas tabelas. Fonte: Autor

dois dos testes não apresentam o maior valor (sujeitos 4-‘akv’ e 5-‘ebp’) referente ao teste com uso de jogo.

No caso dos sujeitos 4 e 5 ambos relataram não ter conhecimento nem interesse especial em jogos e realizaram os testes com um jogo indicado pelo pesquisador. Este fato pode ter influenciado nos resultados dos testes. No caso do sujeito 1 não há evidência de nenhum evento relacionado ao nível baixo apresentado, e este pode ser oriundo de um erro durante a realização do teste, ou de alguma peculiaridade do processo atencional do sujeito.

A análise dos dados mostra que existe diferença entre atividades executadas tendo uma atitude mental focada, atenção, e não. Desta forma confirmando o apresentado nas revisões e pesquisas correlatas o

equipamento se mostrou capaz de registrar esta atividade bem como os artefatos desenvolvidos se mostraram robustos e eficientes na tarefa de registrar os dados de testes.

Cada teste gerou em torno de 35 *mega bytes* de dados compactados contendo todos os valores fornecidos pelo equipamento, no entanto, somente os valores de atenção foram analisados. Os testes também parecem indicar que não existe interferência visual grande nos valores de atenção, o que representa um fato relevante e que deve ser considerado para as análise envolvendo estes dados.

4 TESTES DE ATENÇÃO

Visando os objetivos do trabalho foi preparado um primeiro conjunto de testes de atenção utilizando os artefatos desenvolvidos e o sistema NMM. Este conjunto inicial de testes tem por objetivo, além de testar a hipótese deste trabalho, validar os métodos utilizados bem como refinar o processo para futuros testes, se necessários.

O procedimento utilizado nos testes pode ser apresentado como:

1. Selecionar os OEAs que serão utilizados nos testes;
2. Selecionar os participantes do teste;
3. Aplicar os testes obtendo os valores de *Atenção* dos participantes;
4. Avaliar o teste por meio de um questionário aplicado ao participante;
5. Tratar os dados de *Atenção* e eliminar erros de medição;
6. Avaliar os resultados dos testes de *Atenção* em conjunto com as respostas dos questionários.

Os testes aplicados utilizam três objetos de ensino e aprendizagem diferentes. O primeiro tem o título: “Forma Fractal”, a figura 19 mostra a interface inicial do OEA.

O segundo teste utiliza o OEA: “Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais”. A interface deste OEA esta na figura 20.

Os dois primeiros OEAs são implementados na forma de Hiperlivro. Conforme proposto em Brito (2007), o Hiperlivro é uma ferramenta baseada na web que permite a criação, estruturação e edição colaborativa de conteúdos para aprendizagem em forma de hipermídia. Os Hiperlivros estão disponibilizados no Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem(AVEA) de Arquitetura e Design da Universidade Federal de Santa Catarina - AVAAD¹ e foram desenvolvidos no *Hiperlab*² - Laboratório de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem da UFSC. Por terem estas plataformas e tecnologias em comum é esperado que estes OEAs compartilhem algumas características.

O terceiro OEA utilizado nos testes não possui interface visual e é baseado em áudio. Denominado “*Virtual Barber Shop*” consiste

¹<http://www.avaad.ufsc.br/>

²<http://www.hiperlab.ufsc.br/>



Figura 19 – Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Forma Fractal. Fonte: (PEREIRA, 2014a)



Figura 20 – Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais. Fonte: (PEREIRA, 2014b)

em uma experiência auditiva que simula um corte de cabelo, foi criado originalmente em 1996 pela empresa *QSound*³ e é apresentado como um exemplo de áudio binaural⁴. Espera-se com este OEA obter resultados de *Atenção* oriundos de uma média diferente dos anteriores, para fins de comparação e análise.

Os participantes selecionados para os teste eram alunos do curso de Pós Graduação em Arquitetura da UFSC. Os OEAs selecionados estão de acordo com o perfil destes alunos. O grupo consiste em 4 mulheres e 3 homens com idades entre 23 e 51 anos. Todos os participantes experimentaram os três objetos. A figura 21 apresenta a distribuição dos equipamentos utilizados nos teste.



Figura 21 – Montagem dos equipamentos de teste. A esquerda o computador com os OEAs e o equipamento de EEG NMM, e a direita o computador com os artefatos desenvolvidos para os testes. Fonte: Autor

Foram utilizados dois computadores para execução dos testes, um foi utilizado pelo participante(a esquerda na figura 21) contendo os OEAs. Outro, utilizado pelo pesquisador(a direita na figura 21),

³<http://www.qsound.com/>

⁴Áudio binaural faz referência ao processo de gravação utilizando dois microfones, com a finalidade de criar um efeito de tridimensionalidade de som sob certas circunstâncias.

foi posicionado atrás do participante e registrava os valores do EEG durante a execução do teste.

A princípio, no início de cada teste, os participantes foram orientados sobre aspectos relativos ao teste e aos equipamentos envolvidos. A cada participante foi solicitado que utilizasse cada um dos OEAs durante cinco minutos, com um pequeno intervalos entre cada objeto.

A figura 22 apresenta dois dos participantes durante a realização dos testes.

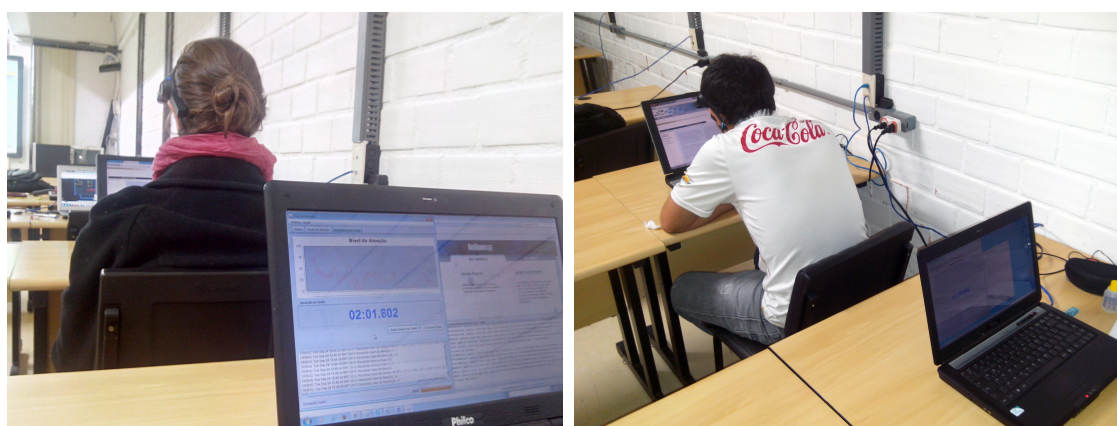


Figura 22 – Participantes durante a realização dos testes. Fonte: Autor

Ao final de cada teste o participante era convidado a responder um questionário. O questionário foi publicado em uma ferramenta web e a figura 23 apresenta sua primeira página.

O questionário devia ser respondido uma vez para cada um dos Hiperlivros, ou seja, não foi aplicado questionário relativo ao OEA de áudio. Ao todo foram obtidos 11 respostas válidas sendo que um participante só respondeu o questionário relativo a um dos OEA e outro participante não respondeu nenhum dos questionários. O apêndice H contém o conteúdo completo do questionário na forma como foi apresentado aos participantes, bem como os resultados de todas as respostas válidas.

Ao todo foram executados 21 testes de *Atenção* totalizando 105 minutos de monitoramento de sinais do equipamento de EEG. Nem todos os dados são aproveitáveis uma vez que houve ocorrência de ruídos na captação do equipamento criando a necessidade de tratamento destes resultados.

Pesquisa de avaliação de nível de atenção.

*Obrigatório

Iniciais: *

Data de Nascimento *

Objeto de Aprendizagem *

Como você avalia seu nível de atenção durante o teste? *

1 2 3 4 5

Baixo Alto

Qual a sua Formação? *

Continuar »

33% concluído

Figura 23 – Questionário aplicado aos participantes durante os testes.
Fonte: Autor

4.1 TRATAMENTO DOS DADOS DE ATENÇÃO

Os dados, em sua forma bruta tem espaço amostral de 0 a 100 e não apresentam, diretamente, uma interpretação coerente, desta forma foi necessário o tratamento destes resultados com a finalidade de tornar possível sua correta utilização. A figura 24 apresenta uma síntese do processo proposto para o tratamento dos dados de cada teste. Este processo surge com base nas características observados nos dados obtidos.

É importante salientar que as técnicas efetivamente utilizadas na implementação de cada etapa do processo carecem de um estudo mais aprofundado e são apresentadas aqui como propostas podendo futuramente serem melhoradas e melhor dimensionadas dada a natureza desta pesquisa.

O escopo deste trabalho não pretende exaurir os estudo relacionados ao processamento deste tipo de sinal e as técnicas propostas neste seção tem por objetivo demonstrar a aplicação do processo proposto não tendo preocupações maiores com o desempenho ou mesmo com otimicidade do processo como um todo.

Neurosky (2009) adverte que as Medidas eSense só são confiáveis se o valor de ruído do sinal for nulo. Este valor é informado pelo equi-

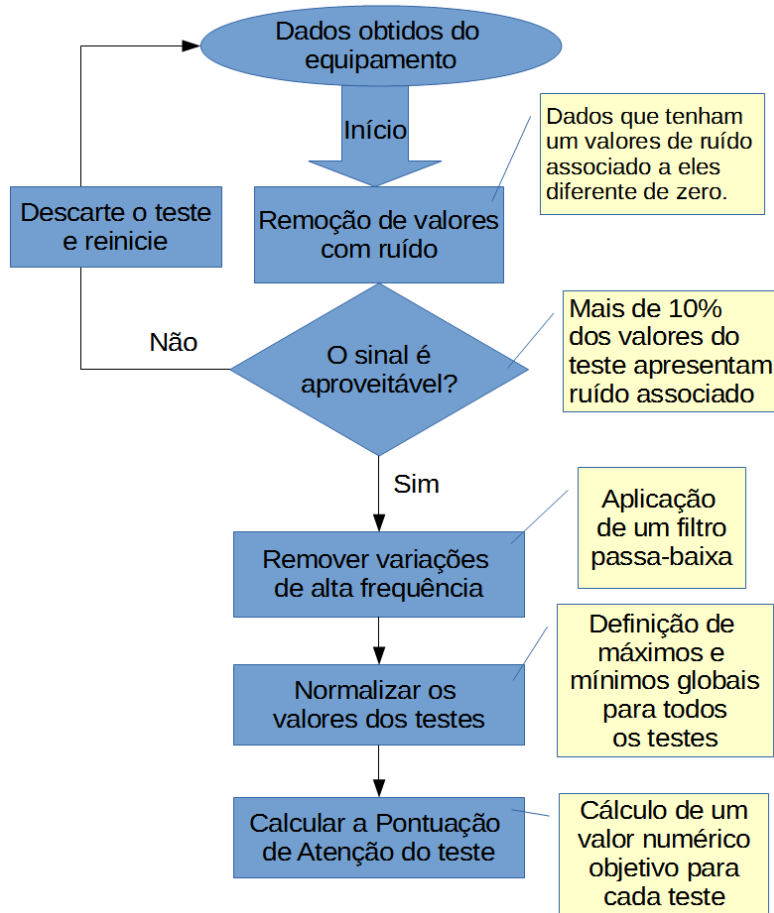


Figura 24 – Processo proposto para o tratamento dos dados dos testes
Fonte: Autor

pamento juntamente com os outros dados e faz referência a aspectos elétricos envolvendo a captação dos estímulos elétricos cerebrais pelo sensor do equipamento. Desta forma o primeiro tratamento dos dados efetuado foi remover os valores de *Atenção* que foram obtidos com ruído. Estes valores foram, então, substituídos pelo valor médio das leituras válidas do sinal. Isto foi feito com a finalidade de evitar distorções maiores no sinal, pois conserva a média do sinal e não altera as suas características temporais.

A figura 25 apresenta um gráfico dos valores brutos de atenção obtidos (Atenção RAW, no topo), um gráfico com os valores de ruído (no centro) e por fim o resultado da substituição dos valores obtidos com ruído pela média dos valores válidos (Atenção Válida, na base).

A análise dos valores filtrados demonstrou que sinais que apresentam mais de 10% de valores com ruído não mantem um comportamento coerente com relação a outras medições. Por este motivo, nas análises finais destes sinais, os conjuntos que apresentam mais de 10%

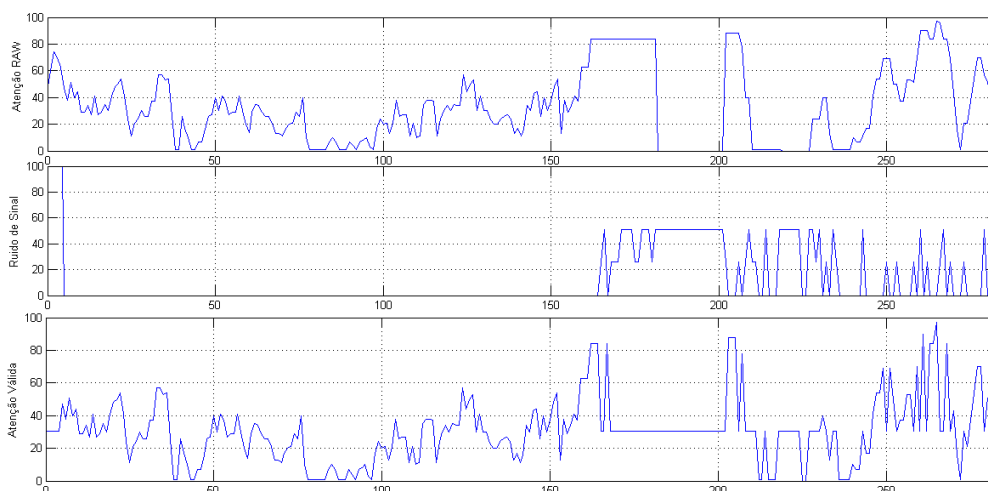


Figura 25 – Remoção de ruído dos sinais de atenção.(valor medido x tempo[s]) Fonte: Autor

de amostras com ruído são completamente descartados.

De posse dos valores de atenção, o sinal foi filtrado, com o uso de um filtro passa baixa, este filtro tem a função de remover as frequências mais altas do sinal. No caso do sinal de *Atenção* que tem a amostragem de um valor por segundo e, sabendo que para definir um sinal são necessários duas amostras, as altas frequências removíveis deste sinal estão em torno de 0,5Hz. Estas altas frequências representam variações de *Atenção* da ordem de segundos o que não é relevante no escopo destes testes, uma vez que visam as variações de atenção durante minutos.

O uso de OEAs como atividade pedagógica subentende um nível de *Atenção* por parte do sujeito. No entanto situações cotidianas e ambientais podem refletir em variações do nível de *Atenção* que não são interessantes no escopo deste trabalho. É o caso, por exemplo, de um pico de *Atenção* momentâneo causado por algum ruído elevado proveniente de automóveis nas proximidades. Este evento, assim como outros eventos diversos, pode alterar o perfil de *Atenção* do sujeito durante um curto espaço de tempo e não deve ser considerado na análise dos sinais, por este motivo é indicado a aplicação dos filtros de altas frequências aos sinais.

A figura 26 apresenta um sinal de *Atenção* válido, seguido do espectro de frequência deste sinal. O espectro de frequência é um gráfico simétrico, ou seja, as baixas frequências são representadas nos extremos(0 e 360 no eixo das abscissas) do gráfico e as altas frequências no centro(180 no eixo das abscissas). Por fim é apresentado o sinal após a

remoção das altas frequências(Atenção Filtrada).

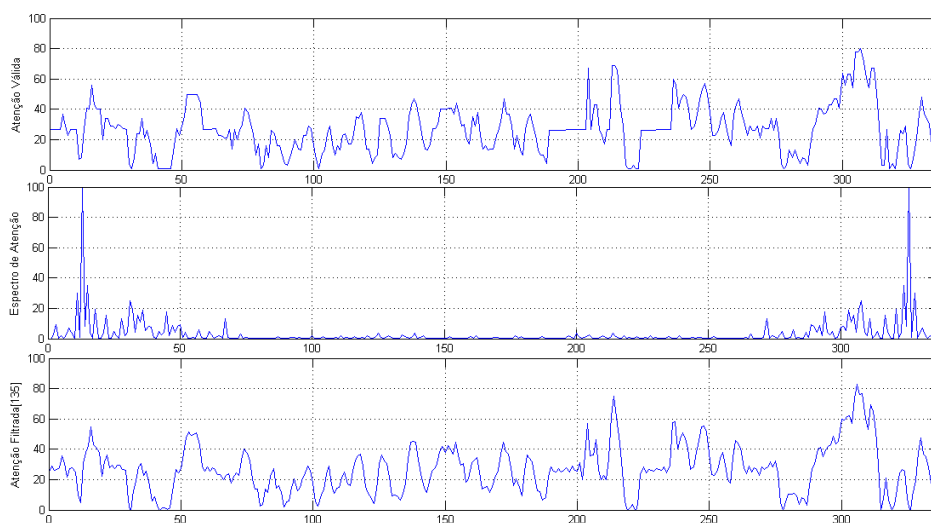


Figura 26 – Aplicação do filtro Passa Baixa removendo as variações de alta frequência do sinal. Fonte: Autor

O filtro utilizado foi implementado com o uso da Transformada Rápida de Fourier(FFT). A FFT é uma técnica numérica que permite converter um determinado sinal do domínio do tempo(como é o caso do sinal de atenção) para o domínio da frequência. Ou seja, o gráfico antes representado em “*valores × tempo*” após a aplicação da FFT se torna um gráfico de “*valores × frequência*”. Desta forma basta anular os valores referentes as altas frequências e efetivar o filtro com a aplicação da operação inversa da FFT, retornando os valores para o domínio do tempo.

Com o objetivo de determinar quais grupos de frequência deveriam ser filtrados foram efetuados testes definindo três filtros: filtrar 25%, 65% e 90% das frequências mais altas. A implementação destes filtros passa pela utilização das propriedades da FFT, desta forma, analisando o gráfico de cada um dos sinais percebe-se que para remover uma determinada frequência(filtrar) basta aplicar 0(zero) ao valor correspondente a esta frequência. Os filtros desenvolvidos anulam os valores correspondentes as altas frequências presentes nos sinais. Para o filtro de 25% são anulando valores de 135 a 180 no resultado da FFT, para o filtro de 60% os são anulando valores de 60 a 180 no resultado da FFT e para 90% mais altos são anulando valores de 15 a 180 no resultado da FFT. Com a remoção destes valores somente as componentes relativas as baixas frequências são mantidas.

A figura 27 apresenta os filtros testados, os melhores resultados

foram obtidos com os filtros de 25%. Os filtros com valores mais elevados apresentaram alterações muito grandes nas amplitudes de atenção comprometendo os resultados dos testes.

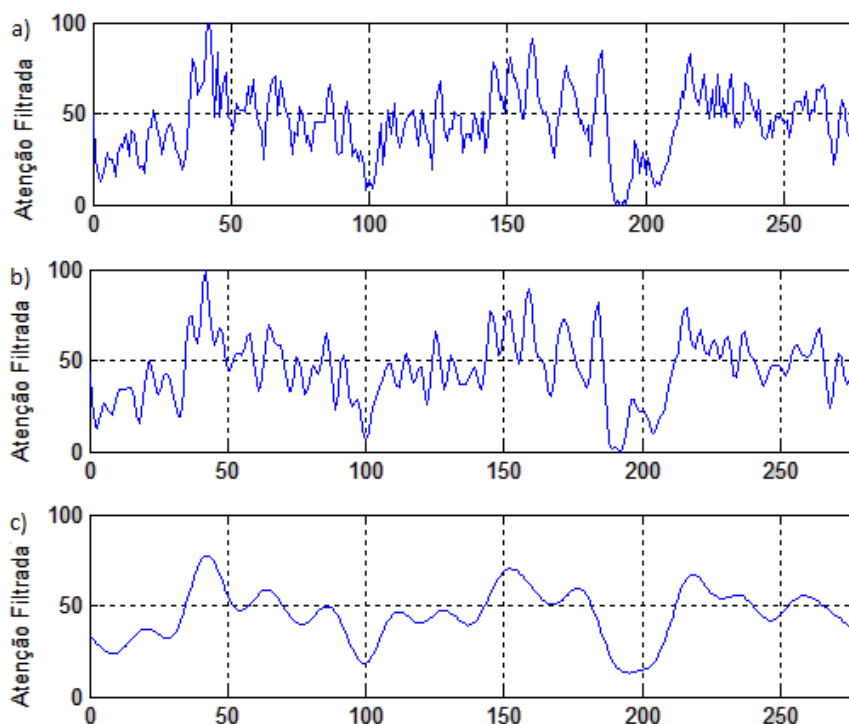


Figura 27 – Aplicação dos filtros Passa Baixa sobre um mesmo sinal. a) filtro de 25% b) filtro de 65% e c) filtro de 90%. Fonte: Autor

Por fim os valores de *Atenção* foram normalizados com a finalidade de tornar possível a comparação entre sujeitos diferentes. Este processo foi executado recalculando os valores de *Atenção* admitindo que o maior valor de cada teste equivale ao valor 100 e o menor ao valor 0, de forma linear. Uma análise deste mecanismo sobre os valores de *Atenção* revela que as médias de cada sinal são aproximadas do valor 50, este fato deve ser levando em consideração durante as análises dos dados. A figura 28 apresenta a atenção normalizada entre 0 e 100, na figura é importante notar que a variação anterior do sinal de *Atenção* filtrado não atingia os valores mais elevados do gráfico, no entanto o sinal mantém seu perfil inalterado.

A normalização dos valores de *Atenção* torna os testes comparáveis entre si e os sinais de atenção, deste ponto em diante, podem ser utilizados para as análises.

Cada um dos testes de *Atenção* foi tratado com uso do procedimento descrito. Os resultados completos dos testes de *Atenção* tratados

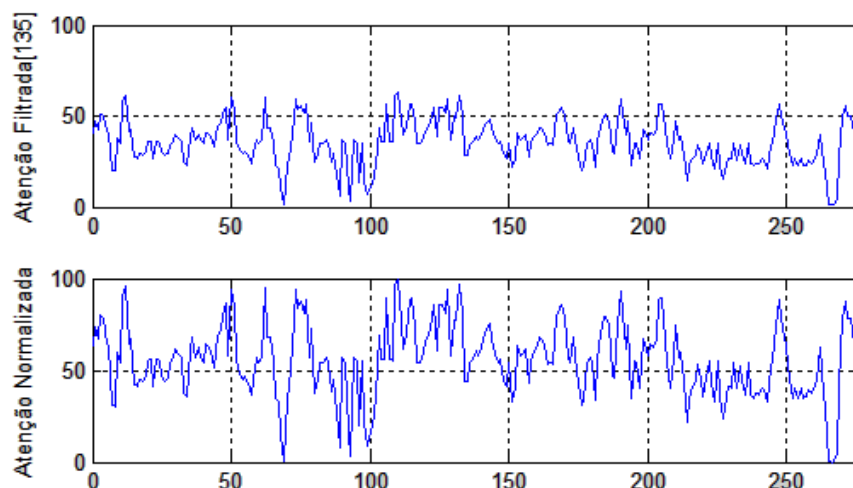


Figura 28 – Atenção filtrada e *Atenção* Normalizada de 0 a 100. Fonte: Autor

encontram-se no apêndice E deste trabalho, incluindo os três tipos diferentes de filtros testados. No cabeçalho dos gráficos são apresentadas as médias dos valores de *Atenção* brutos (RAW), filtrados e normalizados respectivamente.

4.2 ANÁLISE DOS TESTES DE ATENÇÃO

A análise dos valores de *Atenção* utilizada neste trabalho tem por finalidade classificar cada um dos OEAs empregados de forma objetiva, ou seja, relacionar a cada um destes objetos um valor de atenção. Como preceito básico parte-se do princípio de que após o tratamento dos dados de atenção, estes dados devem apresentar um comportamento semelhante entre sujeitos diferentes. Isso quer dizer que é esperado que o OEA com maior nível de *Atenção* seja o mesmo para a maioria dos sujeitos testados, bem como o de menor valor e o intermediário.

Desta forma a análise inicial foi baseada na média aritmética dos sinais de atenção. Esta análise apresentou anomalias nos resultados esperados, determinados OEAs tinham valores muito discrepantes entre os outros testes e sujeitos. Foi possível verificar que a ocorrência de ruídos no sinal do EEG estava relacionada a estes valores discrepantes. Sendo assim, mesmo após o tratamento os sinais obtidos com ruídos não puderam ser utilizados, e foram substituídos pelas médias do grupo em análise, desta forma, evita-se alteração no perfil dos dados oriundo de ruído. Este método foi aplicado a todos os sinais que apresentam mais de 10% de leituras com ruído.

Uma análise mais aprofundada da representação da média revela que esta talvez não seja um indicador muito relevante no que diz respeito a atividade atencional. Sujeitos com picos de *Atenção* elevados mas inconstantes podem ter uma média de atenção muito próxima de sujeitos que mantêm um nível constante de atenção moderado, este último comportamento parece ser mais indicado segundo a base teórica.

O tratamento dos sinais, especificamente a etapa de normalização dos sinais, também é um fator que desencoraja o uso da média aritmética como critério da análise deste tipo de sinal. O processo de normalização faz com que a média aritmética destes sinais tenda a se aproximar do valor intermediário, no caso, 50, uma vez que os sinais são normalizados para abrangerem uma faixa de valores entre 0 e 100.

A raiz da média quadrada(RMS)(WEISSTEIN, 2014) é utilizada para tentar diminuir este tipo de anomalia, o calculo da RMS faz com que sujeitos que mantenham um valor *Atenção* durante mais tempo tenham uma média maior que sujeitos que tenham somente picos elevados de atenção. O calculo da *Atenção* RMS pode ser visto na equação 4.1.

$$rms(Atencao) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Atencao_i^2}{(n-1)}} \quad (4.1)$$

Seguindo a mesma linha, e com base nos conceitos de atenção, é possível afirmar que quanto menor a variação do nível de *Atenção* de um determinado sujeito mais efetivo o processo de aprendizagem. Desta forma a análise de variância do sinal de *Atenção* parece ser inversamente proporcional aos índices desejados. A variância de um sinal representa o quanto este sinal oscila ao longo do tempo e pode ser utilizada, nos teste, para indicar a estabilidade do foco de *Atenção* do sujeito. A equação 4.2 apresenta o calculo da variância para uma determinada variável, onde, X é uma variável com n valores e média \bar{X} .

$$var(X) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)} \quad (4.2)$$

Sendo assim pode-se definir uma pontuação relacionada a *Atenção* que seja proporcional a *Atenção* RMS e inversamente proporcional a variância desta atenção. A equação 4.3 apresenta o cálculo desta pontuação.

$$PontuacaoAtencao = \frac{rms(Atencao)}{var(Atencao)} \quad (4.3)$$

A figura 29 mostra o resultado da pontuação de atenção para

os três OEAs, sendo os valores de 1 a 7(eixos das abscissas) referentes aos sujeitos testados, respectivamente na ordem: ‘gv’, ‘bap’, ‘cej’, ‘jd’, ‘nmb’, ‘lsl’, ‘rtp’.

O gráfico também apresenta o valor médio da pontuação de cada OEA. Sendo as médias:

- Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais: 3,07
- Forma Fractal: 2,77
- Virtual Barber Shop: 2,44

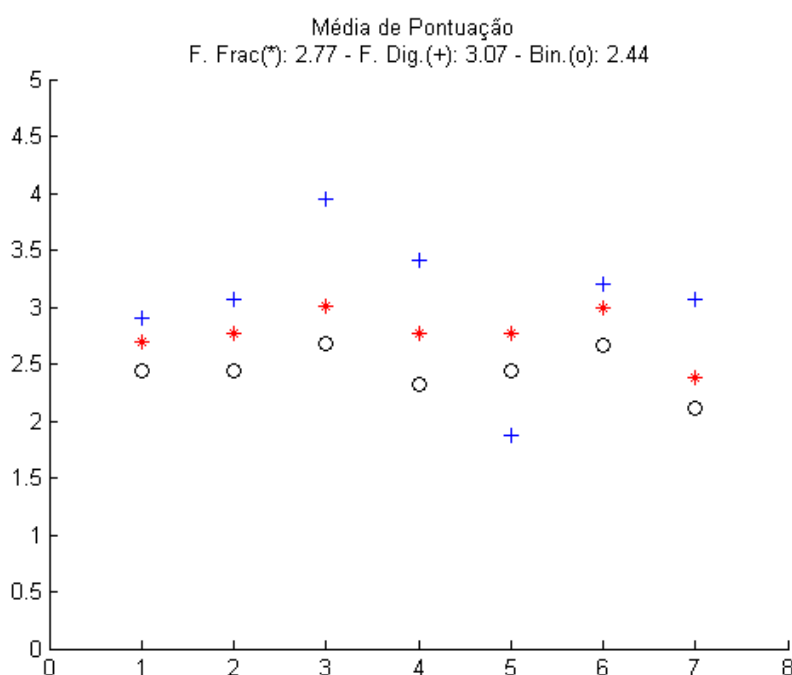


Figura 29 – Resultados de pontuação de *Atenção* para todos os testes. Fonte: Autor

Existe uma anomalia no gráfico, que é o valor da pontuação do OEA “Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais”(‘+’) para o sujeito 5(‘nmb’). Este valor aparece menor que os outros valores de pontuação deste sujeito, os outros valores e sujeitos mantém a relação indicada pelas médias das pontuações.

Analisando o resultado anômalo em conjunto com os resultados do questionário podemos perceber que o sujeito ‘nmb’ indicou um nível elevado de *Atenção* (5 como resposta da questão 1) no OEA “Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais”, já no de “Forma Fractal” o sujeito indicou um nível intermediário(3). No entanto os valores calculados de pontuação indicam o inverso. No questionário ‘nmb’ afirma que

os textos são o elemento que mais lhe chamam a atenção, no entanto afirma também com relação a avaliação do OEA: “Bom, apesar de não gostar de ler textos na tela do computador, mantive a atenção porque os textos não eram extensos.”. Os dados são insuficientes para fundamentar uma teoria que explique a ocorrência da anomalia, no entanto persiste a questão: será que este “não gostar” pode estar relacionado a baixa pontuação obtida com o uso do equipamento? Esta questão indica a influência de fatores internos ao sujeito no comportamento da atenção, conforme indicado nos referenciais teóricos.

Outra análise que se mostra relevante é voltada ao sujeito 7(‘rtp’). Este sujeito apresentou o menor valor de *Atenção* do grupo no OEA “Forma Fractal”. Quando analisadas as respostas de seu questionário é possível perceber que o sujeito não julga o OEA relevante para sua formação e também não parece compreender a utilização do objeto como elemento de ensino e aprendizagem.

Os sujeitos 1(‘gv’), 2(‘bap’) e 6(‘lsl’) apresentaram resultados muito semelhantes e com uma amplitude de *Atenção* pequena, a diferença entre o menor valor e o maior valor é pouca. Os questionários dos três sujeitos apresentam uma similaridade, eles avaliaram o próprio nível de *Atenção* com valores baixos(entre 2 e 3) para os dois OEA(exceção pra o sujeito ‘lsl’ que respondeu somente um questionário, mas aparentemente abordando ambos os OEAs).

A análise do resultado do sujeito 4 (‘jd’) apresenta conformidade com suas resposta ao questionário. De forma geral outros resultados parecem condizer com o proposto na literatura também e, estão correlacionados entre si.

O comportamento do sistema e o resultado dos testes indicam que o método proposto é capaz de aferir o nível de *Atenção* dos OEA envolvidos no processo, a análise dos questionários em conjunto com os resultados dos testes indica que o desempenho da *Atenção* é um elemento influenciado por motivos internos ao sujeito, conforme indicam as teorias relacionadas. No entanto de forma geral foi possível identificar e classificar os OEAs segundo uma pontuação relacionada a atenção de forma objetiva.

5 CLASSIFICAÇÃO DE OEAS

O objetivo geral deste trabalho engloba a criação de um método de classificação de OEAs baseado na inferência da *Atenção* esperada de cada objeto de acordo com suas características. A presente seção pretende apresentar os esforços neste sentido, partindo dos resultados dos testes de *Atenção* e relacionando estes resultados com as características dos OEAs utilizados.

A princípio busca-se relacionar os metadados dos OEAs utilizados nos testes de *Atenção* com seus resultados e desta forma explicitar um método para a obtenção dos valores de pontuação de *Atenção* sem a necessidade dos testes com o EEG. Os OEAs dos testes foram criados na forma de Hiperlivros, esta ferramenta segundo Brito (2007) da suporte a um subconjunto de metadados do padrão LOM(IEEE-LTSC, 2002).

O anexo A apresenta os metadados de cada um dos OEA.

5.1 MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DE OEAS

São propostos dois métodos para classificação, ambos são implementados como ferramentas computacionais e possuem algoritmos conhecidos, estes métodos tem em comum o fato de serem baseados em aprendizado computacional, ou seja, a princípio são apresentados os dados de determinado OEA e os seus resultados nos testes de atenção, o sistema se adapta para reconhecer estes resultados e espera-se que seja capaz de avaliar corretamente novos OEAs.

O primeiro método proposto é a utilização do algoritmo *See5*¹. Este algoritmo segundo RuleQuest (2014) é uma ferramenta para mineração de dados utilizada para descobrir padrões que delimitem categorias, apresentando estes padrões na forma de classificadores capazes de executar predições.

O segundo método proposto consiste na utilização de uma Rede Neural Artificial(RNA) do tipo mapa auto organizado(SOM)² ou Redes de Kohonen(KOHONEN; HONKELA, 2007). Os SOM foram propostos inicialmente por Teuvo Kohonen em Kohonen (1982), estas redes recebem um conjunto de dados de treinamento e constroem um mapa bidimensional de elementos contínuos, de tal forma que elementos si-

¹<http://www.rulequest.com/>

²Self-organizing map(SOM)

milares encontram-se em posições próximas.

As técnicas selecionadas visam abordar métodos de inferência com fundamentos diferentes. O algoritmo *See5* baseado em estatística, onde o comportamento de uma determinada amostra apresenta uma tendência presente em cada evento ou sujeito (RULEQUEST, 2014). E as redes de Kohonen, baseadas em reconhecimento de padrões, como outras redes neurais artificiais, e agrupamento de elementos semelhantes, os mapas auto organizados foram escolhidos em detrimento de outras RNAs pois são indicados para situações onde se desconhece o número e perfil dos padrões existentes nos dados (KOHONEN, 1982) como é o caso da aplicação proposta.

A aplicação dos métodos, suas características e resultados são discutidos a seguir.

5.1.1 *See5* como classificador de OEAs

See5 é um algoritmo de construção de árvores de decisão, que são estruturas que tem por objetivo criar um modelo capaz de prever o valor de uma determinada variável baseado em outras variáveis. Árvores de decisão são considerados classificadores estatísticos. A figura 30 mostra um exemplo de árvore de decisão. A figura apresenta o processo de decisão da compra de um carro baseado em outras variáveis como o custo e quilometragem por exemplo.

O algoritmo *See5* cria árvores de decisão baseadas em casos. Este algoritmo é capaz de construir árvores de decisão com base em exemplos contendo entradas e saídas.

Em um cenário onde uma revenda de carros possui dados sobre seus clientes, e deseja saber qual o modelo de veículo mais indicado para cada cliente, o exemplo da figura 30 pode, hipoteticamente, ser obtido, com base nos dados dos compradores, questionário de avaliação de teste anteriores, dados dos veículos e resultados das vendas. E pode, ser utilizado para prever, qual cliente é um provável comprador de cada um dos veículos disponíveis.

A proposta inicial deste trabalho é construir árvores de decisão capazes de indicar a pontuação de *Atenção* de um OEA baseado em seus metadados. Para isso o algoritmo *See5* será utilizado tendo como entrada os metadados dos OEAs juntamente com os resultados dos teste de atenção. Desta forma a árvore deve ser capaz de prever o valor da pontuação de *Atenção* de novos OEAs.

Foram criados conjuntos de dados com os 21 resultados dos testes

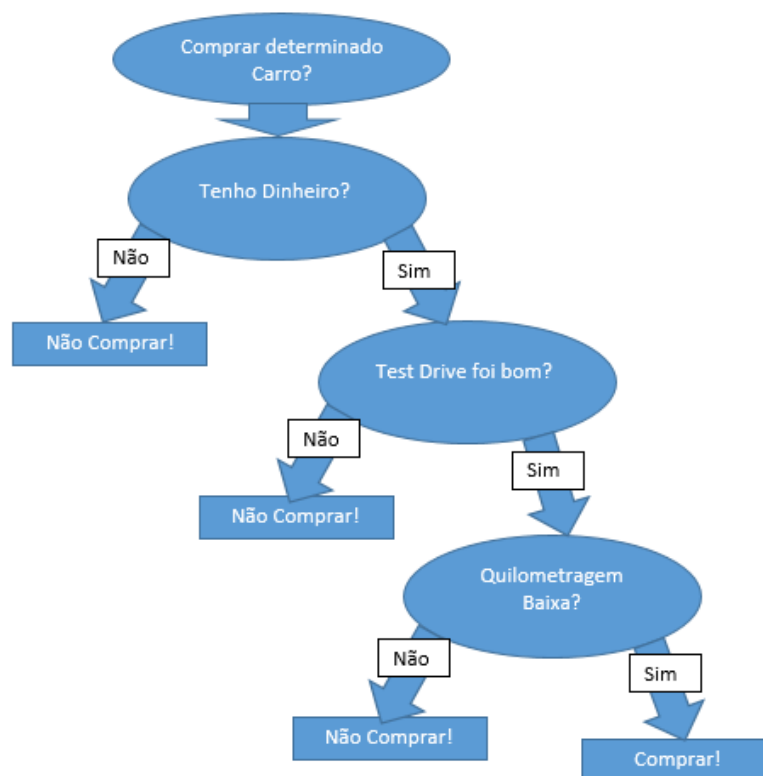


Figura 30 – Exemplo de árvore de decisão da compra de um carro.
Fonte: Autor

de atenção juntamente com os metadados de cada um dos três OEA envolvidos no processo. Os dados foram apresentados ao algoritmo de classificação e o resultado da classificação pode ser visto na figura 31. Para o correto funcionamento do algoritmo é necessário indicar os intervalos de valores onde a entrada será classificada, no caso, foram criadas doze classes representando intervalos de média de pontuação de atenção, iniciando em 1,6 até 3,6 com intervalo de 0,2 em cada classe.

Estas classes abrangem a variação de amplitude esperada, uma vez que os resultados dos testes encontram-se dentro deste intervalo.

Na figura 31 pode-se perceber que todos os objetos foram corretamente classificados, apresentando um resultado final com 0,0% de erro. Sendo que 7 amostras foram classificadas na classe f (média de pontuação entre 2,4 e 2,6), 7 na classe g (média de pontuação entre 2,6 e 2,8) e 7 na classe i (média de pontuação entre 3,0 e 3,2), o que representa diretamente os resultados dos testes de atenção.

No entanto, uma análise mais aprofundada do resultado da execução do algoritmo revela que este produto é inválido, mesmo obtendo 100% de sucesso a árvore de decisão não se mostra útil para outros conjuntos de dados externos aos utilizados na sua construção. As regras que

```

Evaluation on training data (21 cases) :
-----
Rules
-----
No      Errors
3      0 ( 0.0%)  <<

(a)  (b)  (c)  (d)  (e)  (f)  (g)  (h)  (i)  (j)  (k)  (l)
-----
              7
              7
              7

(a) : class Media-Score <= 1.6
(b) : class 1.6 < Media-Score <= 1.8
(c) : class 1.8 < Media-Score <= 2
(d) : class 2 < Media-Score <= 2.2
(e) : class 2.2 < Media-Score <= 2.4
(f) : class 2.4 < Media-Score <= 2.6
(g) : class 2.6 < Media-Score <= 2.8
(h) : class 2.8 < Media-Score <= 3
(i) : class 3 < Media-Score <= 3.2
(j) : class 3.2 < Media-Score <= 3.4
(k) : class 3.4 < Media-Score <= 3.6
(l) : class Media-Score > 3.6
    <-classified as

```

Figura 31 – Classificação resultando do algoritmo See5. Fonte: Autor

definem esta árvore são:

REGRA(1)

```
1  if Simulacoes = Sim
2    then
3      return  $3.0 < ClasseDoOEA \leq 3.2$ 
```

REGRA(2)

```
1  if DensidadeSemantica = MuitoBaixa
2    then
3      return  $2.4 < ClasseDoOEA \leq 2.6$ 
```

REGRA(3)

```
1  if Simulacoes = Nao  $\wedge$  DensidadeSemantica = Baixa
2    then
3      return  $2.6 < ClasseDoOEA \leq 2.8$ 
```

A análise das regras mostra que estas não podem ser utilizadas como classificadores generalizados. Uma vez que as regras são construídas levando em conta somente dois elementos dos metadados (de 32 disponíveis), a *densidade semântica* e a existência ou não de *simulações* nos OEAs, é provável que as regras reflitam deficiências, ou peculiaridades, nos conjuntos de dados e não as características gerais dos OEA que são relevantes para a atenção.

A análise do conjunto de metadados mostra que a variação entre os metadados de um OEA para outro é pequena, esta falta de diversidade se reflete no resultado do algoritmo: uma árvore que só é capaz de classificar seu próprio conjunto de treinamento. Esta variação pequena de metadados entre objetos era esperada. Uma vez que, como indicado, dois dos objetos compartilham a mesma tecnologia de suporte, o Hyperlivro, diversos metadados devem ser compartilhados também, dada as características da ferramenta.

Por outro lado, os testes de *Atenção* demonstram que existe diferença mensurável, em termos de atenção, entre os objetos. Isto indica, que o conjunto de metadados talvez não seja capaz de descrever o objeto com o nível de detalhamento que possa ser relacionado a atenção. Neste contexto um conjunto mais detalhado de dados sobre o OEA pode apresentar melhores resultados em termos de classificação generalizada.

5.1.2 Redes de Kohonen como classificador de OEAs

Redes de Kohonen são um tipo de RNA, elas podem ser construídas utilizando treinamento supervisionado, da mesma forma como o algoritmo *See5*, são apresentados casos e um padrão emerge. Este padrão normalmente é representado em uma forma bidimensional, discreta que tem correspondência com espaço de entrada das amostras-Kohonen e Honkela (2007). Esta representação é denominada Matriz de Distâncias Unificadas ou Matriz U.

A figura 32 mostra um modelo de funcionamento de uma Rede de Kohonen, esta figura representa uma possível rede capaz de detectar a existência ou não de uma íris em uma imagem de entrada. Na figura cada região hexagonal representa um neurônio artificial da rede, cada neurônio tem seu valor avaliado de acordo com o conteúdo em seu interior, e a detecção da íris ocorre sempre que um neurônio for avaliado com um determinado valor conhecido, no caso do exemplo zero.

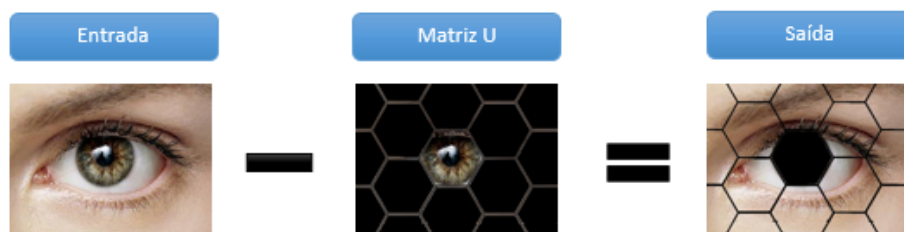


Figura 32 – Modelo de funcionamento de uma rede de Kohonen. Fonte: Autor

Desta forma o processo de funcionamento das SOM, representada na figura 32, consiste em subtrair a Matriz U da amostra de entrada, se algum neurônio tiver valor zero ao final do processo, isto indica que a característica relacionada a este neurônio foi detectada. O exemplo da figura é uma aproximação grosseira do funcionamento de um SOM e é utilizado com propósito pedagógico. As matrizes U normalmente são composta por aglutinações de diversas matrizes diferente, cada uma vinculada a uma das variáveis de entrada. O processo de funcionamento e treinamento de um SOM é bem definido e formalizado matematicamente em Kohonen e Honkela (2007), Kohonen (1982) e escapa ao escopo deste trabalho.

A proposta para o uso de SOM é construir redes utilizando os metadados e os resultados dos testes de *Atenção* como conjuntos de entrada para o treinamento, e ao final do treinamento relacionar cada

neurônio a uma determinada média de pontuação de atenção.

A figura 33 mostra a Matriz U resultado do treinamento de um SOM utilizando como entrada os valores dos metadados e o resultados dos testes de *Atenção* realizados. Na figura estão marcados os neurônios vinculados a detecção dos três tipos de objetos utilizados nos testes: *Frac.*(Forma Fractal), *Pro.*(Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais) e *Bar. Virtual Barber Shop*. Nota-se na figura que o padrão que identifica o OEA Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais foi “aprendido” por dois neurônios, esta característica provavelmente relaciona-se com o fato que o referido objeto apresentou uma discrepância nos testes de atenção.

Da mesma forma como no exemplo da figura 32 a Matriz U da figura 33 tem neurônios que são ativados (tem seu padrão reconhecido) se forem avaliados com o valor zero. Na Matriz U cada neurônio representa um conjunto de metadados distinto, ou seja, cada neurônio armazena um padrão diferente de OEA que pode ser reconhecido.

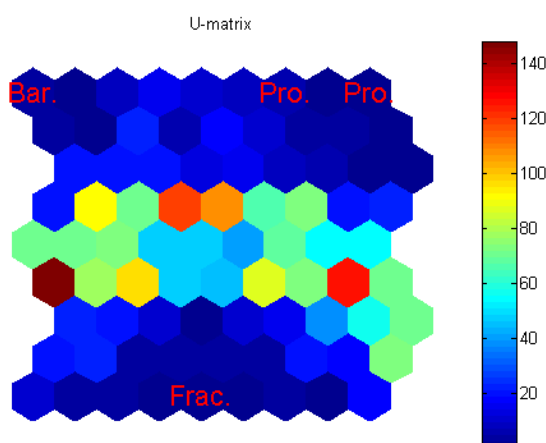


Figura 33 – Matriz U resultado do treinamento com metadados e valores de pontuação de atenção. Fonte: Autor

A esta rede foi apresentado os metadados utilizados no treinamento sem os valores dos testes de atenção. A figura 34 apresenta em amarelo cada um dos neurônios ativados, mostrando que a rede é capaz de detectar os objetos do treinamento, conforme esperado.

É esperado que objetos semelhantes tenham conjuntos de metadados semelhantes, bem como resultados de pontuação de *Atenção* próximos. Sendo assim, com a finalidade de testar o SOM criado os metadados de cada OEA foram ligeiramente alterados esperando-se que a rede ainda assim seja capaz de indicar sua classificação correta.

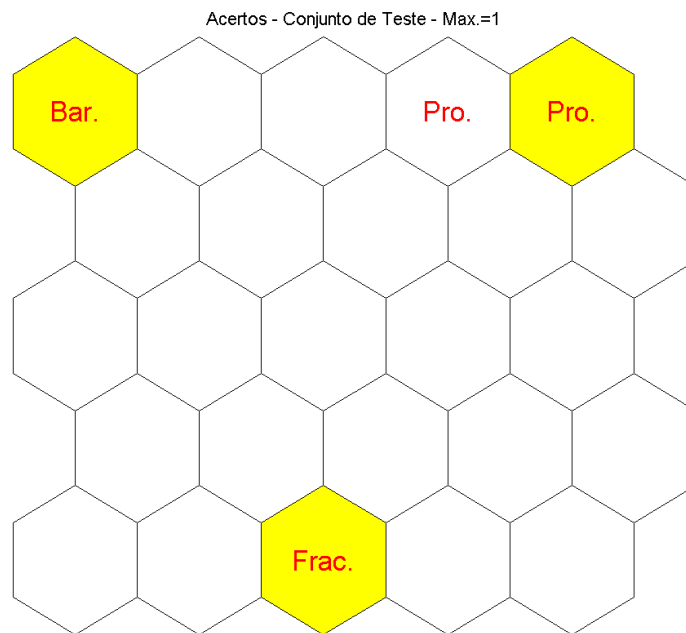


Figura 34 – Detecção do conjunto de teste. Fonte: Autor

As mudanças dos metadados executadas consistem em alterações nos valores das características: *Dificuldade*, *Tempo de Aprendizagem* e *Tipo de OEA*, sendo que os valores de *Dificuldade* e *Tempo de Aprendizagem* não faziam parte do conjunto de valores dos dados de treinamento. A figura 35 apresenta os resultados dos testes com o conjunto de dados alterados. Nos gráficos é possível perceber que a rede continuou reconhecendo corretamente os OEA com exceção para o caso de mudança da característica *Tempo de Aprendizagem*, conforme apresentado no gráfico inferior esquerdo da figura.

Os dados representados na figura 35 são referentes a alteração de uma única propriedade por teste. Buscando verificar o comportamento da rede foram preparados conjuntos de teste baseados nos três OEAs e contendo diversas alterações em seus metadados. O conjunto de metadados utilizados nos teste bem como o algoritmo utilizado para gerar os resultados podem ser obtidos em: <http://goo.gl/tR4vxN>³. Em cada teste foram apresentados sete conjuntos diferentes de metadados, todos criados com base em um mesmo OEA.

A figura 36 apresenta o resultado do teste para o conjunto de metadados baseado no OEA Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais.

³URL completa: <https://sites.google.com/site/bpveg/>

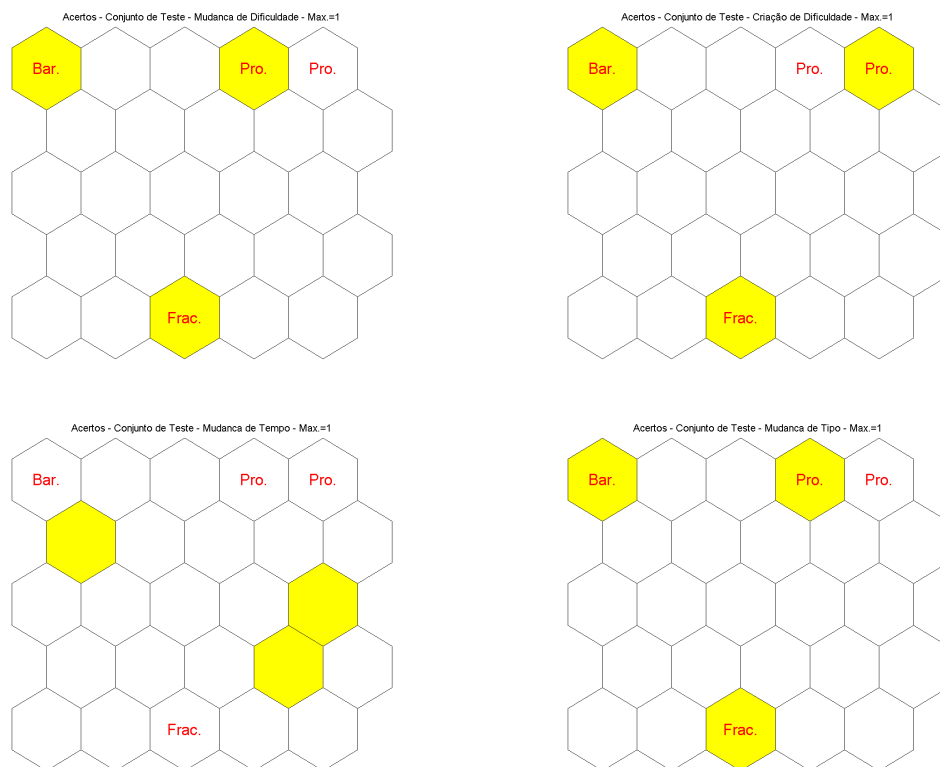


Figura 35 – Detecção do conjunto de teste com propriedades alteradas.
Fonte: Autor

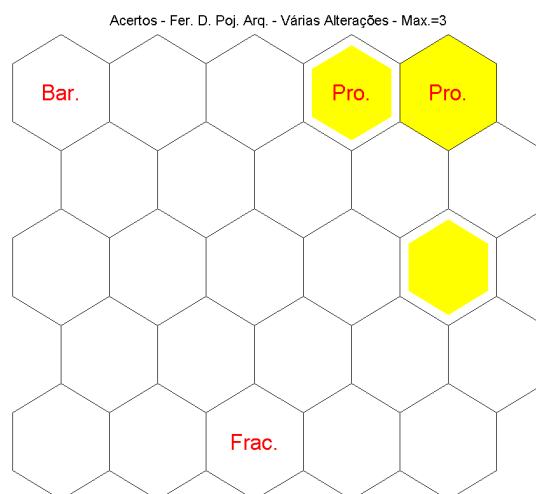


Figura 36 – Detecção do conjunto de teste baseado no OEA Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais: 5/7 classificados corretamente.
Fonte: Autor

A figura 37 apresenta o resultado do teste para o conjunto de metadados baseado no OEA Forma Fractal.

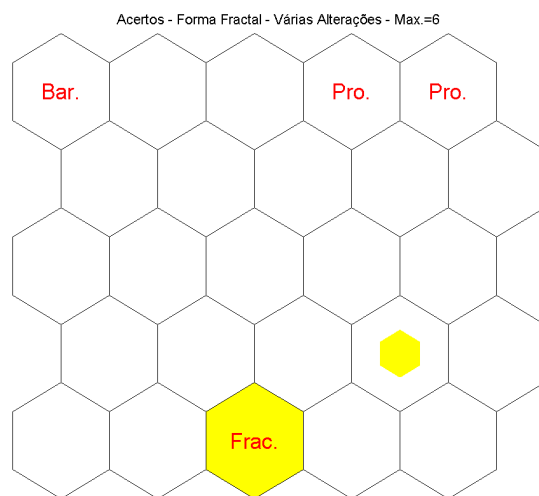


Figura 37 – Detecção do conjunto de teste baseado no OEA Forma Fractal: 6/7 classificados corretamente. Fonte: Autor

A figura 38 apresenta o resultado do teste para o conjunto de metadados baseado no OEA *Virtual Barber Shop*.

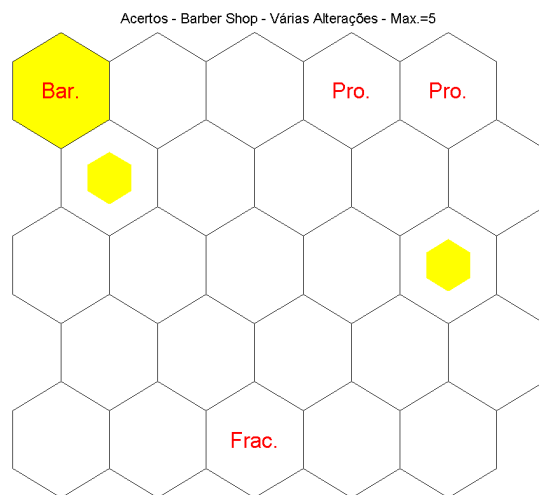


Figura 38 – Detecção do conjunto de teste baseado no OEA *Virtual Barber Shop*: 5/7 classificados corretamente. Fonte: Autor

Nas figuras 36, 37 e 38 estão indicados o número de conjuntos de metadados classificados corretamente, respectivamente, 3, 6 e 5. Nos gráficos os neurônios totalmente preenchidos representam o maior

número de resultados(indicado nas figuras como Max), outros neurônios ativados são representados com um volume menor de preenchimento.

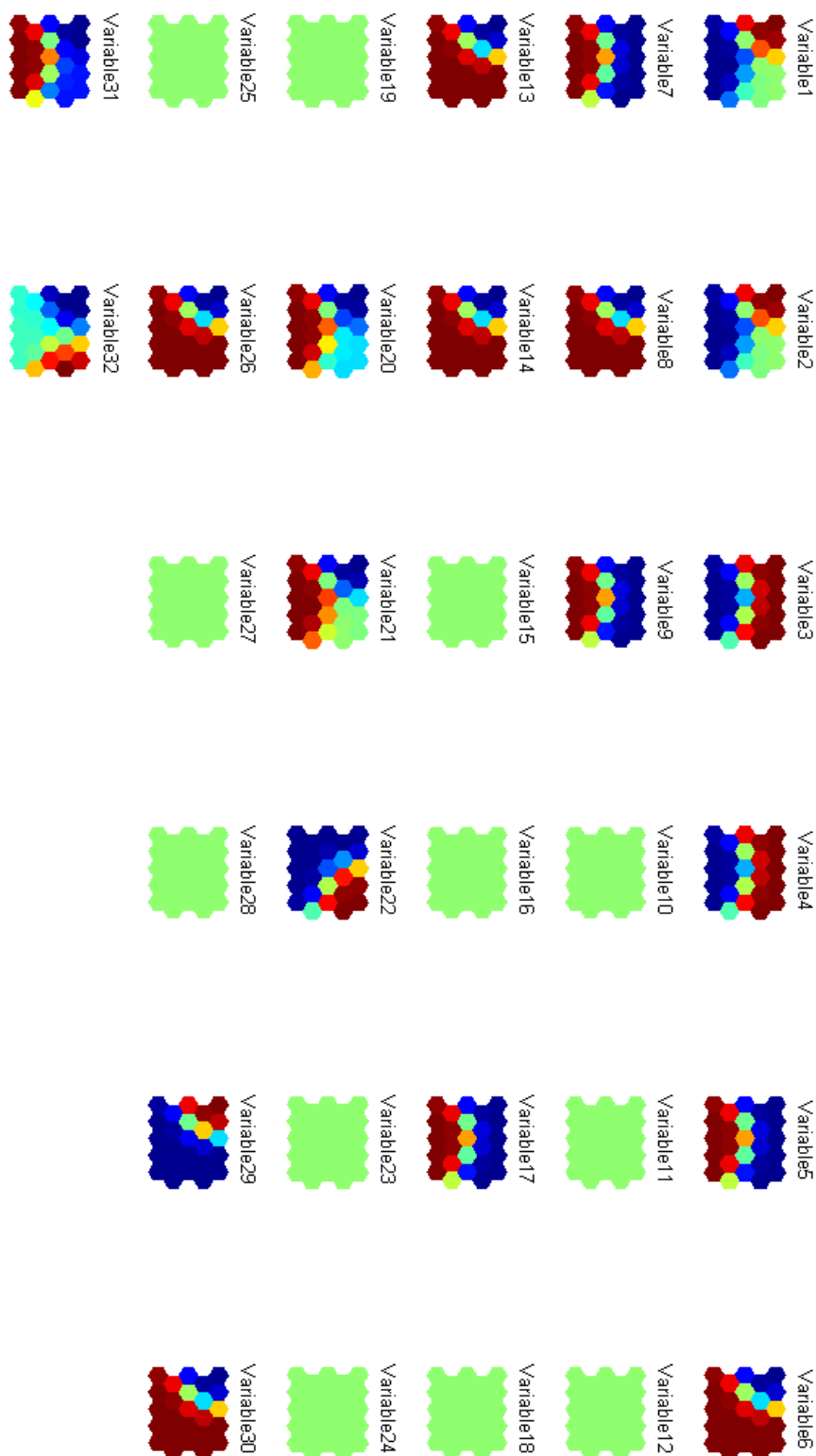


Figura 39 – Componentes da Matriz U variáveis irrelevantes são mostradas todas na mesma cor. Fonte: Autor

A análise dos resultados indica que a rede construída atende ao esperado, ou seja, é capaz de reconhecer objetos das classes utilizadas no treinamento e objetos semelhantes indicando o nível esperado de pontuação de atenção. No entanto uma análise das componentes da Matriz U mostra que nem todas as variáveis são relevantes. A figura 39 mostra que as variáveis 10, 11, 12, 15, 16, 18, 19, 23, 24, 25, 27 e 28 não são relevantes na classificação e aparecem sem uma variação de cor nos mapas. Estas variáveis estão relacionadas as seguintes características: *Possui Diagrama, Possui Prova, Possui Questionário, Possui Gráfico, É Aula/Palestra, Possui Tabela, Possui Auto-avaliação, É Perfil Aluno, É Perfil Autor, É Perfil Administrador, Tem Contexto Básico e Tem Contexto de Treinamentos*;

O número elevado de variáveis irrelevantes indica, como no caso do algoritmo *See5* uma tendência nos dados de treinamento, ou seja, os dados utilizados não possuem a variação necessária ou não são detalhados o suficiente para classificar os OEA da melhor forma.

5.1.3 Conclusões sobre classificação de OEAs com base na atenção

As técnicas de classificação abordadas permitem concluir que existem alternativas viáveis para a elaboração de métodos capazes de classificar OEAs baseada em seus dados de acordo com sua pontuação de atenção.

As redes de Kohonen mostraram resultados relevantes e se apresentam, dentro do contexto dos testes, como soluções mais promissoras que o algoritmo *See5*.

No entanto é importante salientar que há indicações de que os metadados não apresentaram o detalhamento suficiente para uma melhor efetividade da classificação.

A questão do detalhamento dos metadados apresenta uma relevância fundamental para a conclusão deste trabalho, uma vez que é objetivo desta pesquisa relacionar as características de um OEA com um nível esperado de atenção, o uso dos metadados como instância destas características deve ser capaz de indicar este dado. Para isso a próxima seção deste trabalho aborda a construção de metadados eficazes baseados em características dos OEAs.

Com a construção deste novo conjunto de metadados pretende-se tornar os resultados desta pesquisa mais confiáveis e significantes, bem como produzir e disponibilizar um método capaz de viabilizar a

avaliação de *Atenção* em OEAs diversos.

6 NOVO CONJUNTO DE METADADOS

Os resultados da classificação de OEAs segundo o nível de *Atenção* utilizando um subconjunto dos metadados LOM(IEEE-LTSC, 2002) indicam que este subconjunto não apresenta o detalhamento suficiente para a obtenção de resultados mais significantes que os apresentados.

Desta forma, é proposto um novo conjunto de metadados que tem por finalidade ser agregado ao LOM e desta forma incrementar a precisão e relevância da classificações de OEAs segundo os métodos propostos.

O conjunto LOM é dividido em 9 subconjuntos de metadados:

1. Geral;
2. Ciclo de vida;
3. Meta-metadados;
4. Técnico;
5. Educacional;
6. Direitos Autorais;
7. Relações;
8. Anotações;
9. Classificação.

A análise dos metadados componentes de cada um destes conjuntos revela que existe uma lacuna de metadados, no que se refere as características relativas ao design de interface e informação, usabilidade e interação. Os metadados relativos a estas áreas, quando existentes, são superficiais e insuficientes.

Nesta seção são propostos metadados relativos as áreas apontadas, não com a finalidade de representar um estudo exaustivo do assunto, mas sim com o propósito de melhorar a classificação dos OEAs, mostrando que existem conjuntos de metadados mais indicados para este fim que os formalmente descritos atualmente.

6.1 PROPOSTA DE NOVO CONJUNTO DE METADADOS

Com a finalidade de melhorar o desempenho dos métodos de classificação apresentados, mais especificamente a rede neural artificial, são propostos novos metadados baseados nas características ausentes, nos conjuntos atuais, referentes a: Design de interface e informação,

usabilidade e interação.

Os metadados propostos podem ser definidos como:

- Seleção Tipográfica: representa a avaliação da escolha de tipos para o OEA e é representada em escala discreta, com cinco níveis, entre “Muito Ruim” e “Muito Bom”;
- Contraste: faz referência a diferença de cor entre o primeiro plano e o fundo e está diretamente ligado à seleção tipográfica, é representado por dois metadados com a finalidade de facilitar seu uso:
 - Cor predominante de Fonte: valor numérico correspondente a cor predominante da fonte ou do primeiro plano;
 - Cor Predominante de Fundo: valor numérico correspondente a cor predominante do fundo;
- Visibilidade de Status: avaliação da disponibilidade de elementos de interface relativos ao estado atual do sistema e do aluno, é representada em escala discreta, com cinco níveis, entre “Nunca” e “Sempre”;
- Classificação de Design de Informação: classificação baseada na classe de design de informação mais apropriada, conforme apresentado em Pereira (2014d), é representada por valores discretos “Quadro Centralizado”, “Colunas” e “Quadro Único”;
- Consistência de Padrão visual: representa a avaliação subjetiva da consistência visual do OEA e é representada em escala discreta, com cinco níveis, entre “Muito Ruim” e “Muito Bom”;
- Consistência de Padrão mecânico: representa a avaliação subjetiva da consistência mecânica do OEA e é representada em escala discreta, com cinco níveis, entre “Muito Ruim” e “Muito Bom”;
- Consistência de Padrão conceitual: representa a avaliação subjetiva da consistência conceitual do OEA e é representada em escala discreta, com cinco níveis, entre “Muito Ruim” e “Muito Bom”;
- Adaptação Semântica ao Público alvo: representa a avaliação subjetiva do nível de adaptação dos textos ao público alvo do OEA e é representada em escala discreta, com cinco níveis, entre “Muito Ruim” e “Muito Bom”;

- **Prolixidade:** representa a quantidade de texto empregada em cada unidade de informação do OEA e é representada em escala discreta, com cinco níveis, entre “Muito Baixa” e “Muito Alta”;

Os metadados propostos fazem relação direta com as teorias apresentadas e, de forma não exaustiva, tentam cobrir o espectro de características ausentes nos conjuntos predefinidos. Estes metadados também não são extensos o suficiente para terem um grande impacto no preenchimento deste tipo de informação por parte dos responsáveis pelos OEAs.

6.2 DEFINIÇÃO FORMAL DOS NOVOS METADADOS

A norma ISO 19788-1(ISO/IEC, 2011), tem por objetivo fornecer uma abordagem baseada em padrões para a identificação e especificação dos elementos de metadados necessários para descrever um recurso de aprendizagem. Desta forma propõe um *framework* para definição formal de metadados de OEAs.

A norma ISO 19788-1 propõe que cada metadado seja formalmente descrito, com a finalidade de proporcionar portabilidade, compatibilidade e suporte a internacionalização deste tipo de informação. Visando com isto um alto aproveitamento dos metadados fornecidos evitando incompatibilidades e erros de domínio ou informação. A definição formal de um metadado passa pelos seguintes aspectos:

- **Identificador:** Identificador único da propriedade representada pelo metadado, segundo a norma deve ter o formato “*EXTERNAL::DESNNNN*”, onde, “*NNNN*” representa um número natural. Exemplo: “*EXTERNAL::DES1234*”;
- **Nome da Propriedade:** Nome representativo da característica, deve ser único dentro do conjunto de metadados e pode apresentar equivalência para diferentes linguagens. Exemplos: “Assunto”(português), “*Subject*”(inglês), “*Soumis*”(francês);
- **Definição:** texto contendo a descrição da propriedade, pode apresentar equivalência para diferentes linguagens.
- **Indicador Linguístico:** faz relação ao valor do metadado e indica se é possível aplicar equivalência para diferentes linguagens ou se o valor da propriedade não tem caráter linguístico inerente, pode ter os valores: *linguistic* ou *non-linguistic*.

- **Domínio:** Indica a classe de domínio dos valores da propriedade. para os metadados a classe utilizada é *Learning Resource (ISO_IEC_19788-1:2010::RC0002)*(ISO/IEC, 2011), uma vez que esta classe já é definida no próprio escopo da norma;
- **Faixa de Valores:** limites ou valores possíveis da propriedade. Exemplo: 1 até 10; “Bom”, “Regular” e ”Ruim”;
- **Regras de conteúdo:** Quando a faixa de valores de uma propriedade é um conjunto de termos, como em: “Muito Baixo”, “Baixo”, “Regular”, “Alto” e “Muito Alto”, as regras de conteúdo descrevem os critérios para a aplicação de cada valor;
- **Refinamento:** Indica se o metadado descrito representa um refinamento de outro metadado explicitando o identificador deste metadado. Ex: “*EXTERNAL::DES1234*”;
- **Exemplos:** texto contendo exemplos de valores possíveis do metadado;
- **Notas:** texto contendo observações relevantes para o preenchimento do metadado.

A tabela 5 apresenta a definição formal para o metadado “Seleção Tipográfica”, no escopo deste trabalho todas as definições de metadados são apresentadas em português, mas conforme previsto no padrão podem receber variações linguísticas.

O conjunto completo das definições formais de todos os metadados propostos esta no Apêndice I.

A definição da maior parte dos metadados é semelhante ao apresentado na tabela 5 com exceção dos metadados: “Contraste”, “Cor predominante de Fonte” e “Cor predominante de Fundo”. Estes metadados estão relacionados entre si, ou seja, o valor de contraste é fruto da operação sobre os valores dos metadados de cor. Estes metadados por sua vez são refinamentos de “Contraste”. A equação 6.1 apresenta o cálculo do valor de “Contraste”.

$$\text{Contraste} = \frac{\text{LuminânciaFundo} + 0.05}{\text{LuminânciaFonte} + 0.05} \quad (6.1)$$

onde :

$$\text{Luminância}(R, G, B) = 0.2126R + 0.7152G + 0.0722B$$

O cálculo apresentado na equação 6.1 é definido por W3C (2011) como relação de contraste, onde a luminância das cores predominantes

Tabela 5 – Definição formal do Metadado: Seleção Tipográfica

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|---|
| Identificador | EXTERNAL::DES0001 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Seleção Tipográfica |
| Definição | Representa a avaliação subjetiva da escolha de tipos para o OEA |
| Indicador Linguístico | linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788 – 1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | “Muito Ruim”, “Ruim”, “Regular”, “Bom”, “Muito Bom” |
| Regras de conteúdo | “Muito Ruim” - a seleção de tipos compromete a compreensão do conteúdo; “Ruim” - a seleção de tipos dificulta, mas não compromete, a compreensão do conteúdo; “Regular” - a seleção de tipos não tem impacto sobre a compreensão dos conteúdos; “Bom” - a seleção de tipos favorece a compreensão dos conteúdos; “Muito Bom” - a seleção de tipos apresenta ligação forte com os conteúdos e desempenha papel fundamental para a compreensão. |
| Refinamento | - |
| Exemplos e Notas | Levar em consideração o texto principal, títulos e tipos em imagens. |

de fonte e fundo é calculada baseado em suas componente R (vermelho), G (verde) e B (azul) que, por sua vez, são obtidas dos respectivos metadados de cor. A equação 6.1 é válida para os casos em que o fundo é mais claro que a fonte, nos casos contrários a fração deve ser invertida como mostra a equação 6.2.

$$Contraste = \frac{LuminânciaFonte + 0.05}{LuminânciaFundo + 0.05} \quad (6.2)$$

Para fins de referência é apresentada a tabela 6 com um resumo dos metadados e seus principais atributos.

Tabela 6 – Resumo dos atributos dos metadados propostos

| Metadado | Descrição | Faixa de Valores |
|--|---|--|
| Seleção Tipográfica | Representa a avaliação da escolha de tipos para o OEA | Muito Ruim; Ruim; Regular; Bom; Muito Bom. |
| Contraste | Faz referência a diferença de cor entre o primeiro plano e o fundo e está diretamente ligado à seleção tipográfica. | Definido na Eq. 6.1 |
| Cor predominante de Fonte | Valor numérico correspondente a cor predominante da fonte ou do primeiro plano. | Hexadecimais de #000000 a #FFFFFF |
| Cor Predominante de Fundo | Valor numérico correspondente a cor predominante do fundo. | Hexadecimais de #000000 a #FFFFFF |
| Visibilidade de Status | Avaliação da disponibilidade de elementos de interface relativos ao estado atual do sistema e do aluno. | Nunca; Poucas Vezes; Regularmente; Muitas Vezes; Sempre. |
| Classificação de Design de Informação | Classificação tipológica de design de informação mais apropriada. | Quadro Centralizado; Colunas; Quadro Único. |

| | | |
|--|---|--|
| Consistência de Padrão visual | Representa a avaliação subjetiva da consistência visual do OEA. | Muito Ruim; Ruim; Regular; Bom; Muito Bom. |
| Consistência de Padrão mecânico | Representa a avaliação subjetiva da consistência mecânica do OEA. | Muito Ruim; Ruim; Regular; Bom; Muito Bom. |
| Consistência de Padrão conceitual | Representa a avaliação subjetiva da consistência conceitual do OEA. | Muito Ruim; Ruim; Regular; Bom; Muito Bom. |
| Adaptação Semântica ao Público alvo | Representa a avaliação subjetiva do nível de adaptação dos textos ao público alvo do OEA. | Muito Ruim; Ruim; Regular; Bom; Muito Bom. |
| Prolixidade | Representa a quantidade de texto empregada em cada unidade de informação do OEA. | Muito Baixa; Baixa; Regular; Alta; Muito Alta. |

A construção de um novo conjunto de metadados é proposta com a finalidade de viabilizar o teste da hipótese deste trabalho. Desta forma, se a inferência de nível de *Atenção* feita com o uso deste novo conjunto for mais precisa ou vantajosa que sem o seu uso, fica demonstrado que existe um conjunto de dados capaz de descrever um objeto de ensino e aprendizagem e com base neste conjunto é possível inferir, de forma objetiva, um nível de *Atenção* esperada de um grupo de alunos. Sendo assim um novo grupo de teste deve ser executado para que desta forma seja possível comparar os resultados entre os conjuntos de metadados diferentes.

6.3 INFERÊNCIA DE NÍVEIS DE *ATENÇÃO* BASEADA NOS METADADOS PROPOSTOS

Esta seção apresenta uma nova implementação de uma Rede de Kohonen com a utilização dos metadados definidos na seção anterior, comparando seus resultados e indicando suas vantagens e a melhora no desempenho do sistema, mostrando, desta forma que existe um conjunto de metadados que potencializa a inferência de um determinado nível de *Atenção* com base nas características do OEA, hipótese deste trabalho.

6.3.1 Aferição de Níveis de Atenção

Com a finalidade apresentada foram realizados novos testes de *Atenção* segundo a mesma metodologia proposta, seguindo as etapas:

1. Selecionar os OEAs que serão utilizados nos testes;
2. Selecionar os participantes do teste;
3. Aplicar os testes obtendo os valores de *Atenção* dos participantes;
4. Avaliar os testes por meio de um questionário aplicado aos participantes;
5. Tratar os dados de *Atenção* e eliminar erros de medição;
6. Avaliar os resultados dos testes de *Atenção* em conjunto com as respostas dos questionários.

Os participantes selecionados para os teste são alunos do curso de Pós Graduação em Arquitetura e do curso de Pós Graduação em Design ambos da UFSC. O grupo consiste em 5 mulheres e 11 homens com idades entre 23 e 50 anos. Cada um dos participantes experimentou 4 OEAs diferente, cada objeto, durante um período de 5 minutos.

Como os sujeitos testados pertencem a dois grupos com formação distintos (design e arquitetura) foram selecionados dois grupos diferentes de OEAs, no entanto estes objetos guardam entre si características equivalentes. Cada grupo é composto por:

OEA 1. Um OEA implementado na forma de hiperlivro com assunto diretamente relacionado a área da Pós Graduação cursada do sujeito;

OEA 2. Um OEA implementado na forma de hiperlivro com assunto relevante para o curso atual do sujeito, mas não tão diretamente relacionado;

OEA 3. Um vídeo, do tipo tutorial “passo-a-passo” com assunto diretamente relacionado a área da Pós Graduação cursada do sujeito;

OEA 4. Uma publicação eletrônica *web* do tipo “blog” com assunto diretamente relacionado a área da Pós Graduação cursada do sujeito;

A tabela 7 apresenta uma lista com todos os OEAs selecionados para os testes com os alunos com formação na área de Design. Na lista são apresentados as URL de cada objeto bem com suas referências. A tabela 8 apresenta uma lista com todos os OEAs selecionados para os testes com os alunos com formação na área de Arquitetura. É importante salientar que o OEA 2 é comum aos dois grupos (design e arquitetura), também é relevante a fato deste OEA ser o mesmo utilizado nos teste anteriores, bem como o OEA 1 do grupo de arquitetura.

Tabela 7 – Lista de OEA utilizados nos testes e suas URLs e referências - Alunos com formação em Design

| | Nome | URL | Referência | |
|-------|--|---|------------------|--------|
| OEA 1 | Fundamentos da Forma | http://goo.gl/pnPbU8 | (PEREIRA, 2014c) | Design |
| OEA 2 | Forma Fractal Tutorial Adobe | http://goo.gl/VygiOo | (PEREIRA, 2014a) | |
| OEA 3 | Premiere Portugues Criando Legenda Animada | http://goo.gl/R3yUDH | (VFX, 2014) | |
| OEA 4 | Design Culture | http://goo.gl/pqC0cd | (CULTURE, 2014) | |

Os dois primeiros OEAs, de cada grupo, são implementados na forma de Hiperlivro, conforme proposto em Brito (2007). Os Hiperlivro estão disponibilizados no Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem(AVEA) de Arquitetura e Design da Universidade Federal de Santa Cararina - AVAAD¹ e foram desenvolvidos no *Hiperlab*² - Laboratório de Ambientes Hiperímídia para Aprendizagem da UFSC. Por terem estas plataformas e tecnologias em comum é esperado que estes OEAs compartilhem algumas características.

¹<http://www.avaad.ufsc.br/>

²<http://www.hiperlab.ufsc.br/>

Tabela 8 – Lista de OEA utilizados nos testes e suas URLs e referências
- Alunos com formação em Arquitetura

| | Nome | URL | Referência | |
|-------|--|---|-------------------|-------------|
| OEA 1 | Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais | http://goo.gl/dl7yBu | (PEREIRA, 2014b) | Arquitetura |
| OEA 2 | Forma Fractal | http://goo.gl/VygiOo | (PEREIRA, 2014a) | |
| OEA 3 | Revit 2012 Tutorial 1 | http://goo.gl/Li1gbe | (ERON, 2014) | |
| OEA 4 | Apresentação do Programa ArchDaily Brasil | http://goo.gl/GZnwS9 | (ARCHDAILY, 2014) | |



Figura 40 – Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Fundamentos da Forma[OEA 1 - Design]. Fonte: (PEREIRA, 2014c)

As figuras 40 e 41 apresentam o estado inicial dos hiperlivros utilizados para o grupo com formação em Design.

Os tutoriais em vídeo estão disponíveis no serviço *Youtube*³ isso faz com que também compartilhem características entre si, conforme pode ser observado nas figuras 42 e 46, mesmo sendo destinados a públicos diferentes.

Foram selecionados dois sitios do tipo *blog* para os testes. Cada um tem sua temática voltada para um dos públicos alvo citados e, mesmo não tendo semelhança forte entre as interfaces, apresentam entre

³<http://youtube.com>



Figura 41 – Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Forma Fractal[OEA 2 - Design; OEA 2 - Arquitetura] . Fonte: (PEREIRA, 2014a)

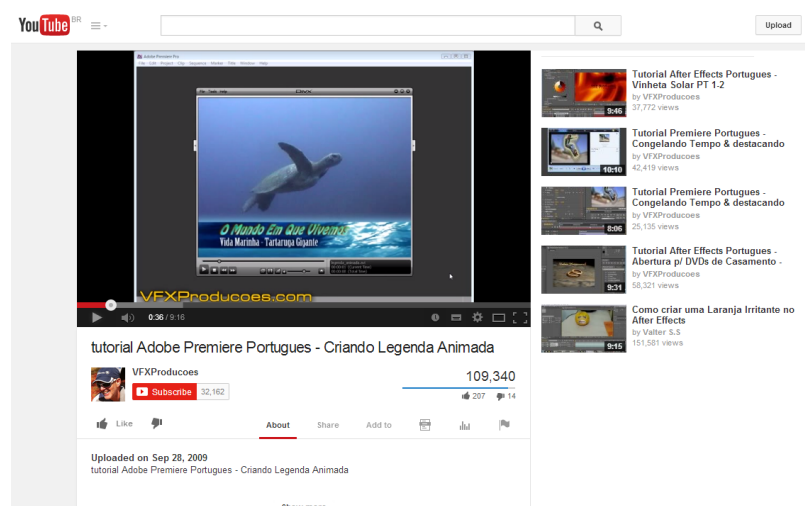


Figura 42 – Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Vídeo Tutorial Adobe Premiere - Criando Legenda Animada[OEA 3 - Design]. Fonte: (VFX, 2014)

si funcionamento e disposição de conteúdo relacionados aos esperados deste tipo de publicação. As páginas iniciais podem ser vistas nas figuras 43 e 47.

As figuras 44 e 45 apresentam o estado inicial dos hiperlivros utilizados para o grupo com formação em Arquitetura.

Os objetos selecionados buscam apresentar semelhanças entre si, para que desta forma seja possível relacionar os resultados dos testes entre os dois grupos, mesmo que somente de forma relativa, ou seja, é esperado que os grupos tenham resultados parecidos entre os objetos,



Figura 43 – Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Design Culture[OEA 4 - Design]. Fonte: (CULTURE, 2014)



Figura 44 – Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais[OEA 1 - Arquitetura]. Fonte: (PEREIRA, 2014b)

mantendo-se desta forma, os níveis mais altos e mais baixos de cada grupo, relacionado com o tipo de objeto utilizado.

Os testes foram propostos para os alunos acompanhados de um questionário com mesmo conteúdo da aplicação anterior (Apêndice H.3), mas sem relação direta com cada OEA, isto foi feito pois foi julgado que o número de respostas seria muito grande, comprometendo a realização dos testes, desta forma, os sujeitos foram orientados a responder

arq & design

NUVEC - Núcleo Virtual de Estudos Colaborativos

Meu espaço | Navegação | Conteúdos | Comunicação | Ajuda | Sair

ava_ad > nuvec forma > hiperlivros > FORMA FRACTAL

Geometria Fractal | Criando Fractais | Arquitetura Fractal | Objetos Fractais | Créditos | Extras

- Apresentação
- Geometria Fractal
- Forma Fractal

Autores:
Maycon Ricardo Sedrez, MSc.
Alice T. Cybis Pereira, PhD.

Figura 45 – Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Forma Fractal[OEA 2 - Arquitetura; OEA 2 - Design]. Fonte: (PEREIRA, 2014a)

YouTube

CURSO REVIT AULA 01

Aula 01 | Revit 2013 | Apresentação e Unidades
by Daniel Severino
33,328 views

Tina Laus Arquiteta - Programa Casa e Cia (parte1)
by Tina Laus
49,708 views

REVIT 2012 - TUTORIAL 3 - TRABALHANDO COM OS EIXOS
by pedroeron
17,695 views

CURSO REVIT AULA 02

Aula 02 | Revit 2013 | Elevações (Elevação da Construção)
by Daniel Severino
18,316 views

REVIT 2012 - TUTORIAL 2 - CONFIGURAÇÕES INICIAIS
by pedroeron
23,391 views

Revit 2012/2013 Aula 05: Arquivos templates e configurações
by Roberta Vendramini
24,688 views

Revit Architecture 2011 - English Tutorial
by AutodeskEd

REVIT 2012 - TUTORIAL 1 - APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA

pedroeron

56,452

Like

About

Share

Add to

Uploaded on Sep 13, 2011
APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA - POR ERON COSTIN

Show more

Figura 46 – Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Vídeo Tutorial REVIT 2012 - Apresentação do Programa[OEA 3 - Arquitetura]. Fonte: (ERON, 2014)

o questionário relativo a todos os OEAs de uma única vez. Espera-se

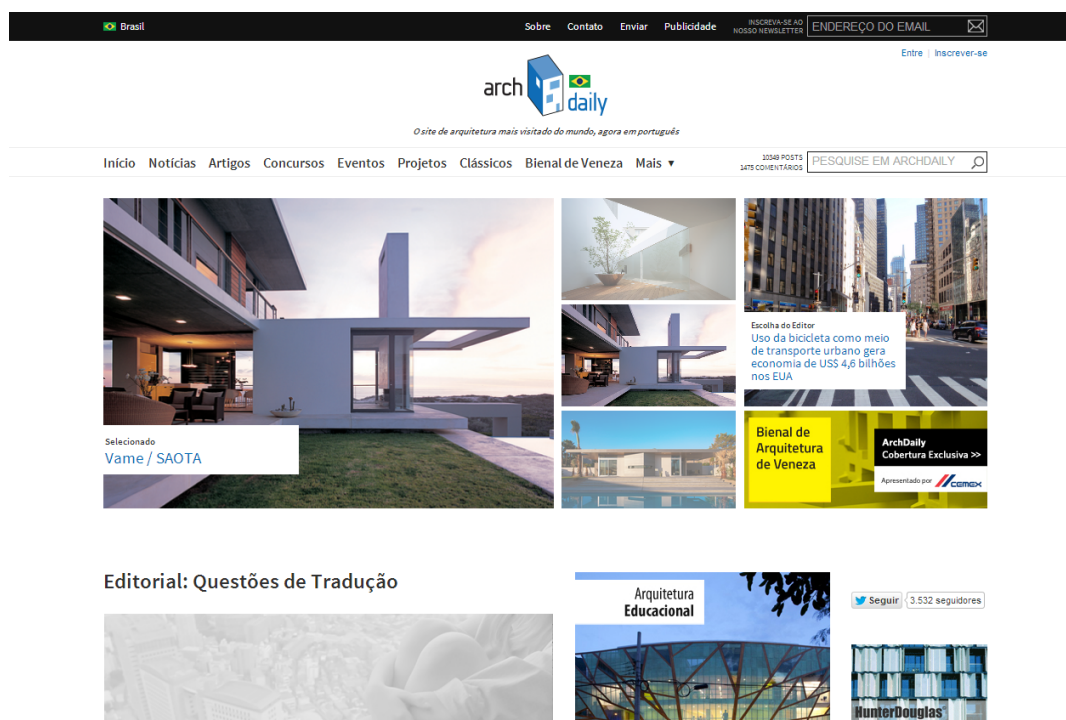


Figura 47 – Interface do objeto de ensino e aprendizagem: Arch Daily[OEA 4 - Arquitetura]. Fonte: (ARCHDAILY, 2014)

que as respostas reflitam com clareza os extremos da percepção dos sujeitos, mesmo que, eventualmente, de forma generalizada para os diversos OEAs.

Os sujeitos envolvidos nos testes estão caracterizados na tabela 9. O sinal '**' indica que o sujeito não respondeu ao questionário ao final dos teste.

Tabela 9 – Caracterização dos sujeitos testados.

| Nº | Identificação | Data de Nascimento | Sexo | Formação |
|----|---------------|--------------------|------|---------------|
| 1 | als | 18/08/1984 | M | Design |
| 2 | atrđ | 03/01/1982 | F | Design |
| 3 | br | 31/12/1987 | F | Design |
| 4 | cjl | 21/10/1980 | M | Arquitetura * |
| 5 | dgm | 08/09/1980 | M | Design |
| 6 | gjs | 06/08/1964 | M | Arquitetura |
| 7 | hdg | 03/07/1990 | M | Design |
| 8 | ip | 08/02/1984 | M | Design |
| 9 | ixs | 25/01/1977 | F | Arquitetura * |
| 10 | jdb | 19/01/1990 | F | Arquitetura |
| 11 | kb | 03/11/1987 | F | Design |

| | | | | | |
|-----------|-------------|------------|---|-------------|---|
| 12 | ld | 16/03/1973 | M | Design | * |
| 13 | med | 22/02/1989 | M | Design | |
| 14 | ra | 02/08/1973 | M | Arquitetura | |
| 15 | rgts | 07/03/1984 | M | Design | |
| 16 | rtl | 28/08/1981 | M | Design | |

Os testes foram realizados no mesmo ambiente e seguindo os mesmos parâmetros dos testes anteriores, ou seja: duração 5 minutos por OEA, filtro de 25% das frequências mais elevadas e substituição dos sinais com nível elevado de ruído pela média dos sinais relacionados sem ruído. Este procedimentos foram adotados a fim de tornar a execução dos testes descritos o mais fiel possível à execução dos testes anteriores, eliminando desta forma alterações oriundas de mudanças no método. Ao final do tratamento é calculada a Pontuação de Atenção. Os resultados foram calculados para os dois grupos. Para os sujeitos com formação em Arquitetura os resultados estão na tabela 11. A tabela 10 apresenta os resultados para os sujeitos com formação em Design.

Tabela 10 – Valores de Pontuação de *Atenção* para os testes - Sujeitos com formação em Design

| Nº | Sujeito | OEA 3 | | | |
|-----------|---------------|----------------------------------|---------------------------|--|----------------------------|
| | | OEA 1 Fundamentos da Forma | OEA 2 Forma Fractal | Tutorial Adobe Premiere Portugues Criando Legenda Animada | OEA 4 Design Culture |
| 1 | als | 2,7128 | 3,4168 | 2,5812 | 2,5194 |
| 2 | atrd | 2,5323 | 2,6323 | 2,5519 | 2,5756 |
| 3 | br | 2,7128 | 2,2884 | 2,7525 | 2,5244 |
| 4 | dgm | 2,5839 | 2,6829 | 2,5889 | 2,7170 |
| 5 | hdg | 2,7128 | 2,6829 | 2,5889 | 2,6896 |
| 6 | ip | 2,3528 | 2,6715 | 2,5587 | 2,5244 |
| 7 | kb | 3,1112 | 3,1090 | 2,5824 | 1,7627 |
| 8 | ld | 2,7128 | 2,6829 | 2,5889 | 2,9871 |
| 9 | med | 2,6815 | 2,4591 | 2,8890 | 2,4197 |
| 10 | rgts | 2,7128 | 2,2032 | 2,5740 | 2,5244 |
| 11 | rtl | 3,0149 | 2,6829 | 2,2215 | 2,5244 |
| | Médias | 2,7128 | 2,6829 | 2,5889 | 2,5244 |

Design

Os gráficos com os resultados completos dos testes podem ser analisados no apêndice F (Design) e apêndice G (Arquitetura). Os gráficos incluem todos os dados e etapas utilizados durante o tratamento e no cálculo dos valores de Pontuação de Atenção.

Tabela 11 – Valores de Pontuação de *Atenção* para os testes - Sujeitos com formação em Arquitetura

| Nº | Sujeito | OEA 1 | OEA 2 | OEA 3 | OEA 4 | |
|----|---------|--|---------------|---|---------------|---------|
| | | Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais | | Revit 2012 Tutorial 1 Apresentação do Programa | | |
| 1 | cjl | 2,8713 | 2,3861 | 2,4881 | 3,2386 | Arquit. |
| 2 | gjs | 3,2887 | 2,3046 | 2,8638 | 2,6173 | |
| 3 | ixs | 2,8464 | 2,4600 | 2,4881 | 2,5340 | |
| 4 | jdb | 3,6809 | 2,3835 | 2,2528 | 2,0792 | |
| 5 | ra | 3,1718 | 2,3835 | 2,3477 | 2,6173 | |
| | Média | 3,1718 | 2,3835 | 2,4881 | 2,6173 | |

Todos os OEAs utilizados nos testes foram analisados e tiveram seus metadados informados quando necessário, bem como foram definidos, em conjunto com um especialista, valores para os novos metadados propostos. Os especialistas envolvidos fazem parte do Hiperlab⁴, laboratório onde os OEA 1 e 2 foram desenvolvidos, os mesmos especialistas foram responsáveis pela definição dos metadados dos OEA 3 e 4, estes desenvolvidos por terceiros não envolvidos de qualquer forma nesta pesquisa. O conjunto completo de metadados para todos os OEAs utilizados é apresentado no apêndice J.

6.3.2 Treinamento e testes da Rede Neural Artificial

O mapa auto organizado, ou rede de Kohonen, teve o melhor desempenho nos teste de classificação apresentados, desta forma, é indicado, no contexto deste trabalho, como método de classificação de OEAs segundo nível de atenção. Uma rede de Kohonen construída com base nos metadados propostos e treinada com os dados dos testes da seção anterior apresenta as características necessário para a correta classificação dos OEAs segundo os níveis de *Atenção* esperados por parte dos alunos.

Para o treinamento da rede foram utilizados todos os resultados dos testes (grupo com formação em Design e grupo com formação em Arquitetura) gerando desta forma dois conjuntos distintos de metadados para cada um dos OEAs a ser identificado, ou seja, para os OEAs 1, 2 e 3 existem dois conjuntos de metadados diferentes, pois estes são

⁴<http://www.hiperlab.ufsc.br/>

objetos diferentes, com propostas semelhantes, o OEA 2 é o mesmo para os dois grupos. A matriz-U apresentada na figura 48 mostra o resultado do treinamento da rede, e sua análise revela o impacto deste diferentes conjuntos de dados de treinamento.

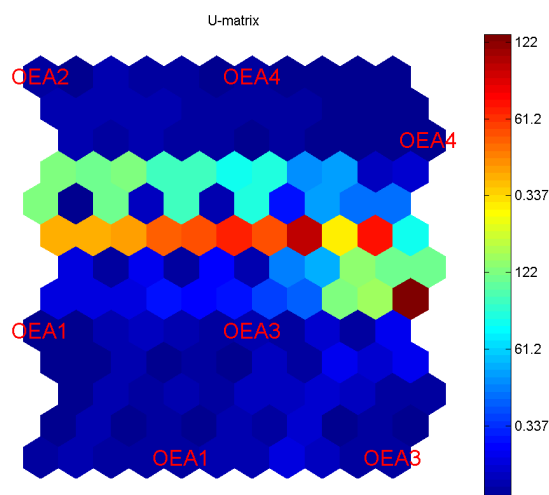


Figura 48 – Matriz U resultado do treinamento da rede com o conjunto de testes contendo os metadados propostos. Fonte: Autor

A implementação da rede neural artificial bem como o processo de tratamento dos dados foi feita em MatLab⁵ sistema que executa código em linguagem própria. O conteúdo dos arquivos fonte utilizados pode ser visto no Apendice C. Foi utilizado a biblioteca SOM Toolbox 2.0 como base para a implementação das Redes de Kohonen utilizadas, esta biblioteca, bem como sua documentação são livres e podem ser obtidas no sitio web⁶ do desenvolvedor.

Na figura 48 é possível perceber que cada OEA têm dois pontos de ativação da rede, com exceção do OEA 2. Este fato, acredita-se, seja devido aos conjuntos diferentes de metadados para os demais OEAs. No entanto, cabe salientar que mesmo que os pontos de detecção (ativação) sejam diferentes, estes pontos estão topograficamente próximos, o que pode ser interpretado como a semelhança existente entre estes OEAs na sua construção sendo considerada pela rede.

Para os teste, foram consideradas as áreas apresentadas na figura 49. Desta forma, uma ativação de um neurônio, dentro de uma das

⁵MATLAB (MATrix LABoratory) trata-se de um software interativo de alta performance voltado para o cálculo numérico. - http://www.mathworks.com/products/matlab/?s_cid=wiki_matlab_2

⁶<http://www.cis.hut.fi/somtoolbox/>

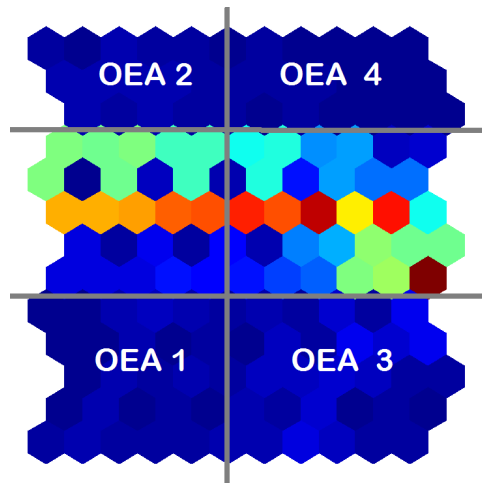


Figura 49 – Matriz U áreas de ativação definidas para cada tipo de OEA. Fonte: Autor

áreas indicadas, representa a classificação de um determinado OEA no nível de *Atenção* referente ao objeto indicado. Ativações fora das áreas definidas para cada OEA devem ser desconsideradas ou consideradas como erros de classificação.

O resultado dos teste com o conjunto de dados de treinamento resultou, conforme esperado, na classificação correta de todos os OEAs. A figura 50a apresenta os resultados de classificação para os OEA utilizado com os sujeitos com formação em Design e a figura 50b os resultados para os sujeitos com formação em Arquitetura.

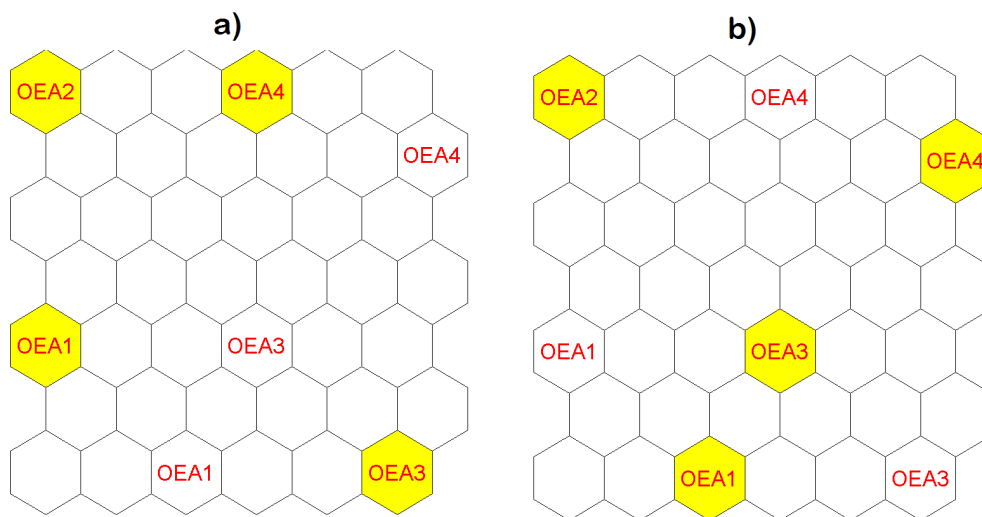


Figura 50 – Resultados da classificação do conjunto de teste a) OEA perfil Design b) OEAs perfil Arquitetura. Fonte: Autor

O OEA 2 e o OEA 1, utilizado pelos sujeitos com formação em

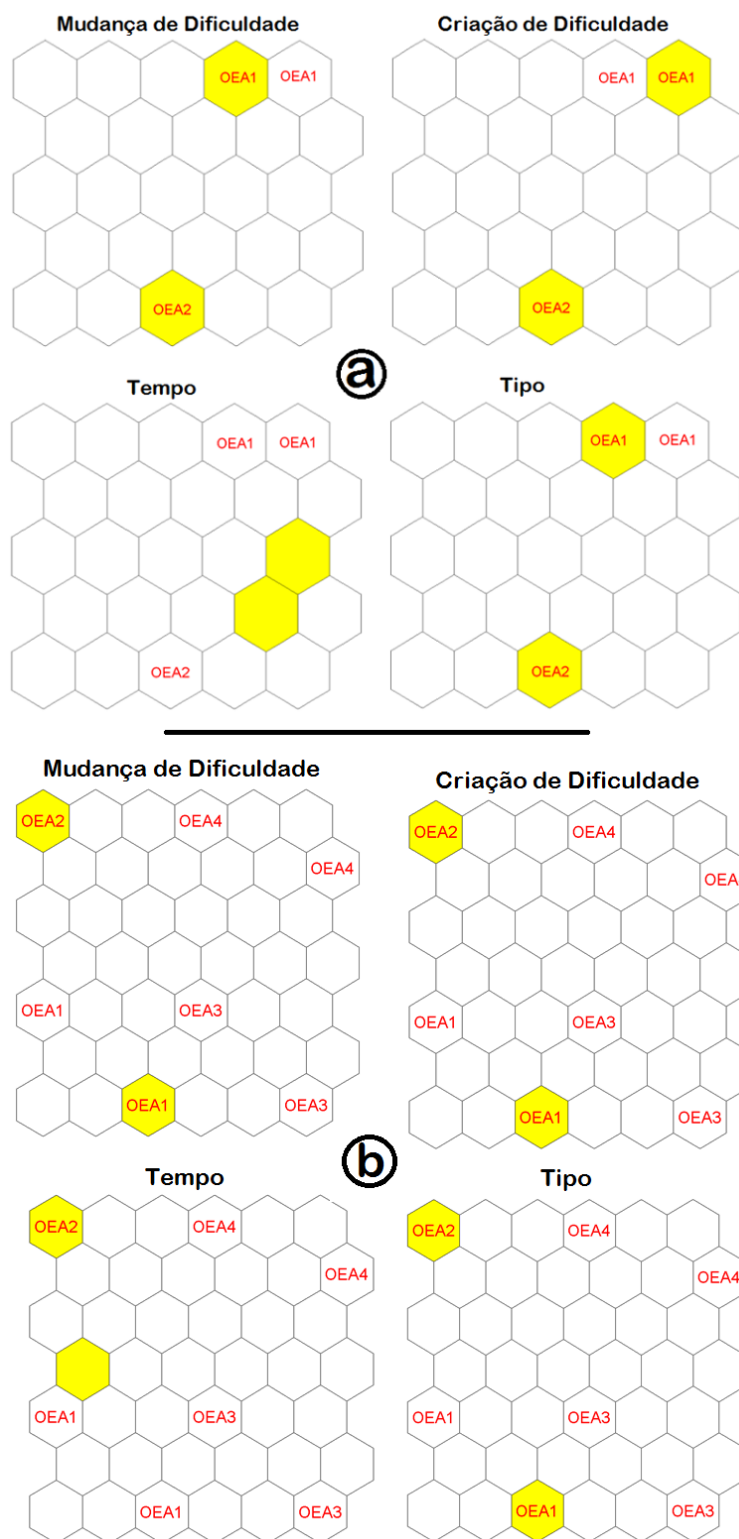


Figura 51 – Comparação entre o desempenho de classificação com alterações em propriedades específicas. a) resultados originais b) resultados para OEAs 1 e 2 com uso do novo conjunto de metadados Fonte: Autor

Arquitetura, são os mesmos utilizado nos primeiros testes a comparação dos resultado atuais com relação aos resultados anteriores permite a análise da influencia dos novos metadados propostos no comportamento da rede neural artificial.

A figura 51 apresenta os resultados obtidos anteriormente pelos OEAs 1 e 2, e os resultados obtidos, pelos mesmos objetos, com o uso do novo conjunto de metadados. A análise da figura permite concluir que o sistema mantém a classificação correta dos objetos para alterações de uma modo geral, mas apresenta resultados significativamente melhores com relação a alterações no metadado “tempo”. Na figura os resultados referentes aos demais OEAs foram suprimidos para melhor apresentação.

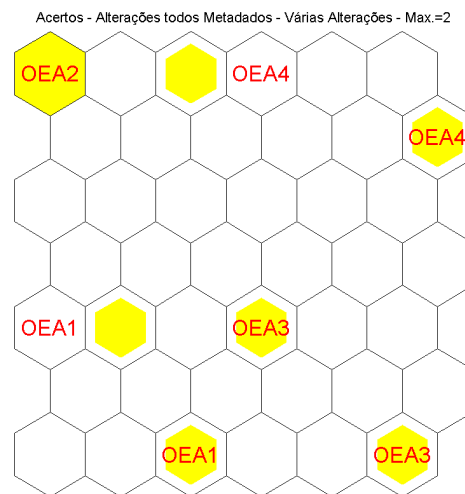


Figura 52 – Classificação de OEA com alterações nos metadados LOM e no conjunto proposto. Fonte: Autor

Na seqüência dos testes foram feitas alterações em diversos metadados e verificado a conseqüência destas alterações na classificação. De forma geral, o sistema se comporta de maneira mais estável quando comparado com a rede treinada somente com os metadados do conjunto LOM, apresentando menos erros de classificação mesmo quando submetida a alterações em diversos metadados do conjunto LOM e do conjunto proposto. A figura 52 apresenta o resultado de classificação de um conjunto de metadados com alterações diversas, contemplando quatro padrões de OEAs utilizados.

O conjunto completo de testes executados sobre a rede treinada esta apresentado no apêndice K.

A análise das componentes da matriz U apresenta também, como

nos testes anteriores, variáveis irrelevantes para a classificação dos OEAs. A figura 53 apresenta as componentes da matriz U, mapas com uma única cor são considerados irrelevantes. As variáveis apresentadas na figura compreendem todos os metadados utilizados na construção da rede neural artificial.

Na figura 53 as últimas nove variáveis representam os novos metadados propostos, as outras trinta e uma fazem parte do conjunto LOM de metadados. Com relação aos novos metadados uma variável se mostrou irrelevante na construção da rede: “Consistência de Padrão Visual”. No conjunto LOM, sete variáveis são irrelevantes. Numa análise percentual 11,1% das variáveis referentes aos novos metadados propostos é irrelevante para a classificação dos OEAs, no conjunto de metadados LOM este percentual sobe para 22,6%.

Desta forma, o conjunto de metadados propostos incrementa a capacidade de classificação da rede neural artificial, diminuindo erros e se apresenta com um conjunto de dados mais relevante com relação ao conjunto LOM para a classificação proposta.

É importante salientar que o conjunto de dados proposto não pretende ser ótimo nem tão pouco exaustivo na tarefa de representar o melhor conjunto de metadados para a classificação de OEAs segundo atenção, no entanto, a existência de um conjunto que se mostra melhor que o conjunto LOM, indica, a existência de um conjunto ótimo para esta função.

A análise dos resultados obtidos nesta pesquisa permite afirmar que, no escopo delimitado, neste trabalho existe um conjunto de metadados capaz de descrever um OEA e com base neste conjunto é possível inferir, de forma objetiva, um nível de atenção esperada de um grupo de alunos. Esta afirmação é a hipótese tratada nesta tese.

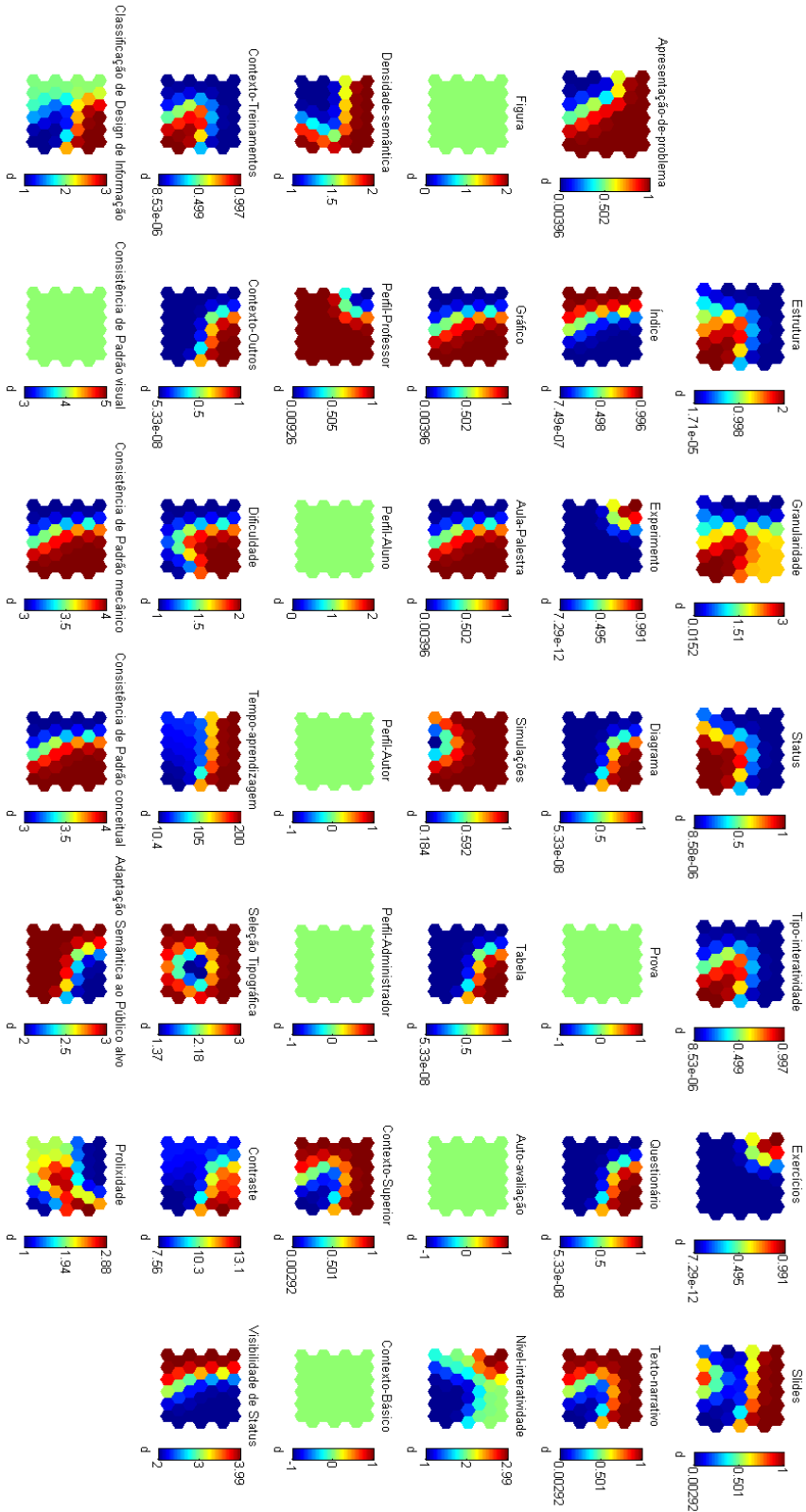


Figura 53 – Componentes da Matriz U. As variações de cor são proporcionais a relevância da variável na classificação. Fonte: Autor

7 CONCLUSÕES

A construção desta pesquisa, teve por base a execução de diversas etapas encadeadas, destas etapas uma série de resultados e objetivos são esperados. Esta sessão pontua cada etapa, resultado e objetivo alcançado com a finalidade de atingir o objetivo geral do trabalho bem com provar válida a hipótese proposta.

7.1 OBJETIVOS ATINGIDOS

Os Objetivos Específicos listados para este trabalho são:

1. Definir um sistema de detecção de *Atenção* capaz de avaliar objetos de ensino e aprendizagem;
2. Identificar características de objetos de ensino e aprendizagem relevantes para a atenção;
3. Criar um método capaz de relacionar as características de objetos de ensino e aprendizagem com um determinado nível de atenção.

No capítulo 3 foram propostos dois artefatos, estes artefatos estão implementados em linguagem Java e tem por propósito operacionalizar teste de *Atenção* em OEAs.

O primeiro artefato consiste em uma biblioteca denominada *ConnectorNeuroSky* que contém todas as funções e estruturas de dados necessárias para possibilitar a comunicação e obtenção de dados com o equipamento de EEG *NeuroSky Mindwave Mobile*. O código fonte, bem como as últimas versões da biblioteca podem ser obtidas em: <https://code.google.com/p/conector-neurosky/>.

O segundo artefato é uma ferramenta que, por meio de uma interface gráfica, automatiza testes de *Atenção* para OEAs. Esta ferramenta faz uso da biblioteca proposta inicialmente e é denominada *TestesAtencaoFE*. O código fonte, bem como as últimas versões da ferramenta podem ser obtidas em: <https://code.google.com/p/testesatencaoFE/>.

As análises dos dados obtidos com os testes utilizando os artefatos desenvolvidos mostraram que é necessário um tratamento prévio, destes dados, a fim de se obter uma maior relevância nos resultados. Com esta finalidade no capítulo 3 é apresentada uma metodologia de tratamento dos dados, que acaba por definir uma equação para o cálculo da *Pontuação de Atenção*. Esta pontuação se mostrou, nos testes, mais

significante e passível de comparação entre sujeitos, sendo utilizada em todos os testes posteriores.

No capítulo 4 é proposta uma metodologia de teste de OEAs. Neste capítulo, são apresentados os resultados dos testes preliminares efetuados com três OEAs diferentes. Os resultados dos testes mostram que a metodologia proposta, bem como os artefatos utilizados no processo são efetivos no que se propõem.

O conjunto de artefatos e metodologias descrito nos capítulos 3 e 4 definem um sistema de detecção de *Atenção* capaz de avaliar OEAs, conforme proposto no primeiro objetivo específico, o sistema foi testado e validado sendo considerado eficiente para esta tarefa.

Os resultados dos testes preliminares foram analisados no capítulo 5 neste capítulo são estudadas duas alternativas para a análise destes dados, uma estatística, o algoritmo *See5*, e outra baseada em inteligência artificial, as redes neurais auto organizáveis de Kohonen.

As redes de Kohonen se mostraram, segundo os resultados apresentados, mais promissoras em comparação com o algoritmo *See5*. Os resultados também indicaram que o conjunto de características selecionados, um subconjunto dos Metadados LOM, não apresentava o detalhamento suficiente para uma maior efetividade da classificação e análise.

Desta forma, no capítulo 6 é proposto um novo conjunto de metadados baseados em características de design de interface e informação, usabilidade e interação, estes metadados são formalmente definidos, conforme a norma 19788 ISO/IEC (2011) no apêndice I.

O uso destes novo conjunto de metadados incorporado ao conjunto inicial visa melhorar a qualidade e precisão dos resultados da rede de Kohonen. Estes resultados, entre outros valores, incluem uma série de componentes da Matriz U, onde é possível identificar os metadados, ou características, irrelevantes para a classificação de OEAs com relação a atenção, atingindo, assim, o segundo objetivo específico, de identificar características de OEAs que tenham relação com a atenção.

Com a finalidade de validar o uso dos metadados propostos, bem como dos métodos e artefatos, foram executados teste com dois grupos de alunos, envolvendo 16 sujeitos e dois grupos de 4 OEAs totalizando 64 testes de atenção. Os resultados foram utilizados para o construção de uma rede de Kohonen que se mostrou capaz de classificar OEAs quanto ao nível de *Atenção* esperado destes.

O desempenho da rede de Kohonen implementada com o novo conjunto de metadados se mostrou mais eficiente que os resultados dos testes preliminares, indicando que o conjunto completo dos metadados

é mais apropriado para a classificação, quanto a atenção, que o conjunto original.

A rede neural artificial implementada foi testada com valores de metadados baseados nos OEAs utilizados nos testes, mas com algumas diferenças introduzidas. Desta forma, acredita-se que este conjunto represente OEAs semelhantes aos utilizados, e por este motivo uma classificação de nível de atenção semelhante também é esperada. Os resultados mostram que a rede neural artificial se apresentou robusta a este tipo de teste sendo considerada um método capaz de relacionar as características de objeto de ensino e aprendizagem com um determinado nível de atenção, atingindo assim o terceiro objetivo específico proposto.

Desta forma, o objetivo geral do trabalho: **“Relacionar, de forma objetiva, as características de um objeto de ensino e aprendizagem com os níveis de atenção esperados dos alunos que utilizem este objeto”** foi alcançado e os métodos técnicas e artefatos descritos se aplicam para este fim.

Conforme o pressuposto deste trabalho e o suporte teórico existente, a atenção desempenha um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem, mantendo sua importância quando este processo se dá por meio de OEAs. O processo descrito neste trabalho apresenta métodos, técnicas e artefatos capazes de aferir, interpolar e tratar a *Atenção* de forma a potencializar o uso destes objetos em situações de ensino.

Como contribuições deste trabalho são citadas:

- Foram criados artefatos capazes de monitorar o nível de *Atenção* de um determinado sujeito com base em sua atividade cerebral medida por meio de um EEG;
- Foi demonstrado o processo de tratamento de sinal utilizado para obtenção de uma métrica definida com Pontuação de *Atenção* capaz de relacionar resultados de diferentes sujeitos;
- Foi apresentada a relação entre os metadados de um determinado OEA e os níveis de *Atenção* dos sujeitos durante sua utilização, o conjunto LOM de metadados utilizado não se mostrou promissor como alternativa para a inferência de níveis de *Atenção* em diferentes OEAs;
- Foram propostos novos metadados baseados em características de design de interface e informação, usabilidade e interação, estes metadados foram formalmente descritos;

- O conjunto de metadados proposto se mostrou capaz de melhorar a inferência de *Atenção* com relação ao conjunto LOM;
- Foi criado um métodos, na forma de uma Rede Kohonen, capaz de classificar, de forma objetiva, diferentes OEAs, com base em seus metadados, em grupos quanto ao nível de *Atenção* esperado.

Por fim, fica validada a hipótese deste trabalho de que existe um conjunto de metadados capaz de descrever um OEA e com base neste conjunto é possível inferir, de forma objetiva, um nível de *Atenção* esperada de um grupo de alunos. Atingindo-se assim todos os objetivos propostos.

Todos os dados, sistemas e algoritmos desenvolvidos ou utilizados durante este trabalho estão disponibilizados em: <http://goo.gl/tR4vxN>¹. Desta forma todos os resultados apresentado pode ser replicados com os conjuntos originais de dados, bem como novos resultados e métodos podem ser desenvolvidos.

7.2 LIMITAÇÕES E ESCOPO DOS RESULTADOS

A execução deste trabalho foi intercalada por uma série de dificuldades oriundas da própria complexidade do problema proposto. As soluções apropriadas a estas dificuldades fazem parte dos resultados e têm impacto direto na sua composição, influenciando o escopo de aplicação destes resultados, algumas das características ligadas ao exposto são:

- Os artefatos desenvolvidos são específicos para a utilização com o equipamento *NeuroSky Mindwave Mobile* e, para o correto funcionamento com equipamentos distintos, oriundos de fabricantes diferentes, devem ser adaptados previamente;
- Os sujeitos envolvidos nos testes são todos alunos de pós graduação, este fato deve ser levado em consideração para qualquer análise futura sobre os dados e resultados;
- Os testes realizados na rede de Kohonen final não envolvem conjuntos de metadados de OEAs reais, desta forma não é possível medir a precisão da interpolação das classificações, no entanto, isto não impacta nas conclusões do trabalho mas restringe a confiabilidade de aplicações futuras;

¹URL completa: <https://sites.google.com/site/bpveg/>

- O conjunto de novos metadados não se propõem a ser exaustivo, nem tão pouco otimizado na sua aplicação, apenas representa um solução viável que valida a hipótese do trabalho, podendo ser melhorado futuramente.

As limitações de escopo podem ser tratadas futuramente e para tanto são propostos trabalhos futuros relacionados.

7.3 TRABALHOS FUTUROS

O escopo e as características deste trabalho deixam indicado uma série de oportunidades para pesquisas futuras, dentre elas salienta-se os seguintes trabalhos:

- A comparação de desempenho entre o método de aferição de atenção utilizado e outros métodos;
- Investigação de características de OEAs quanto a sua relevância para a *Atenção* com o uso dos artefatos e métodos propostos;
- Construção de outros conjuntos de metadados para a classificação de OEAs quanto a *Atenção* e comparação de seu desempenho com relação ao conjunto proposto;
- Construção de um banco de OEAs que apresente a classificação dos OEAs quanto a atenção;
- Pesquisar a capacidade de extrapolação da rede neural artificial proposta e a qualidade deste dado;
- Alteração dos artefatos para funcionamento com equipamentos de EEG de diferentes fabricantes;
- Utilizar as técnicas e artefatos desenvolvidos como métodos para a criação, interação e adaptação de OEAs;
- Desenvolver uma ferramenta autônoma que implemente a rede neural artificial proposta e que seja capaz de classificar OEAs em diferentes contextos de aplicação.

Os trabalhos listados estão diretamente relacionados com esta pesquisa e apresentam-se como alternativas para as escolhas de projeto dos artefatos e as limitações de escopo.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. *Cognitive Psychology and Its Implications*. Worth Publishers, 2005. ISBN 9780716701101. <<http://books.google.com.br/books?id=9P4p6eAULMoC>>.
- ANDRADE, M. de. *Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas*. Atlas, 2002. ISBN 9788522431335. <<http://books.google.com.br/books?id=R6uAPwAACAAJ>>.
- ARCHDAILY, B. *Blog ArchDaily*. Janeiro 2014. <<http://www.archdaily.com.br/>>. Acessado em 10 jan. 2014.
- BAIRD, A. A. et al. Frontal lobe activation during object permanence: Data from near-infrared spectroscopy. *NeuroImage*, v. 16, n. 4, p. 1120 – 1126, 2002. ISSN 1053-8119. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811902911705>>.
- BALLONE, G. J.; MOURA, E. C. *Curso de Psicopatologia: Atenção e Memória*. 2008. <<http://www.psiqweb.med.br/site/?area=NO/LerNoticia&idNoticia=201>>. Acessado em 01/05/2012.
- BRAGA, M. C. G.; ULBRICHT, V. R. Revisão sistemática quantitativa: identificação das teorias cognitivas que apoiam o design de interface no uso da realidade aumentada na aprendizagem online. *Revista Educaonline - Latec - UFRJ*, v. 5, n. 1, Janeiro/Abril 2011. <[http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path\[\]=232](http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path[]=232)>.
- BRITO, R. F. de. *Desenvolvimento de cenários digitais interoperáveis para aprendizagem baseada em problemas*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento., 2007. <http://www.tede.ufsc.br/teses/PEGC0028-D.pdf>.
- BROADBENT, D. *Perception and communication*. Pergamon Press, 1958. <<http://books.google.com.br/books?id=GwtKAAAAMAAJ>>.
- BUSARELLO, R. I.; ULBRICHT, V. R. Objeto de aprendizagem em história em quadrinhos hipermídia para surdos. *LACLO 2013 - Octava Conferencia Latinoamericana de Objetos y Tecnologías de Aprendizaje*, v. 4, n. 1, October 2013. <http://www.laclo.org/papers/index.php/laclo/article/view/142>.

- CAMPOS, R. L. R. *Modelo de busca inteligente e recomendação de objetos de aprendizagem em repositórios heterogêneos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação., 2013. <<http://www.bu.ufsc.br/teses/PGCC0971-D.pdf>>.
- COCHRANE, C. *Curso de Revisão Sistemática com Metanálise*. Maio 2012. <<http://www.centrocochranedobrasil.org/>>. Acessado em 18 mai. 2012.
- COHEN, R.; SPARLING-COHEN, Y.; O'DONNELL, B. *The neuropsychology of attention*. Plenum Press, 1993. (Critical issues in neuropsychology). ISBN 9780306439537. <<http://books.google.com.br/books?id=rPtqAAAAMAAJ>>.
- COHEN, R. A.; SALLOWAY, S.; SWEET, L. H. Neuropsychiatric aspects of disorders of attention. In: _____. *The American Psychiatric Publishing textbook of neuropsychiatry and behavioral neurosciences*. American Psychiatric Publishing, Inc ; US, 2008. p. 405–444. <<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=psyc6&AN=2007-14922-010>>.
- CORBETTA, M. Frontoparietal cortical networks for directing attention and the eye to visual locations: Identical, independent, or overlapping neural systems? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 95, n. 3, p. 831–838, 1998. <<http://www.pnas.org/content/95/3/831.abstract>>.
- COSTAGLIOLA, G. et al. A novel approach for attention management in e-learning systems. In: *DMS - Proceedings of the 16th International Conference on Distributed Multimedia Systems, DMS 2010, October 14-16, 2010, Hyatt Lodge at McDonald's Campus, Oak Brook, Illinois, USA*. [S.l.: s.n.], 2010. p. 222–227.
- CROWLEY, K. et al. Evaluating a brain-computer interface to categorise human emotional response. In: *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010 IEEE 10th International Conference on*. [s.n.], 2010. p. 276–278. <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5571311>.
- CULTURE, B. D. *Blog Design Culture*. Janeiro 2014. <<http://www.designculture.com.br/>>. Acessado em 10 jan. 2014.
- DCMI. *The Dublin Core Metadata Initiative*. 2014. <<http://dublincore.org/>>.

DOWNES, S. Learning objects: resources for distance education worldwide. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, v. 2, n. 1, 2001.

EBNER, M.; WACHTLER, J.; HOLZINGER, A. Introducing an information system for successful support of selective attention in online courses. In: STEPHANIDIS, C.; ANTONA, M. (Ed.). *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services for Quality of Life*. Springer Berlin Heidelberg, 2013, (Lecture Notes in Computer Science, v. 8011). p. 153–162. ISBN 978-3-642-39193-4. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-39194-1_18>.

ERON, P. *REVIT 2012 - Tutorial 1 - Apresentação do Programa*. Janeiro 2014. <<https://www.youtube.com/watch?v=XdHVjVT6TUM>>. Acessado em 10 jan. 2014.

FAHY, P. J. Media characteristics and online learning technology. *Theory and practice of online learning*, p. 137, 2004.

FAN, J. et al. The relation of brain oscillations to attentional networks. *The Journal of Neuroscience*, v. 27, n. 23, p. 6197–6206, June 2007. Doi: 10.1523/JNEUROSCI.1833-07.2007.

FILATRO, A. *Design Instrucional na Prática*. [S.l.]: Prentice Hall, 2008.

FITTS, P.; POSNER, M. *Human performance*. Brooks/-Cole Pub. Co., 1967. (Basic concepts in psychology series). <<http://books.google.com.br/books?id=XtFOAAAAMAAJ>>.

FLEMING, M. Displays and communication. *Instructional technology foundations*, p. 233–260, 1987.

GAZZANIGA, M. *The Cognitive Neurosciences - Quarta Edição*. Bradford Book, 2009. (Bradford book). ISBN 9780262072540. <<http://books.google.com.br/books?id=ffw6aBE-9ykC>>.

ÁGH, P.; BIELIKOVÁ, M. M.: Considering human memory aspects to adapting in educational hypermedia. In: *Proc. of Workshop on Individual Differences, AH 2004: 3rd Int. Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*. [S.l.: s.n.], 2004. p. 107–114.

GOLDENBERG, S.; GUIMARÃES, C. A.; CASTRO, A. A. Revisão sistemática: Identificação e seleção dos estudos primários. In:

Elaboração e Apresentação de Comunicação Científica. EDS, 2010. <<http://metodologia.org/>>. Acessado em 18 mai. 2012.

HELENE, A. A. F. A.; XAVIER, G. F. A construção da atenção a partir da memória. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, scielo, v. 25, p. 12 – 20, 12 2003. ISSN 1516-4446. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462003000600004&nrm=iso>.

HODARA, R. H.; VICCARI, R. M.; AXT, M. *Teoria da relevância, psicologia da atenção e hipermídia adaptativa*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação., 2006. <http://hdl.handle.net/10183/23747>.

IEEE-LTSC. *Standard for Learning Technology - Learning Object Metadata*. [S.l.], 2002. http://ltsc.ieee.org/wg12/files/IEEE_1484_12_02_D01_LOM_11404_binding.doc.

IEEE-LTSC. *Standard for Learning Technology - Extensible Markup Language Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata*. [S.l.], 2005. http://ltsc.ieee.org/wg12/files/IEEE_1484_12_03_d8_submitted.pdf.

ISO/IEC. *ISO/IEC 19788 Information technology – Learning, education and training – Metadata for learning resources*. [S.l.], 2011. http://www.iso.org/iso/home/standards_development/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=45392.

JIMENEZ, C. S. et al. Classification of cognitive states of attention and relaxation using supervised learning algorithms. *2011 IEEE International Games Innovation Conference, IGIC 2011*, p. 31–34, 2011. <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84856085039&partnerID=40&md5=c5affd9b432e140615f2dfd904bb047b>>.

JOHNSON, A.; PROCTOR, R. *Attention: Theory and Practice*. SAGE Publications, 2004. ISBN 9780761927617. <http://books.google.com.br/books?id=Wwu4W_aO8oAC>.

JOHNSTONE, S. J.; BLACKMAN, R.; BRUGGEMANN, J. M. Eeg from a single-channel dry-sensor recording device. *Clinical EEG and Neuroscience*, SAGE Publications, v. 43, n. 2, p. 112–120, 2012.

- KANDEL, E.; SCHWARTZ, J.; JESSELL, T. *Principles of Neural Science, Fourth Edition*. McGraw-Hill Companies, Incorporated, 2000. ISBN 9780838577011. <<http://books.google.com.br/books?id=yzEFK7Xc87YC>>.
- KASTRUP, V. A apredizagem da atenção na cognição inventiva. *Psicologia e Sociedade*, scielo, v. 16, p. 7 – 16, 12 2004. ISSN 0102-7182. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-71822004000300002&nrm=iso>.
- KO, K.-E.; YANG, H.-C.; SIM, K.-B. Emotion recognition using eeg signals with relative power values and bayesian network. *International Journal of Control, Automation and Systems*, Institute of Control, Robotics and Systems and The Korean Institute of Electrical Engineers, v. 7, n. 5, p. 865–870, 2009. ISSN 1598-6446. <<http://dx.doi.org/10.1007/s12555-009-0521-0>>.
- KOHONEN, T. Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, v. 43, n. 1, p. 59–69, 1982. Cited By (since 1996)2429. <<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00337288>>.
- KOHONEN, T.; HONKELA, T. Kohonen network. v. 2, n. 1, p. 1568, 2007.
- KUNCHEVA, L. et al. Multi-modal biometric emotion recognition using classifier ensembles. In: MEHROTRA, K. et al. (Ed.). *Modern Approaches in Applied Intelligence*. Springer Berlin Heidelberg, 2011, (Lecture Notes in Computer Science, v. 6703). p. 317–326. ISBN 978-3-642-21821-7. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-21822-4_32>.
- LADEWIG, I. A importância da atenção na aprendizagem de habilidades motoras / the importance of attention in motor skill learning. *Revista paulista de educação física*, v. 3, p. 62–71, 2000.
- LANDAU, A. N. et al. Different effects of voluntary and involuntary attention on eeg activity in the gamma band. *The Journal of Neuroscience*, v. 44, n. 27, p. 11986–11990, October 2007.
- LARSEN, E. A. *Classification of EEG Signals in a Brain-Computer Interface System*. Dissertação (Mestrado) — Norwegian University of Science and Technology, 2011. <http://daim.idi.ntnu.no/masteroppgaver/006/6288/masteroppgave.pdf>.

MAKI, Y. et al. Estimating subjective assessments using a simple biosignal sensor. In: *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2012 IEEE International Conference on*. [S.l.], 2012. p. 1–6. ISSN 1098-7584. <<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6299300>>.

MARCHETTI, R. L.; CARVALHO, V. B. de. Consciência e atenção. In: _____. *Clínica Psiquiátrica*. [S.l.]: Miguel, Euripedes C. and Gentil, Valentim and Gattaz, Wagner F., 2011. p. 451–468.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas; amostras e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados*. Atlas, 2008. ISBN 9788522451524. <<http://books.google.com.br/books?id=15OIPgAACAAJ>>.

MAYER, R. E.; MORENO, R. Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, v. 38, n. 1, 2003.

MAZZIOTTA, J. C. Mapping human brain activity in vivo. *Western journal of medicine*, BMJ Group, v. 161, n. 3, p. 273, 1994.

MCGREAL, R. *Online Education Using Learning Objects*. Taylor & Francis, 2004. (Open and Flexible Learning Series). ISBN 9780203416082. <<http://books.google.com.br/books?id=uGNm9xZZJ8kC>>.

MELO, S. R. de; GONÇALVES, L. A. A base biológica da atenção. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, v. 13, n. 1, 2009. <<http://revistas.unipar.br/saude/article/view/2800>>.

MIRANDA, R. M. d. *GROA: um gerenciador de repositórios de objetos de aprendizagem*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Informática. Programa de Pós-Graduação em Computação., 2004. <http://hdl.handle.net/10183/4120>.

NETO, C. Z. de C. *Educação digital: paradigmas, tecnologias e complexmedia dedicada à gestão do conhecimento*. Tese (tese) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento., 2011.

NEUROSKY. *NeuroSky's eSense Meters and Detection of Mental State*. [S.l.], 2009. http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=thinkgear_communications_protocol.

- NEUROSKY. *MindSet Communications Protocol*. [S.l.], 2010. http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=thinkgear_communications_protocol.
- NEUROSKY. *Neurosky Mindwave Mobile*. 2014. <<http://store.neurosky.com/products/mindwave-mobile>>. Acessado em 11/01/2014.
- NIELSEN, J. Heuristic evaluation. *Usability inspection methods*, v. 17, n. 1, p. 25–62, 1994.
- PATSI, G. et al. Evaluation of attention levels in a tetris game using a brain computer interface. In: *User Modeling, Adaptation, and Personalization*. [S.l.]: Springer, 2013. p. 127–138.
- PEREIRA, A. T. C. *Forma Fractal*. Janeiro 2014. <http://wright.ava.ufsc.br/~alice/hiperlivros/Forma_Fractal_html1342098574%20Folder/scos/navpaths/indexnavpath1.html>. Acessado em 10 jan. 2014.
- PEREIRA, A. T. C. *Forma Fractal*. Janeiro 2014. <http://wright.ava.ufsc.br/~alice/hiperlivros/Forma_Fractal_html1342098574%20Folder/scos/navpaths/indexnavpath1.html>. Acessado em 10 jan. 2014.
- PEREIRA, A. T. C. *Fundamentos da Forma*. Janeiro 2014. <<http://wright.ava.ufsc.br/~alice/hiperlivros/fundamentos%20da%20forma21-06/scos/navpaths/indexnavpath1.html>>. Acessado em 10 jan. 2014.
- PEREIRA, A. T. C. Hypermedia for education -an analysis of the information design and educational approaches-. *Estudos em Design*, 2014.
- PETERSEN, S. E.; POSNER, M. I. The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual review of neuroscience*, NIH Public Access, v. 35, p. 73, 2012.
- PPGEGC, P.-G. em Engenharia e Gestão de C. *Linhas de Pesquisa*. 2014. Acessado em 01/09/2014. <<http://www.egc.ufsc.br/index.php/pt/pesquisas/linhas-de-pesquisa>>.
- RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. *Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática*, Atlas São Paulo, v. 3, p. 76–97, 2003.

RAY, W.; COLE, H. Eeg alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science*, v. 228, n. 4700, p. 750–752, 1985. <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0021839919&partnerID=40&md5=351ac27f14f7bb5452298cbaab23aadb>>.

REBOLLEDO-MENDEZ, G. et al. Assessing neurosky's usability to detect attention levels in an assessment exercise. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Human-Computer Interaction. Part I: New Trends*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. p. 149–158. ISBN 978-3-642-02573-0. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02574-7_17>.

RONCARELLI, D. *ÁGORA: concepção e organização de uma taxionomia para análise e avaliação de objetos digitais de ensino-aprendizagem*. Tese (tese) — Pós-graduação em Eng. e Gestão do Conhecimento - Universidade Federal de Santa Catarina - PPGCC - UFSC, 2012. <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEGC0252-T.pdf>>.

RULEQUEST, R. *Data Mining Tools See5 and C5.0*. Janeiro 2014. <<http://www.rulequest.com/see5-info.html>>. Acessado em 10 jan. 2014.

SALLA, F. *Neurociência: como ela ajuda a entender a aprendizagem*. 2012. <<http://revistaescola.abril.com.br/gestao-escolar/neurociencia-como-ela-ajuda-entender-aprendizagem-691867.shtml?page=3>>.

SHASHANK., S.; CHAKKA, P.; KUMAR, D. A systematic literature survey of integration testing in component-based software engineering. In: *Proceedings of 2010 International Conference on Computer and Communication Technology*. [s.n.], 2010. p. 562–568. <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78650551070&partnerID=40&md5=dda1fe1bc1ff697d9e9558ad34325e53>>.

SILVA, J. M. C. da. *Desenvolvimento de um framework para objetos inteligentes de aprendizagem aderente a um modelo de referência para construção de conteúdos de aprendizagem*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação., 2007. <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PGCC0814-D.pdf>>.

SOSTERIC, M.; HESEMEIER, S. When is a learning object not an object: A first step towards a theory of learning

objects. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, v. 3, n. 2, 2002. ISSN 1492-3831. <<http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/106>>.

TALLON-BAUDRY, C. et al. Attention modulates gamma-band oscillations differently in the human lateral occipital cortex and fusiform gyrus. *Cerebral Cortex*, v. 15, n. 5, p. 654–62, Setember 2005. Doi:10.1093/cercor/bhh167.

THAGARD, P. Cognitive science. In: ZALTA, E. N. (Ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Fall 2012. [S.l.: s.n.], 2012.

TSIANOS, N. et al. Working memory differences in e-learning environments: Optimization of learners' performance through personalization. In: HOUBEN, G.-J. et al. (Ed.). *User Modeling, Adaptation, and Personalization*. Springer Berlin / Heidelberg, 2009, (Lecture Notes in Computer Science, v. 5535). p. 385–390. ISBN 978-3-642-02246-3. 10.1007/978-3-642-02247-0_41. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02247-0_41>.

TSIANOS, N. et al. Working memory span and e-learning: the effect of personalization techniques on learners' performance. In: *Proceedings of the 18th international conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. (UMAP'10), p. 64–74. ISBN 3-642-13469-6, 978-3-642-13469-2. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-13470-8_8>.

VARELA, F. et al. *A mente incorporada*. Artmed, 2003. ISBN 9788573074956. <<http://books.google.com.br/books?id=rhJJAAAACAAJ>>.

VFX, P. *Tutorial Adobe Premiere Portugues - Criando Legenda Animada*. Janeiro 2014. <<https://www.youtube.com/watch?v=XTJQrG26SbE>>. Acessado em 10 jan. 2014.

VIAN, J. *Sistema multiagente para indexação e recuperação aplicado a objetos de aprendizagem*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação., 2010. <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PGCC0907-D.pdf>>.

VICARI, R. M. et al. *Padrão para Metadados de Objetos de Aprendizagem Multiplataforma*. [S.l.], 2009. <http://www.portalobaa.org/padrao-obao/relatorios-tecnicos/relatorio-final-proposta-obao-finep/RT-OBAA-01.pdf/view>.

VIDAL, J. R. et al. Visual grouping and the focusing of attention induce gamma-band oscillations at different frequencies in human magnetoencephalogram signals. *Journal of Cognitive Neuroscience*, v. 18, n. 11, p. 1850–1862, October 2006. Doi:10.1162/jocn.2006.18.11.1850.

VIGOTSKY, L. *Formacao Social Da Mente*, a. Martins Fontes, 2007. (Psicologia e pedagogia). ISBN 9788533622647. <<http://books.google.com.br/books?id=ukbkPgAACAAJ>>.

W3C, W. W. W. C. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 - W3C Recommendation - Contrast Ratio*. Dec. 2011. <<http://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/#contrast-ratiodef>>. Acessado em 10 jul. 2014.

WACHTLER, J.; EBNER, M. Attention profiling algorithm for video-based lectures. In: ZAPHIRIS, P.; IOANNOU, A. (Ed.). *Learning and Collaboration Technologies. Designing and Developing Novel Learning Experiences*. Springer International Publishing, 2014, (Lecture Notes in Computer Science, v. 8523). p. 358–367. ISBN 978-3-319-07481-8. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-07482-5_34>.

WEISSTEIN, E. W. *Root-Mean-Square*.: From mathworld–a wolfram web resource. 2014. Acessado em 29/05/2014. <<http://mathworld.wolfram.com/Root-Mean-Square.html>>.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*, 2000. <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>.

**APÊNDICE A – Revisão Sistemática de Referências
Bibliográficas**

A fundamentação teórica deste trabalho é baseada na revisão sistemática dos assuntos relacionados.

O método de pesquisa utilizado é baseado nas recomendações para revisão sistemática propostas em Goldenberg, Guimarães e Castro (2010) Cochrane (2012) Shashank., Chakka e Kumar (2010).

O processo de revisão sistemática é definido como uma revisão da literatura com uma trajetória rastreável que minimize a influência da formação do pesquisador na escolha da literatura utilizada. A revisão sistemática é fundamentalmente baseada em um método formalizado para a seleção das referências de uma pesquisa (GOLDENBERG; GUIMARÃES; CASTRO, 2010).

A.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

O método utilizado nesta revisão sistemática baseia-se em uma adaptação dos métodos apresentados em Braga e Ulbricht (2011) e Shashank., Chakka e Kumar (2010), desta forma, consiste em pesquisa quantitativa sem meta-análise. O protocolo de uma revisão sistemática é a definição dos passos ou etapas que compreendem o método. O protocolo utilizado nesta revisão sistemática pode ser definido por:

1. Definição da questão de pesquisa por meio de busca prévia para a obtenção de referências básicas e conceitos do domínio;
2. Identificação e determinação das palavras-chaves baseadas na questão de pesquisa;
3. Identificação e determinação das bases de dados de busca;
4. Determinação da estratégia de busca;
5. Seleção da amostra;
6. Determinação de critérios de exclusão e inclusão;
7. Execução da Revisão;
8. Compilação e análise de Resultados;

A.1.1 Problema de Pesquisa da Revisão Sistemática de Referências Bibliográficas

Esta revisão sistemática se baseia na questão de pesquisa: “Qual o estado da arte dos trabalhos que relacionam a *Atenção* do aluno, do

ponto de vista cognitivo, com a construção de Objetos de Ensino e Aprendizagem”.

A.1.2 Conceitos de Atenção

A busca prévia por referências relativas a *Atenção* foi executada por meio do sitio de busca Google, e consulta a referências de cada área envolvida. O resultado desta busca pode ser representado pelos trabalhos:

- “Consciência e Atenção” (MARCHETTI; CARVALHO, 2011);
- “A construção da *Atenção* a partir da memória” (HELENE; XAVIER, 2003);
- “Curso de Psicopatologia: *Atenção* e Memória” (BALLONE; MOURA, 2008);
- “Neuropsychiatric aspects of disorders of attention” (COHEN; SALLOWAY; SWEET, 2008);
- “A Importância da *Atenção* na aprendizagem de habilidades motoras” (LADEWIG, 2000);

O trabalho de Cohen, Salloway e Sweet (2008) define *Atenção* como:

“O termo *Atenção* faz referência a parte do aparato cognitivo que proporciona ao indivíduo se focar em características selecionadas dos estímulos sensoriais ou ideias enquanto mantém distrações em potencial afastadas.”

Em Marchetti e Carvalho (2011) é apresentada uma revisão sobre o tema e a relação entre *Atenção* e consciência, relação também explorada em Ballone e Moura (2008) e Helene e Xavier (2003).

Nos trabalhos de Cohen, Salloway e Sweet (2008), Helene e Xavier (2003) e Ladewig (2000) é abordada a relação existente entre aprendizagem, *Atenção* e memória.

A.1.2.1 Termos e Palavras Chaves

O conjunto de palavras chave presentes nos trabalhos oriundos da busca prévia é definido por: $P_{ChavesAtencao} = Atenção, Memória,$

Estágios da aprendizagem, Modularidade funcional, Sistema atencional supervisor, Memória operacional, Memória explícita, Memória implícita, Transtorno de Atenção, Consciência, Estados de Consciência, Estratégias cognitivas.

Com base neste conjunto de palavras chave é possível definir os termos de pesquisa a serem utilizados na revisão sistemática, com relação ao tópico atenção, como: $P_{Atencao} = \{Atenção, Consciência, Memória\}$ ou em inglês: $P_{Attention} = \{Attention, Consciousness, Memory\}$.

A.1.3 Conceitos de Objetos de Ensino e Aprendizagem

No escopo deste trabalho pretende-se executar a revisão sistemática de assuntos relacionados aos objetos de Ensino e Aprendizagem em Braga e Ulbricht (2011) é apresentada uma revisão sistemática que aborda estes conceitos em conjunto com os contextos de Realidade Aumentada e Teorias Cognitivas.

Em Braga e Ulbricht (2011) os grupos de palavras chaves definidos são: Realidade Aumentada, Revisão Sistemática, Aprendizagem Online, Objetos de Aprendizagem, Design de Interação e Teorias Cognitivas.

Destes grupos, “Aprendizagem Online” e “Objetos de Aprendizagem” são os que apresentam relação direta com os conceitos de Hipermedia Educacional.

A.1.3.1 Termos e Palavras Chaves

No trabalho de Braga e Ulbricht (2011) as palavras e termos, em inglês, relacionados aos grupos “Aprendizagem Online” e “Objetos de Aprendizagem” são:

$P_{OnlineEducation} = \{ \text{Online Education, Education and Technology, Web-based Education, Internet in Education, Online learning, Eletronic Learning, Distance Learning, E-Learning, Web-based Instruction, Online teaching, Online courses, Online traning, Online study, Pedagogy, Educational Aids, Courseware} \}$

$P_{LearningObjects} = \{ \text{Learning Objects, Educational Media, Intructi-onal Material, Didactic Material, Knowledge Object, online learning materials, Multimedia Sistem in education, reusability, Scorm, Digital didactic contents} \}$

Neste trabalho o conceito de hipermídia educacional utilizado integra aspectos da aprendizagem online e de objetos de aprendizagem, logo como conjunto de palavras chave para a revisão sistemática será utilizado a união dos conjuntos apresentados em Braga e Ulbricht (2011) e definido por $P_{Hipermedia} = P_{Aprendizagem Online} \cup P_{Objetos de Aprendizagem}$ mais a inclusão de palavras chave diretamente relacionadas ao assunto: *Educational Hypermedia*, *Educational Interactive Multimedia*, *Educational Multimedia*.

A.1.4 Bases de Dados e Estratégia de Busca

As bases de dados utilizadas para a busca foram definidas em relação as bases indicados pelo Portal de Periódicos da Capes nas área do conhecimento: Multidisciplinares, Ciências da Saúde, Ciências Exatas e da Terra, Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Humanas.

A tabela 12 apresenta as bases de dados indicadas no Portal de Periódicos da Capes e as Áreas de conhecimento relacionadas.

No conjunto de bases de dados foi executada a pesquisa e levada em consideração a seguinte regra como critério de inclusão para cada base da tabela 12:

$$Pesquisa(\forall P_{Attention}) \neq \emptyset \quad (A.1)$$

Ou seja, o conjunto de resultados de todas as pesquisas possíveis, contendo no mínimo uma palavra chave do conjunto $P_{Attention}$ deve ser diferente do conjunto vazio para que a base pesquisada seja considerada parte desta revisão sistemática.

A tabela 13 apresenta o resultado da aplicação do critério representado na equação A.1 nas bases de dados da tabela 12.

Das bases da tabela 13 as bases *Mary Ann Liebert*¹ e *Annual Reviews*² apresentaram baixo número de publicações em relação as outras bases. Estas bases também possuem seu foco principal em ciência da saúde e o mecanismo de busca presente dos respectivos sítios mostrou-se ineficiente para os propósitos deste trabalho. Desta forma, estas bases foram excluídas das pesquisas.

A estratégia de busca utilizada pode ser definida pela equação A.2:

¹<http://www.atypon.com>

²<http://www.annualreviews.org>

Tabela 12 – Bases de Dados recomendados pela Capes por Área

| | Multidisciplinares | Ciën. da Saúde | Ciën. Exatas e da Terra | Engenharias | Ciën. Sociais Aplicadas | Ciën. Humanas |
|---|--------------------|----------------|-------------------------|-------------|-------------------------|---------------|
| Academic Search Premier - ASP | x | | | | x | x |
| ACM Digital Library | | | | x | | |
| ACS Journals Search | | | x | x | | |
| AIP Scitation - American Institute of Physics | | | x | | | |
| Annual Reviews | | x | x | | | |
| Cambridge Journals Online | x | | | | x | x |
| Dentistry and Oral Sciences Source | | x | | | | |
| Emerald Fulltext (Emerald) | | | | x | x | |
| Highwire Press | x | x | | | | |
| IEEE Xplore | | | | x | | |
| IOPscience (Institute of Physics - IOP) | | | x | x | | |
| JAMA & Archives Journals | | x | | | | |
| Journals@Ovid | | x | | | | |
| JSTOR Arts & Sciences Ill Collection | | | | | x | x |
| Mary Ann Liebert (Atypon) | | x | | | | |
| Nature (NPG) | x | x | x | x | | |
| OECD " iLibrary | | | | | x | |
| Oxford Journals (Oxford University Press) | x | x | x | | x | x |
| Project Muse | | | | | x | x |
| PsycArticles (APA) | | | | | | x |
| Royal Society of Chemistry | | | x | x | | |
| SAGE Journals Online | | | | | x | x |
| SciELO.ORG | x | | | | | |
| Science (AAAS) | x | x | x | x | | |
| ScienceDirect (Elsevier) | x | | x | x | x | |
| SocINDEX with Full Text (EBSCO) | | | | | | x |
| SpringerLink (MetaPress) | x | x | x | x | x | x |
| Wiley Online Library | x | x | x | x | x | x |

$$PesquisaTitulo(\forall P_{Attention} \wedge \forall P_{Hipermedia}) \quad (A.2)$$

Tabela 13 – Bases de Dados relevantes e total de publicações obtidas

| | Multidisciplinares | Ciências da Saúde | Ciências Exatas e da Terra | Engenharias | Ciências Sociais Aplicadas | Ciências Humanas | Total de Resultados |
|---------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|------------------|---------------------|
| ScienceDirect (Elsevier) | x | | x | x | x | | 37887 |
| ACM Digital Library | | | | x | | | 17229 |
| IEEE Xplore | | | | x | | | 1374 |
| SpringerLink (MetaPress) | x | x | x | x | x | x | 1223 |
| Mary Ann Liebert (Atypon) | | x | | | | | 150 |
| Annual Reviews | | x | x | | | | 48 |

A equação A.2 representa a pesquisa cujo o retorno é composto pelos trabalhos que contenham no mínimo uma palavra chave do conjunto $P_{Attention}$ e uma do conjunto $P_{Hipermedia}$ no título.

A.1.5 Resultados das Buscas

Os resultados completos, bem como os comandos de busca de cada mecanismo utilizado estão descritos no apêndice B deste trabalho.

O número de palavras chaves utilizados representa um problema para a execução das pesquisas. Devido ao tamanho dos argumentos utilizados os mecanismos de busca se mostraram incapazes, por limitações técnicas, de realizar as busca de uma única vez. Desta forma, as pesquisas foram realizadas em três ou mais etapas de acordo com o mecanismo utilizado. As palavras chaves do conjunto $P_{Hypermedia}$ foram separadas e buscas contende cada Subconjunto foram executadas. Ao final as repetições foram removidas.

A.1.5.1 Busca em ScienceDirect

Representação da Busca Executada:

(TITLE(Attention) or TITLE(Consciousness))

or TITLE(Memory))
 and
 (TITLE("Online Education") or ... or
 TITLE("Digital didactic contents"))

Resultados: 5

Autor(es):Selçuk Özdemir

Título:“To err is human, but to persist is diabolical”: Loss of organizational memory and e-learning projects³

Publicação: Computers Education, Volume 55, Issue 1, August 2010, Pages 101-108, ISSN 0360-1315, 10.1016/j.compedu.2009.12.007.

Outros Dados:Palavras Chave: Country-specific developments; Elementary education; Media in education; Secondary education

Autor(es):Ali Borji, Majid Nili Ahmadabadi, Babak Nadjar Araabi, Mandana Hamidi

Título:Online learning of task-driven object-based visual attention control⁴

Publicação: Image and Vision Computing, Volume 28, Issue 7, July 2010, Pages 1130-1145, ISSN 0262-8856, 10.1016/j.imavis.2009.10.006.

Outros Dados:Palavras Chave: Task-driven attention; Object-based attention; Top-down attention; Saliency-based model; Reinforcement learning; State space discretization

Autor(es):Hyunhee Kim, Sungjun Youn, Jihong Kim

Título:Reusability-aware cache memory sharing for chip multiprocessors with private L2 caches⁵

Publicação: Journal of Systems Architecture, Volume 55, Issues 10-12, October-December 2009, Pages 446-456, ISSN 1383-7621, 10.1016 / j.sysarc.2009.09.003.

Outros Dados:Keywords: CMPs; Private L2 Cache; Reusability; Cache management

Autor(es):Stephan Kirstein, Heiko Wersing, Edgar Körner

Título:A biologically motivated visual memory architecture for online learning of objects⁶

Publicação: Neural Networks, Volume 21, Issue 1, January 2008, Pages 65-77, ISSN 0893-6080, 10.1016/j.neunet.2007.10.005.

Outros Dados:Keywords: Learning vector quantization; Incremental and life-long learning; Stability-plasticity dilemma; Hierarchical feature extraction

Autor(es):Kristine Blair, Cheryl Hoy

Título:Paying attention to adult learners online: The pedagogy and politics of community⁷

³<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013150900342X>

⁴<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0262885609002224>

⁵<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383762109000599>

⁶<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0893608007002043>

⁷<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S8755461505000824>

Publicação: Computers and Composition, Volume 23, Issue 1, 2006, Pages 32-48, ISSN 8755-4615, 10.1016/j.compcom.2005.12.006.

Outros Dados: Keywords: Academic labor; Adult education; Faculty workload; On-line learning; Portfolio assessment; Prior learning assessment

A.1.5.2 Busca em ACM Digital Library

Representação da Busca Executada:

```
((Title:Attention or Title:Consciousness or Title:Memory) )
      and
      (Title:"Online Education" or ... or
      Title:"Digital didactic contents"))
```

Resultados: 2

Autor(es): Jack P. Krichen

Título: Evolving online learning: can attention to learning styles make it more personal?⁸

Publicação: October 2009 - SIGITE '09: Proceedings of the 10th ACM conference on SIG-information technology education, ISBN: 978-1-60558-765-3 DOI: 10.1145 / 1631728.1631733

Autor(es): Karim Filali, Jeff Bilmes

Título: A dynamic Bayesian framework to model context and memory in edit distance learning: an application to pronunciation classification⁹

Publicação: June 2005 - ACL '05: Proceedings of the 43rd Annual Meeting on Association for Computational Linguistics, DOI: 10.3115 / 1219840.1219882

A.1.5.3 Busca em IEEE Xplorer

Representação da Busca Executada:

```
((
("Document Title":Attention)OR("Document Title":Consciousness)
      OR ("Document Title":Memory) )
      AND
      (("Document Title": "Online Education") OR
      ...
      OR ("Document Title": "Digital didactic contents")
))
```

⁸<http://www.citeulike.org/user/wahlstrom/article/6848807>

⁹<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.143.4361>

Resultados: 5

Autor(es):Chenlei Guo; Liming Zhang

Título:An Attention Selection Model with Visual Memory and Online Learning¹⁰

Publicação: Neural Networks, 2007. IJCNN 2007. International Joint Conference on , vol., no., pp.1295-1301, 12-17 Aug. 2007, doi:10.1109 / IJCNN.2007.4371145

Autor(es):Sudo, A.; Sato, A.; Hasegawa, O.

Título:Associative Memory for Online Learning in Noisy Environments Using Self-Organizing Incremental Neural Network¹¹

Publicação: Neural Networks, IEEE Transactions on , vol.20, no.6, pp.964-972, June 2009, doi: 10.1109/TNN.2009.2014374

Autor(es):Juyang Weng; Luciw, M.

Título:Online learning for attention, recognition, and tracking by a single developmental framework¹²

Publicação: Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2010 IEEE Computer Society Conference on , vol., no., pp.7-14, 13-18 June 2010, doi: 10.1109/CVPRW.2010.5543874

Autor(es):Zouaq, A.; Nkambou, R.

Título:Enhancing Learning Objects with an Ontology-Based Memory¹³

Publicação: Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on , vol.21, no.6, pp.881-893, June 2009, doi: 10.1109/TKDE.2009.49

Autor(es):Sungjune Youn; Hyunhee Kim; Jihong Kim

Título:A reusability-aware cache memory sharing technique for high - performance low-power CMPs with private L2 caches¹⁴

Publicação: Low Power Electronics and Design (ISLPED), 2007 ACM/IEEE International Symposium on , vol., no., pp.56-61, 27-29 Aug. 2007 doi: 10.1145/1283780.1283793

A.1.5.4 Springer Link

Representação da Busca Executada:

¹⁰<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4371145&isnumber=4370891>

¹¹<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4840492&isnumber=5062541>

¹²<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5543874&isnumber=5543135>

¹³<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4785465&isnumber=4840270>

¹⁴<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5514263&isnumber=5514251>

```
((ti:(Attention) or ti:(Consciousness) or ti:(Memory))
    and
    (ti:("Online Education") or ... or
    ti:("Digital didactic contents")) )
```

Resultados: 8

Autor(es):Akila Sarirete, Azeddine Chikh, Elizabeth Noble

Título:Capitalizing Knowledge in Communities of Practice of e-Learning: Ontology-Based Community Memory¹⁵

Publicação: Springer Berlin Heidelberg DOI: 10.1007/978-3-642-04757-2_17

Autor(es):Abbie Brown, Tim Green

Título:Issues and Trends in Instructional Technology: Lean Times, Shifts in Online Learning, and Increased Attention to Mobile Devices¹⁶

Publicação: Springer New York DOI:10.1007/978-1-4614-1305-9_6

Autor(es):Shuqing Zeng, Juyang Weng

Título:Online-learning and Attention-based Approach to Obstacle Avoidance Using a Range Finder¹⁷

Publicação: Springer Netherlands DOI: 10.1007/s10846-007-9162-9

Autor(es):Kai Li, Yurie Iribe

Título:Promoting Learning Attention with Gaze Tracking Integrated e-Learning Contents¹⁸

Publicação: Springer Berlin / Heidelberg DOI: 10.1007/978-3-642-15384-6_19

Autor(es):Ayala, Christopher; Borawski, Steven; Miller, Jonathon

Título:Replication and Pedagogy in the History of Psychology V: The Metronome and Wilhelm Wundt's Search for the Components of Consciousness¹⁹

Publicação: Springer Netherlands DOI: 10.1007/s11191-007-9107-5

Autor(es):Sriraman, Bharath; Knott, Libby

Título:The Mathematics of Estimation: Possibilities for Interdisciplinary Pedagogy and Social Consciousness²⁰

Publicação: Springer Netherlands DOI: 10.1007/s10780-009-9090-7

Autor(es):Nikos Tsianos, Panagiotis Germanakos, Zacharias Lekkas, Costas Mourlas, George Samaras, Mario Belk

¹⁵<http://www.springerlink.com/content/XX757H71Q8N78037>

¹⁶<http://www.springerlink.com/content/HL84307018838110>

¹⁷<http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&volume=50&issue=3&spage=219&issn=0921-0296>

¹⁸<http://www.springerlink.com/content/OK318N7M61K2P25H>

¹⁹<http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&volume=17&issue=5&spage=525&issn=0926-7220>

²⁰<http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&volume=40&issue=2&spage=205&issn=0826-4805>

Título: Working Memory Differences in E-Learning Environments: Optimization of Learners' Performance through Personalization²¹

Publicação: Springer Berlin / Heidelberg DOI: 10.1007/978-3-642-02247-0_41

Autor(es): Nikos Tsianos, Panagiotis Germanakos, Zacharias Lekkas, Costas Mourlas, George Samaras

Título: Working Memory Span and E-Learning: The Effect of Personalization Techniques on Learners' Performance²²

Publicação: Springer Berlin / Heidelberg DOI: 10.1007/978-3-642-13470-8_8

A.1.6 Publicações Selecionadas

Nem todas as publicações obtidas nas pesquisas fazem parte do escopo deste trabalho. As publicações julgadas relevantes são:

- **Working Memory Differences in E-Learning Environments: Optimization of Learners' Performance through Personalization**²³ Springer Berlin / Heidelberg (TSIANOS et al., 2009)
- **Working Memory Span and E-Learning: The Effect of Personalization Techniques on Learners' Performance**²⁴ Springer Berlin / Heidelberg (TSIANOS et al., 2010)

A.2 PESQUISA INTEGRATIVA

Com a finalidade de evitar qualquer vieses na realização desta revisão foram incluídos os resultados de uma pesquisa com uso do mecanismo de busca Google²⁵. Na pesquisa a exemplo de Braga e Ulbricht (2011) foram considerados arquivos PDF contendo os termos análogos aos pesquisados nas bases de dados.

A pesquisa foi executada em três etapas devido a limitações da ferramenta:

Primeira Busca: filetype:pdf (intitle : "Online Education"| intitle : "Education and Technology"| intitle : "Web-based Education"| intitle : "Internet in Education"| intitle : "Online learning"| intitle : "Electronic Learning"| intitle : "Distance Learning"| intitle : "E-Learning"|

²¹<http://www.springerlink.com/content/2MLH065175354Q85>

²²<http://www.springerlink.com/content/Q19N39M03XG86704>

²³<http://www.springerlink.com/content/2MLH065175354Q85>

²⁴<http://www.springerlink.com/content/Q19N39M03XG86704>

²⁵<http://www.google.com.br>

intitle : "Web-based Instruction")(intitle : Attention | intitle : Consciousness | intitle : Memory) -site: www.springerlink.com -site: springerlink3.metapress.com -site: www.scopus.com -site: portal.acm.org -site: ieeexplore.ieee.org -site: www.sciencedirect.com

Segunda Busca: filetype:pdf (intitle : "Online teaching" | intitle : "Online courses" | intitle : "Online training" | intitle : "Online study" | intitle : "Pedagogy" | intitle : "Educational Aids" | intitle : "Courseware" | intitle : "Learning Objects" | intitle : "Educational Media" | intitle : "Instructional Material")(intitle : Attention | intitle : Consciousness | intitle : Memory) -site: www.springerlink.com -site: springerlink3.metapress.com -site: www.scopus.com -site: portal.acm.org -site: ieeexplore.ieee.org -site: www.sciencedirect.com

Terceira Busca: filetype:pdf (intitle : "Didactic Material" | intitle : "Knowledge Object" | intitle : "online learning materials" | intitle : "Multimedia Sistem in education" | intitle: "reusability" | intitle : "Scorm" | intitle : "Digital didactic contents" | intitle: "Educational Hypermedia" | intitle : "Educational Interactive Multimedia" | intitle : "Educational Multimedia")(intitle : Attention | intitle : Consciousness | intitle : Memory) -site: www.springerlink.com -site: springerlink3.metapress.com -site: www.scopus.com -site: portal.acm.org -site: ieeexplore.ieee.org -site: www.sciencedirect.com

Após a execução das pesquisas, remoção de resultados duplicados e não relevantes, foram adicionadas aos resultados relevantes os trabalhos:

Autor(es):Gennaro Costagliola, Mattia De Rosa, Vittorio Fuccella, Nicola Capuano, Pierluigi Ritrovato

Título:A Novel Approach for Attention Management in E-learning Systems.

Publicação: DMS 2010: pg. 222-227

Autor(es):P. Ágh and M. Bieliková

Título:Considering Human Memory Aspects to Adapting in Educational Hypermedia.

Publicação: In Proc. of Workshop on Individual Differences, AH 2004: 3rd Int. Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems. Lora Aroyo and Carlo Tasso (Eds.). The Netherlands, August 2004, pp.107-114

Autor(es):Ebner, Martin and Wachtler, Josef and Holzinger, Andreas

Título:Introducing an Information System for Successful Support of Selective Attention in Online Courses

Publicação: Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services for Quality of Life - Volume 8011 - Lecture Notes in Computer Science - Springer Berlin Heidelberg - ISBN: 978-3-642-39193-4 - DOI: 10.1007/978-3-642-39194-1_18 - 2013

Autor(es):Wachtler, Josef and Ebner, Martin

Título:Attention Profiling Algorithm for Video-Based Lectures

Publicação: Learning and Collaboration Technologies. Designing and Developing Novel Learning Experiences - Volume 8523 - Lecture Notes in Computer Science DOI: 10.1007/978-3-319-07482-5_34 - 2014

Também foram integrados a estes resultados os trabalhos relevantes publicados após a conclusão desta revisão.

A.2.1 Teses e Dissertações

Os critérios de busca apresentados para as pesquisas anteriores foram utilizados também nos seguintes bancos de Teses e Dissertações:

- Banco de Teses da CAPES
- Biblioteca Digital de Teses e Dissertações : BDTD
- Brasil Teses
- Portal Domínio Público

Após remover duplicações e trabalhos não relacionados diretamente, o resultado da busca é a tese de Hodara, Viccari e Axt (2006):

Título: Teoria da relevância, psicologia da *Atenção* e hipermídia adaptativa

Autor: Hodara, Ricardo Holmer **Orientador:** Viccari, Rosa Maria

Co-orientador: Axt, Margarete

Data: 2006

Nível: Doutorado

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias da Educação. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação.

Assunto: Ambiente de aprendizagem Hipermídia Informática na educação Tecnologia educacional

Resumo: Essa tese visa estabelecer correlações empíricas entre os pressupostos da Teoria da Relevância, como formulada através da Linguística, por Sperber & Wilson, e a psicologia cognitiva da *Atenção* corrente, através de um instrumento próprio de navegação em hipermídia e testes psicológicos em sujeitos adultos. O resultado positivo dessas correlações tem consequências para a construção de futuros softwares educacionais, hipermídia adaptativa e sistemas de recuperação inteligente de informação.

Tipo: Tese

URI: <http://hdl.handle.net/10183/23747>

A.2.2 Resultados

Como resultados desta revisão sistemática foram selecionados seis artigos, dois em mecanismos de busca especializados, e quatro por pesquisa integrativa utilizando Google. Além dos artigos, uma tese foi selecionada baseada em pesquisas em bases abertas especializadas.

Os trabalhos selecionados compõem a tabela 14.

A análise dos resultados da tabela14 e suas referências indicou a existência de palavras-chave pertinente omitidas na pesquisa: *Affective*, *Attention Recognition*, *Emotions*, *Emotion-aware*, *Interest level*. A adição destas palavras ao conjunto: $P_{Attention} = \{Attention, Consciousness, Memory\}$ implica na reexecução das pesquisas, resultando nos artigos listados na tabela15.

Tabela 14 – Relação de publicações resultado da revisão sistemática

| Título | Autores | Tipo | Ano |
|--|-----------------------------|-------------|------------|
| Considering Human Memory Aspects to Adapting in Educational Hypermedia | Ágh e Bieliková | Artigo | 2004 |
| Teoria da relevância, psicologia da atenção e hipermedia adaptativa | Hodara, Viccari e Axt | Tese | 2006 |
| Working Memory Differences in E-Learning Environments: Optimization of Learners' Performance through Personalization | Tsianos et al. | Artigo | 2009 |
| Working Memory Span and E-Learning: The Effect of Personalization Techniques on Learners' Performance | Tsianos et al. | Artigo | 2010 |
| A Novel Approach for Attention Management in E-learning Systems | Costagliola et al. | Artigo | 2010 |
| Introducing an Information System for Successful Support of Selective Attention in Online Courses | Ebner, Wachtler e Holzinger | Artigo | 2013 |
| Attention Profiling Algorithm for Video-Based Lectures | Wachtler e Ebner | Artigo | 2014 |

Tabela 15 – Relação final de publicações resultado da revisão sistemática completa

| Título | Autores | Tipo | Ano |
|--|-----------------------------|-------------|------------|
| Considering Human Memory Aspects to Adapting in Educational Hypermedia | Ágh e Bieliková | Artigo | 2004 |
| Teoria da relevância, psicologia da atenção e hipermidia adaptativa | Hodara, Viccari e Axt | Tese | 2006 |
| Working Memory Differences in E-Learning Environments: Optimization of Learners' Performance through Personalization | Tsianos et al. | Artigo | 2009 |
| Working Memory Span and E-Learning: The Effect of Personalization Techniques on Learners' Performance | Tsianos et al. | Artigo | 2010 |
| A Novel Approach for Attention Management in E-learning Systems | Costagliola et al. | Artigo | 2010 |
| Introducing an Information System for Successful Support of Selective Attention in Online Courses | Ebner, Wachtler e Holzinger | Artigo | 2013 |
| Attention Profiling Algorithm for Video-Based Lectures | Wachtler e Ebner | Artigo | 2014 |

**APÊNDICE B – Listagem Completa dos comandos de Busca
utilizados na Revisão Sistemática de Referências
Bibliográficas**

B.1 BUSCAS UTILIZADAS NA REVISÃO SISTEMÁTICA

+++++

B.1.1 Busca ACM

String de busca:

((Title:Attention or Title:Consciousness or Title:Memory))
 and
 (Title:"Online Education"or Title:"Education and Techno-
 logy"or Title:"Web-based Education"or Title:"Internet in
 Education"or Title:"Online learning"or Title:"Eletronic Lear-
 ning"or Title:"Distance Learning"or Title:"E-Learning"and
 Title:"Web-based Instruction"or Title:"Online teaching"or Ti-
 tle:"Online courses"or Title:"Online traning"or Title:"Online
 study"or Title:"Pedagogy"and Title:"Educational Aids"or
 Title:"Courseware"and Title:"Learning Objects"or Ti-
 tle:"Educational Media"or Title:"Intructional Material"or
 Title:"Didactic Material"or Title:"Knowledge Object"or
 Title:"online learning materials"or Title:"Multimedia Sistem
 in education"or Title:"reusability"and Title:"Scorm"and
 Title:"Digital didactic contents") for: (((Title:Attention
 or Title:Consciousness or Title:Memory)) and (Ti-
 tle:"Online Education"or Title:"Education and Techno-
 logy"or Title:"Web-based Education"or Title:"Internet in
 Education"or Title:"Online learning"or Title:"Eletronic Lear-
 ning"or Title:"Distance Learning"or Title:"E-Learning"and
 Title:"Web-based Instruction"or Title:"Online teaching"or Ti-
 tle:"Online courses"or Title:"Online traning"or Title:"Online
 study"or Title:"Pedagogy"and Title:"Educational Aids"or
 Title:"Courseware"and Title:"Learning Objects"or Ti-
 tle:"Educational Media"or Title:"Intructional Material"or
 Title:"Didactic Material"or Title:"Knowledge Object"or
 Title:"online learning materials"or Title:"Multimedia Sistem
 in education"or Title:"reusability"and Title:"Scorm"and
 Title:"Digital didactic contents"))

Resultados: 2

Evolving online learning: can attention to learning styles make it more personal? Jack P. Krichen October 2009 SIGITE '09: Proceedings of the 10th ACM conference on SIG-information technology education

A dynamic Bayesian framework to model context and memory in edit distance learning: an application to pronunciation classification Karim Filali, Jeff Bilmes June 2005 ACL '05: Proceedings of the 43rd Annual Meeting on Association for Computational Linguistics

+++++

B.1.2 Busca ScienceDirect

(TITLE(Attention) or TITLE(Consciousness) or TITLE(Memory)) and (TITLE("Online Education") or TITLE("Education nano technology") or TITLE("Web-based Education") or TITLE("Internet is education") or TITLE("Online learning") or TITLE("electronic learning") or TITLE("Distance Learning") or TITLE("E-Learning") or TITLE("Web-based Instruction") or TITLE("Online teaching") or TITLE("Online courses") or TITLE("Online traning") or TITLE("Online study") or TITLE("Pedagogy") or TITLE("Educational Aids") or TITLE("Courseware") or TITLE("Learning Objects") or TITLE("Educational Media") or TITLE("instructional material") or TITLE("didactic materials") or TITLE("knowledge objects") or TITLE("online learning materials") or TITLE("multimedia system is education") or TITLE("reusability") or TITLE("scorm") or TITLE("Digital didactic contents"))

Resultados: 5

Selçuk Özdemir, “To err is human, but to persist is diabolical”: Loss of organizational memory and e-learning projects, *Computers Education*, Volume 55, Issue 1, August 2010, Pages 101-108, ISSN 0360-1315, 10.1016/j.compedu.2009.12.007. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013150900342X>)

Keywords: Country-specific developments; Elementary education; Media in education; Secondary education

Ali Borji, Majid Nili Ahmadabadi, Babak Nadjar Arabi, Mandana Hamidi, Online learning of task-driven object-based visual attention control, *Image and Vision Computing*, Volume 28, Issue 7, July 2010, Pages 1130-1145, ISSN 0262-8856, 10.1016/j.imavis.2009.10.006. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0262885609002224>)

Keywords: Task-driven attention; Object-based attention; Top-down attention; Saliency-based model; Reinforcement learning; State space discretization

Hyunhee Kim, Sungjun Youn, Jihong Kim, Reusability-aware cache memory sharing for chip multiprocessors with private L2 caches, *Journal of Systems Architecture*, Volume 55, Issues 10-12, October-December 2009, Pages 446-456, ISSN 1383-7621, 10.1016/j.sysarc.2009.09.003. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383762109000599>)

Keywords: CMPs; Private L2 Cache; Reusability; Cache management

Stephan Kirstein, Heiko Wersing, Edgar Körner, A biologically motivated visual memory architecture for online learning of objects, *Neural Networks*, Volume 21, Issue 1, January 2008, Pages 65-77, ISSN 0893-6080, 10.1016/j.neunet.2007.10.005. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0893608007002043>)

Keywords: Learning vector quantization; Incremental and life-long learning; Stability-plasticity dilemma; Hierarchical feature extraction

Kristine Blair, Cheryl Hoy, Paying attention to adult learners online: The pedagogy and politics of community, *Computers and Composition*, Volume 23, Issue 1, 2006, Pages 32-48, ISSN 8755-4615, 10.1016/j.compcom.2005.12.006. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S8755461505000824>)

Keywords: Academic labor; Adult education; Faculty workload; Online learning; Portfolio assessment; Prior learning assessment

+++++

B.1.3 IEEE Xplorer

```
(( ("Document Title":Attention) OR ("Document Title":Consciousness) OR ("Document Title":Memory) )
AND ( ("Document Title": "Online Education") OR
("Document Title": "Education and Technology") OR
("Document Title": "Web-based Education") OR ("Document Title": "Internet in Education") OR ("Document Title": "Online learning") OR ("Document Title": "Eletronic Learning") OR ("Document Title": "Distance Learning") OR ("Document Title": "E-Learning") OR ("Document Title": "Web-based Instruction") OR ("Document Title": "Online teaching") OR ("Document Title": "Online courses") OR ("Document Title": "Online traning") OR ("Document Title": "Online study") OR ("Document Title": "Pedagogy") OR ("Document Title": "Educational Aids") OR ("Document Title": "Courseware") OR ("Document Title": "Learning Objects") OR ("Document Title": "Educational Media") OR ("Document Title": "Intructional Material") OR ("Document Title": "Didactic Material") OR ("Document Title": "Knowledge Object") OR ("Document Title": "online learning materials") OR ("Document Title": "Multimedia Siste
m in education") OR ("Document Title": "reusability") OR ("Document Title": "Scorm") OR ("Document Title": "Digital didactic contents" ) ) )
```

Resultados: 5

Chenlei Guo; Liming Zhang; , "An Attention Selection Model with Visual Memory and Online Learning," Neural Networks, 2007. IJCNN 2007. International Joint Conference on , vol., no., pp.1295-1301, 12-17 Aug. 2007 doi: 10.1109/IJCNN.2007.4371145 URL:<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4371145&isnumber=4370891>

Sudo, A.; Sato, A.; Hasegawa, O.; , "Associative Memory for Online Learning in Noisy Environments Using Self-Organizing Incremental Neural Network," Neural Networks, IEEE Transactions on , vol.20, no.6, pp.964-972, June 2009 doi: 10.1109/TNN.2009.2014374 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4840492&isnumber=5062541>

Juyang Weng; Luciw, M.; , "Online learning for attention, recognition, and tracking by a single developmental framework," Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2010 IEEE Computer Society Conference on , vol., no., pp.7-14, 13-18 June 2010 doi: 10.1109/CVPRW.2010.5543874 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5543874&isnumber=5543135>

Zouaq, A.; Nkambou, R.; , "Enhancing Learning Objects with an Ontology-Based Memory," Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on , vol.21, no.6, pp.881-893, June 2009 doi: 10.1109/TKDE.2009.49 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4785465&isnumber=4840270>

Sungjune Youn; Hyunhee Kim; Jihong Kim; , "A reusability-aware cache memory sharing technique for high-performance low-power CMPs with private L2 caches," Low Power Electronics and Design (ISLPED), 2007 ACM/IEEE International Symposium on , vol., no., pp.56-61, 27-29 Aug. 2007 doi: 10.1145/1283780.1283793 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5514263&isnumber=5514251>

+++++

B.1.4 Busca Springer Link

((ti:(Attention) or ti:(Consciousness) or ti:(Memory)) and (ti:(“Online Education”) or ti:(“Education and Technology”) or ti:(“Web-based Education”) or ti:(“Internet in Education”) or ti:(“Online learning”) or ti:(“Eletronic Learning”) or ti:(“Distance Learning”) or ti:(“E-Learning”) or ti:(“Web-based Instruction”) or ti:(“Online teaching”) or ti:(“Online courses”) or ti:(“Online traning”) or ti:(“Online study”) or ti:(“Pedagogy”) or ti:(“Educational Aids”) or ti:(“Courseware”) or ti:(“Learning Objects”) or ti:(“Educational Media”) or ti:(“Intructional Material”) or ti:(“Didactic Material”) or ti:(“Knowledge Object”) or ti:(“online learning materials”) or ti:(“Multimedia Sistem in education”) or ti:(“reusability”) or ti:(“Scorm”) or ti:(“Digital didactic contents”))))

Resultados: 8

Capitalizing Knowledge in Communities of Practice of e-Learning: Ontology-Based Community Memory **10.1007/978 – 3 – 642 – 04757 – 2₁₇** <http://www.springerlink.com/content/XX757H71Q8N78037>
Springer Berlin Heidelberg 978-3-642-04756-5 978-3-642-04757-2

Issues and Trends in Instructional Technology: Lean Times, Shifts in Online Learning, and Increased Attention to Mobile Devices **10.1007/978 – 1 – 4614 – 1305 – 9₆** <http://www.springerlink.com/content/HL84307018838110> Springer New York 978-1-4614-1304-2 978-1-4614-1305-9

Online-learning and Attention-based Approach to Obstacle Avoidance Using a Range Finder **10.1007/s10846 – 007 – 9162 – 9** <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&volume=50&issue=3&spage=219&issn=0921-0296> Springer Netherlands 0921-0296 1573-0409

Promoting Learning Attention with Gaze Tracking Integrated e-Learning Contents **10.1007/978 – 3 – 642 – 15384 – 6₁₉** <http://www.springerlink.com/content/OK318N7M61K2P25H> Springer Berlin / Heidelberg 978-3-642-15383-9

Replication and Pedagogy in the History of Psychology V: The Metronome and Wilhelm Wundt's Search for the Components of Consciousness **10.1007/s11191 – 007 – 9107 – 5** <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&volume=17&issue=5&spage=525&issn=0926-7220> Springer Netherlands 0926-7220 1573-1901

The Mathematics of Estimation: Possibilities for Interdisciplinary Pedagogy and Social Consciousness **10.1007/s10780 – 009 – 9090 – 7** <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&volume=40&issue=2&spage=205&issn=0826-4805> Springer Netherlands 0826-4805 1573-1790

Working Memory Differences in E-Learning Environments: Optimization of Learners' Performance through Personalization **10.1007/978 – 3 – 642 – 02247 – 041** <http://www.springerlink.com/content/2MLH065175354Q85> Springer Berlin / Heidelberg 978-3-642-02246-3

Working Memory Span and E-Learning: The Effect of Personalization Techniques on Learners' Performance **10.1007/978 – 3 – 642 – 13470 – 88** <http://www.springerlink.com/content/Q19N39M03XG86704> Springer Berlin / Heidelberg 978-3-642-13469-2

APÊNDICE C – Arquivos Matlab Utilizados

Arquivo fonte do Script de Processamento dos dados do teste de
Atenção inicial:

```

1 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
2 % Script que processa os dados dos testes de atenção e cria
   os graficos relacionados
3 % utiliza mtit para as figuras: http://www.mathworks.com/
   matlabcentral/fileexchange/3218-mtit-a-pedestrian-major-
   title-creator/content/mtit.m
4 % Ajustado para os arquivos dos primeiros testes envolvendo
   3 OEAs
5 % Gera os insumos para a rede neural
6 % https://code.google.com/p/bpv-tese/
7
8 function [ scr , rFrac , rFDig , rBina ] = plotaAtencao ()
9     echo on;
   filtro=135; % Valores de Filtro Passa Baixa FFT 15, 60
   ou 135
10    savePNG = false; % Salva PNGs com gráficos
11
12    arquivos = { 'dados-gv-11284024092013.csv'; %Forma Fractal
13                %
14                'dados-bap-11105101102013.csv';
15                'dados-cej-10380101102013.csv';
16                'dados-jd-10493924092013.csv';
17                'dados-nnb-11551224092013.csv';
18                'dados-lsl-12434001102013.csv';
19                'dados-rtp-12081201102013.csv';
20
21                'dados-gv-11361724092013.csv'; %Projeto
   Arquitetonico em Ferramentas Digitais%
22                'dados-bap-11043001102013.csv';
23                'dados-cej-10310501102013.csv';
24                'dados-jd-11070624092013.csv';
25                'dados-nnb-12024524092013.csv';
26                'dados-lsl-12372501102013.csv';
27                'dados-rtp-12020101102013.csv';
28
29                'dados-gv-11423624092013.csv'; %Binaural 1%
30                'dados-bap-11181101102013.csv';
31                'dados-cej-10471901102013.csv';
32                'dados-jd-11150824092013.csv';
33                'dados-nnb-12083824092013.csv';
34                'dados-lsl-12501001102013.csv';
35                'dados-rtp-12185401102013.csv'
36
37                };
38
39    disp('atencao , variancia , desvio , score , sujeito ,
   hipermidia ');
40    numArquivos = tam(arquivos);
41    for i=1:numArquivos

```

```

f = importdata(arquivos{i},',',1);
43 %%Carrega dados para variaveis
atencao = f.data(:,1);
45 meditacao = f.data(:,2);
sinal = f.data(:,3);
47 contador = f.data(:,4);

49 texto = strsplit(f.textdata{1},',');
nome = texto(5);
51 hipermidia = texto(6);

53
%%Plota vetores
55 graf = figure('units','normalized','outerposition'
,[0 0 1 1]);
plotGrafico(contador,atencao,'Atenção RAW',1,false);
57
atencaoValida = vetorValido(atencao, sinal);
59 plotGrafico(contador,atencaoValida,'Atenção Válida'
,2,false);

61 plotGrafico(contador, sinal, 'Ruido de Sinal',3,false)
;

63 %%Remove Nível DC
mediaAtencaoValida = mean(atencaoValida);
65 atencaoSemDc = atencaoValida(:,1) -
mediaAtencaoValida(1);
%%plotGrafico(contador,atencaoSemDc,'Atencao sem
nível DC',4,true);
67 atencaoFiltrada = real(filtrarVetor(atencaoValida,
filtro));
plotGrafico(contador,atencaoFiltrada,sprintf('
Atenção Filtrada[%d]',filtro),4,false);
69

atencaoNormalizada = normalizar(atencaoFiltrada);
71 plotGrafico(contador,atencaoNormalizada,'Atenção
Normalalizada',6,false);

73 meditacaoValida = vetorValido(meditacao, sinal);
mediaMeditacaoValida = mean(meditacaoValida);
75 meditacaoSemDc = meditacaoValida(:,1) -
mediaMeditacaoValida(1);
meditacaoFiltrada = real(filtrarVetor(meditacaoSemDc
, filtro));
77 meditacaoNormalizada = normalizar(meditacaoFiltrada)
;

79 %%Não plota mais dados de meditacao
%%plotGrafico(contador,meditacaoValida,'Meditação
Válida',7,false);
81 %%plotGrafico(contador,meditacaoNormalizada,'

```

```

Meditação Normal.',8,false);

83     mediaAtencao = stat(atencao);
      mediaMeditacao = stat(meditacao);
85     mediaAtencaoFiltrada = stat(atencaoFiltrada);
      mediaMeditacaoFiltrada = stat(meditacaoFiltrada);
87     mediaAtencaoNormalizada = stat(atencaoNormalizada);
      mediaMeditacaoNormalizada = stat(
meditacaoNormalizada);
89     varianciaAtencaoNormalizada=var(atencaoNormalizada);
      varianciaMeditacaoNormalizada=var(
meditacaoNormalizada);
91     desvioAtencaoNormalizada=std(atencaoNormalizada);
      desvioMeditacaoNormalizada=std(meditacaoNormalizada)
;
93     rmsAtencao = rms(atencaoFiltrada);

95
97     score = rmsAtencao/desvioAtencaoNormalizada(1);

      % Media de Meditacao %.2f|%.2f|%.2f'
      mediaMeditacao(1), mediaMeditacaoFiltrada(1),
      mediaMeditacaoNormalizada(1)
99     mtit(sprintf('Teste: %s - Hipermidia: %s \n Media de
      Atencao: %.2f|%.2f|%.2f', nome{1}, hipermidia{1},
      mediaAtencao(1), mediaAtencaoFiltrada(1),
      mediaAtencaoNormalizada(1)));
      disp(sprintf('%.2f, %.2f, %.2f, %.2f, %.2f, %s, %s',
      mediaAtencaoNormalizada(1),
      varianciaAtencaoNormalizada(1), desvioAtencaoNormalizada
      (1), score, rmsAtencao, nome{1}, hipermidia{1}));

101     if i<=7 && i>=1
103         rFrac(i,:)=[mediaAtencaoNormalizada(1)
      varianciaAtencaoNormalizada(1) desvioAtencaoNormalizada
      (1) score rmsAtencao mediaAtencaoValida];
      end

105     if i<=14 && i>=8
107         rFDig(i-7,:)=[mediaAtencaoNormalizada(1)
      varianciaAtencaoNormalizada(1) desvioAtencaoNormalizada
      (1) score rmsAtencao mediaAtencaoValida];
      end

109     if i<=21 && i>=15
111         rBina(i-14,:)=[mediaAtencaoNormalizada(1)
      varianciaAtencaoNormalizada(1) desvioAtencaoNormalizada
      (1) score rmsAtencao mediaAtencaoValida];
      end

113     %r((2*i)-1,:)=[mediaAtencao(1) mediaAtencaoFiltrada
      (1) mediaAtencaoNormalizada(1)];

```

```

115     %r((2*i), :)=[mediaMeditacao(1)
mediaMeditacaoFiltrada(1) mediaMeditacaoNormalizada(1)
];

117

119     if savePNG==true
        filename = strsplit(arquivos{i},'.');
121         fullpath=fullfile('C:', 'Users', 'bpvelloso', '
Google Drive', 'Doutorado', 'dados', sprintf('%s-filtro%d.
png', filename{1}, filtro));
        saveas(graf, fullpath, 'png');
123     end
end
125 rFrac = rFrac';
rFDig = rFDig';
127 rBina = rBina';

129 graf = plotBar(rFrac, sprintf('Forma Fractal - Filtro %d
', filtro));
131 if savePNG==true
        fullpath=fullfile('C:', 'Users', 'bpvelloso', 'Google
Drive', 'Doutorado', 'dados', sprintf('
comparacaoFormaFractal-filtro%d.png', filtro));
133     saveas(graf, fullpath, 'png');
end
135
graf = plotBar(rFDig, sprintf('Fer. Dig. Proj. Arq. -
Filtro %d', filtro));
137 if savePNG==true
        fullpath=fullfile('C:', 'Users', 'bpvelloso', 'Google
Drive', 'Doutorado', 'dados', sprintf('
comparacaoFerDigitais-filtro%d.png', filtro));
139     saveas(graf, fullpath, 'png');
end
141
graf = plotBar(rBina, sprintf('Binaural - Filtro %d',
filtro));
143 if savePNG==true
        fullpath=fullfile('C:', 'Users', 'bpvelloso', 'Google
Drive', 'Doutorado', 'dados', sprintf('
comparacaoBinaural-
filtro%d.png', filtro));
145     saveas(graf, fullpath, 'png');
end
147

149 rFracAj = ajustaFrac(rFrac);
rFDigAj = ajustaFDig(rFDig);
151 rBinaAj = ajustaBina(rBina);

153 figure();

```

```

axis([0 8 0 100]);
155 hold on;
for k=1:7
157     plot(k,rFracAj(1,k),'*r');
        plot(k,rFDigAj(1,k),'+b');
159     plot(k,rBinaAj(1,k),'ok');
end
161 title(sprintf('Média de Atenção Normalizada \n F. Frac
(*) : %.2f - F. Dig.(+) : %.2f - Bin.(o) : %.2f',mean(
rFracAj(1,:), mean(rFDigAj(1,:), mean(rBinaAj(1,:))));

163 figure();
axis([0 8 0 100]);
165 hold on;
for k=1:7
167     plot(k,rFracAj(6,k),'*r');
        plot(k,rFDigAj(6,k),'+b');
169     plot(k,rBinaAj(6,k),'ok');
end
171 title(sprintf('Média de Atenção \n F. Frac(*) : %.2f - F.
Dig.(+) : %.2f - Bin.(o) : %.2f',mean(rFracAj(6,:), mean
(rFDigAj(6,:), mean(rBinaAj(6,:))));

173 figure();
175 axis([0 8 0 5]);
hold on;
177 for k=1:7
        plot(k,rFracAj(4,k),'*r');
179     plot(k,rFDigAj(4,k),'+b');
        plot(k,rBinaAj(4,k),'ok');
181 end
        title(sprintf('Média de Pontuação \n F. Frac(*) : %.2f -
F. Dig.(+) : %.2f - Bin.(o) : %.2f',mean(rFracAj(4,:),
mean(rFDigAj(4,:), mean(rBinaAj(4,:))));
183
185     figure();
axis([-1 11 -10 110]);
187 hold on;
for k=1:7
189     plot(k,rFracAj(5,k),'*r');
        plot(k,rFDigAj(5,k),'+b');
191     plot(k,rBinaAj(5,k),'ok');
end
193 title(sprintf('Raiz Média Quadraticade de Atenção \n F.
Frac(*) : %.2f - F. Dig.(+) : %.2f - Bin.(o) : %.2f',mean(
rFracAj(5,:), mean(rFDigAj(5,:), mean(rBinaAj(5,:))));

195 scr = [rFracAj(4,:) rFDigAj(4,:) rBinaAj(4,:)];
end
197

```

```

function n = ajustaFrac(vet)
199     %erros em 2, 4 e 5
    for i=1:6
201         vet(i,2)=0;
           vet(i,4)=0;
203         vet(i,5)=0;
           media = sum(vet(i,:)) / 4;
205         vet(i,2)=media;
           vet(i,4)=media;
207         vet(i,5)=media;
    end
209     n=vet;
end

211

213 function n = ajustaFDig(vet)
    %erros em 2
215     for i=1:6
           vet(i,2)=0;
217         vet(i,7)=0;
           media = sum(vet(i,:)) / 5;
219         vet(i,2)=media;
           vet(i,7)=media;
221     end
           n=vet;
223 end

225 function n = ajustaBina(vet)
    %erros em 2
227     for i=1:6
           vet(i,1)=0;
229         vet(i,2)=0;
           vet(i,5)=0;
231         media = sum(vet(i,:)) / 4;
           vet(i,1)=media;
233         vet(i,2)=media;
           vet(i,5)=media;
235     end
           n=vet;
237 end

239 function n = normalizar(vet)
           maior = max(vet);
241         menor = min(vet);
           t = tam(vet);
243         n = zeros(t);
           q = 100.0 / (maior(1) - menor(1));
245         for i=1:t
           n(i) = (vet(i)-menor(1))*q;
247         end
           n = n(:,1);
249 end

```

```

251 function plotGrafico(x,y,titulo , indice , neg)
    if neg
253         limites=[0 tam(x) -50 50];
    else
255         limites=[0 tam(x) 0 100];
    end
257     subplot(3, 2, indice);
    plot(x, y);
259     ylabel(titulo); grid; axis(limites);
end

261 function fig=plotBar(dados, titulo)
263     fig = figure('units','normalized','outerposition',[0 0 1
        1]);
    subplot(2, 2, 1);
265     dados1 = removeExtremos(dados(1,:));
    bar(dados1);
267     ylabel(sprintf('Atenção - Média: %.2f',mean(dados(1,:))
        ));

269     subplot(2, 2, 2);
    dados4 = removeExtremos(dados(4,:));
271     bar(dados4);
    ylabel(sprintf('Score - Média: %.2f',mean(dados(4,:))));
273

275     subplot(2, 2, 4);
    dados5 = removeExtremos(dados(5,:));
277     bar(dados5);
    ylabel(sprintf('RMS - Média: %.2f',mean(dados(5,:))));
279

281     subplot(2, 2, 3);
    dados3 = removeExtremos(dados(3,:));
283     bar(dados3);
    ylabel(sprintf('Desvio Padrão - Média: %.2f',mean(dados
        (3,:))));
285

    mtit(titulo);
287 end

289 function r=removeExtremos(v)
    maior = max(v);
291     menor = min(v);
    cont=1;
293     for i=1:tam(v)
        if v(i)<maior
295             if v(i)>menor
                r(cont)=v(i);
297                 cont = cont + 1;
            end
        end
    end
end

```

```

299     end
    end
301
end
303
function retorno = vetorValido(vet, sinal)
305     media = mediaValida(vet, sinal);
    t=tam(vet);
307     retorno = zeros(t);
    for i=1:t
309         if sinal(i)>0
            retorno(i) = media;
311         else
            retorno(i) = vet(i);
313         end
    end
    retorno = retorno(:,1);
end
317
function m = mediaValida(a,s)
319     t=tam(a);
    soma=0;
321     cont=0;

    for i=1:t
323         if s(i)==0
            soma = soma + a(i);
325             cont = cont + 1;
        end
327     end
    m = soma / cont;
329
end
331
function t=tam(x)
333     [m,n]=size(x);
    if m == 1
335         m=n; % caso de um vetor linha
    end
337     t=m;
end
339
function s = filtrarVetor(fa,f)
341     s = filtrarVetorFFT(fa,f);
    %s = filtrarVetorMedia(fa,f);
343
end
345
function s = filtrarVetorMedia(fa,f)
347     t = tam(fa);
    for i=1:t
349         init = 1;
            if i>f

```



```

351         init = i-f;
        end
353     soma=0;
        cont=0;
355     for j=init:i
        soma = soma + fa(j);
357         cont = cont + 1;
        end
359     s(i)=soma/cont;
    end
361 end

363 function s = filtrarVetorFFT(fa, f)
    %Filtra Vetor usando FFT
365     x=fft(fa);
        i=f;
367     m=tam(x);
        rx = (real(x).^2);
369     plotGrafico(1:m,(rx/max(rx))*100,'Espectro de Atenção',
        ,5,false);
        while(i<(m-f))
371             x(i)=x(i)*0.001;
                i=i+1;
373         end
        s=ifft(x);
375 end

377 function [mean, stdev] = stat(x)
        m=tam(x);
379     mean = sum(x)/m;
        stdev= sqrt(sum(x.^2)/m - mean.^2);
381 end

383 function [vetnormal] = vetStat(mean, stdev, x)
        m=tam(x);
385     vetnormal=zeros(m);
        for i=1:m
387         vetnormal(i)=(x(i)-mean)/stdev;
        end
389 end

```

plotaAtencao-inicial.m

Arquivo fonte do Script de Processamento dos dados do teste de *Atenção* final:

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
2 % Script que processa os dados dos testes de atenção e cria
    os graficos relacionados
    % utiliza mtit para as figuras: http://www.mathworks.com/
    matlabcentral/fileexchange/3218-mtit-a-pedestrian-major-
    title-creator/content/mtit.m

```

```

4 % Ajustado para os arquivos dos testes finais envolvendo
    alunos de Design e Arquitetura com 4 OEAs
% Gera os insumos para a rede neural
6 % https://code.google.com/p/bpv-tese/

8 function [ scr , rFrac , rFDig , rBina ] = plotaAtencao()
    %Constantes
10     global DSN;
    DSN = 0;
12     global ARQ;
    ARQ = 1;
14     global ALL;
    ALL = 2;

16
18     echo on;
    filtro=135; % Valores de Filtro Passa Baixa FFT 15, 60
    ou 135
    savePNG = true; % Salva PNGs com gráficos
20     global verbose; % plota graficos de cada teste
    verbose = false;

22
24     global numSujeitos;

26     %seleciona o tipo de aluno
    global tipo;
    tipo = DSN;

28
30     if tipo == ARQ
        arquivos = defineArquivosArq();
        numSujeitos = 5;
32     elseif tipo == DSN
        arquivos = defineArquivosDsn();
        numSujeitos = 11;
34     elseif tipo == ALL
        arquivos = defineArquivosAll();
        numSujeitos = 16;
36     end

38
40     if savePNG == true
        verbose = true;
42     end

44     disp('atencao , variancia , desvio , score , sujeito ,
hipermidia');
    numArquivos = tam(arquivos);
46     for i=1:numArquivos
        f = importdata(arquivos{i},',',1);
48         %%Carrega dados para variaveis
        atencao = f.data(:,1);
50         meditacao = f.data(:,2);
        sinal = f.data(:,3);
52         contador = f.data(:,4);

```

```

54     texto = strsplit(f.textdata{1},',');
55     nome = texto(5);
56     hipermidia = texto(6);

58     %%Plota vetores
60     if verbose == true
61         graf = figure('units','normalized','
outerposition',[0 0 1 1]);
62     end
63     plotGrafico(contador,atencao,'Atenção RAW',1,false);
64
65     atencaoValida = vetorValido(atencao, sinal);
66     plotGrafico(contador,atencaoValida,'Atenção Válida',
,2,false);

67
68     plotGrafico(contador,sinal,'Ruido de Sinal',3,false)
;

70     %Remove Nível DC
71     mediaAtencaoValida = mean(atencaoValida);
72     atencaoSemDc = atencaoValida(:,1) -
mediaAtencaoValida(1);
73     %plotGrafico(contador,atencaoSemDc,'Atencao sem
nível DC',4,true);
74     atencaoFiltrada = real(filtrarVetor(atencaoValida,
filtro));
75     plotGrafico(contador,atencaoFiltrada,sprintf('
Atenção Filtrada[%d]',filtro),4,false);

76
77     atencaoNormalizada = normalizar(atencaoFiltrada);
78     plotGrafico(contador,atencaoNormalizada,'Atenção
Normalalizada',6,false);

79
80     meditacaoValida = vetorValido(meditacao, sinal);
81     mediaMeditacaoValida = mean(meditacaoValida);
82     meditacaoSemDc = meditacaoValida(:,1) -
mediaMeditacaoValida(1);
83     meditacaoFiltrada = real(filtrarVetor(meditacaoSemDc
, filtro));
84     meditacaoNormalizada = normalizar(meditacaoFiltrada)
;

85
86     %Não plota mais dados de meditacao
87     %plotGrafico(contador,meditacaoValida,'Meditação
Válida',7,false);
88     %plotGrafico(contador,meditacaoNormalizada,'
Meditação Normal.',8,false);

89
90     mediaAtencao = stat(atencao);
91     mediaMeditacao = stat(meditacao);

```

```

92     mediaAtencaoFiltrada = stat(atencaoFiltrada);
    mediaMeditacaoFiltrada = stat(meditacaoFiltrada);
94     mediaAtencaoNormalizada = stat(atencaoNormalizada);
    mediaMeditacaoNormalizada = stat(
meditacaoNormalizada);
96     varianciaAtencaoNormalizada=var(atencaoNormalizada);
    varianciaMeditacaoNormalizada=var(
meditacaoNormalizada);
98     desvioAtencaoNormalizada=std(atencaoNormalizada);
    desvioMeditacaoNormalizada=std(meditacaoNormalizada)
;
100     rmsAtencao = rms(atencaoFiltrada);

102
    score = rmsAtencao/desvioAtencaoNormalizada(1);
104
    % Media de Meditacao %.2f|%.2f|%.2f' ,
mediaMeditacao(1), mediaMeditacaoFiltrada(1),
mediaMeditacaoNormalizada(1)
106     if verbose == true
        mtit(sprintf('Teste: %s - Hipermidia: %s \n
Media de Atencao: %.2f|%.2f|%.2f' ,nome{1}, hipermidia
{1}, mediaAtencao(1), mediaAtencaoFiltrada(1),
mediaAtencaoNormalizada(1)));
108     end

110     disp(sprintf('%.2f, %.2f, %.2f, %.2f, %.2f, %s, %s',
mediaAtencaoNormalizada(1),
varianciaAtencaoNormalizada(1), desvioAtencaoNormalizada
(1), score, rmsAtencao, nome{1}, hipermidia{1}));

112     if i<=numSujeitos && i>=1
        rForma(i,:)=[mediaAtencaoNormalizada(1)
varianciaAtencaoNormalizada(1) desvioAtencaoNormalizada
(1) score rmsAtencao mediaAtencaoValida];
114     end

116     if i<=(2*numSujeitos) && i>=(numSujeitos+1)
        rFrac(i-(1*numSujeitos),:)=
mediaAtencaoNormalizada(1) varianciaAtencaoNormalizada
(1) desvioAtencaoNormalizada(1) score rmsAtencao
mediaAtencaoValida];
118     end

120     if i<=(3*numSujeitos) && i>=((2*numSujeitos)+1)
        rTut(i-(2*numSujeitos),:)=
mediaAtencaoNormalizada(1) varianciaAtencaoNormalizada
(1) desvioAtencaoNormalizada(1) score rmsAtencao
mediaAtencaoValida];
122     end

124     if i<=(4*numSujeitos) && i>=((3*numSujeitos)+1)

```

```

        rBlog(i-(3*numSujeitos),:)=
mediaAtencaoNormalizada(1) varianciaAtencaoNormalizada
(1) desvioAtencaoNormalizada(1) score rmsAtencao
mediaAtencaoValida];
126     end

    %r((2*i)-1,:)= [mediaAtencao(1) mediaAtencaoFiltrada
(1) mediaAtencaoNormalizada(1)];
    %r((2*i),:)= [mediaMeditacao(1)
mediaMeditacaoFiltrada(1) mediaMeditacaoNormalizada(1)
];
130

    if savePNG==true
132         filename = strsplit(arquivos{i},'.');
134         fullpath=fullfile('C:', 'Users', 'bpveloso', '
Google Drive', 'Doutorado', 'dados', sprintf('%s-filtro%d.
png', filename{1}, filtro));
136         saveas(graf, fullpath, 'png');
    end
138 end
rForma= rForma';
140 rFrac = rFrac';
rTut = rTut';
142 rBlog = rBlog';

144 graf = plotBar(rForma, sprintf('Fund. Forma - Filtro %d'
, filtro));
if savePNG==true
146     fullpath=fullfile('C:', 'Users', 'bpveloso', 'Google
Drive', 'Doutorado', 'dados', sprintf('
comparacaoFormaFractal-filtro%d.png', filtro));
    saveas(graf, fullpath, 'png');
148 end

150 graf = plotBar(rFrac, sprintf('Forma Fractal - Filtro %d'
, filtro));
if savePNG==true
152     fullpath=fullfile('C:', 'Users', 'bpveloso', 'Google
Drive', 'Doutorado', 'dados', sprintf('
comparacaoFormaFractal-filtro%d.png', filtro));
    saveas(graf, fullpath, 'png');
154 end

156 graf = plotBar(rTut, sprintf('Tutorial Design - Filtro %
d', filtro));
if savePNG==true
158     fullpath=fullfile('C:', 'Users', 'bpveloso', 'Google
Drive', 'Doutorado', 'dados', sprintf('
comparacaoFerDigitais-filtro%d.png', filtro));
    saveas(graf, fullpath, 'png');

```

```

160     end
162     graf = plotBar(rBlog , sprintf('Blog Desing - Filtro %d' ,
    filtro));
164     if savePNG==true
        fullpath=fullfile('C:','Users','bpvelloso','Google
    Drive','Doutorado','dados',sprintf('comparacaoBinaural-
    filtro%d.png',filtro));
166     saveas(graf , fullpath , 'png');
    end

168 % REMOVE SOMENTE ERROS DE SINAL
    %     if tipo == DSN
170 %         rFormaAj = ajusta(rForma,[1 4 5 6 8]);
    %         rFracAj = ajusta(rFrac,[5 6 11]);
172 %         rTutAj = ajusta(rTut,[3 11]);
    %         rBlogAj = ajusta(rBlog,[6 8 10]);
174 %     elseif tipo == ARQ
    %         rFormaAj = ajusta(rForma,[1 4]);
176 %         rFracAj = ajusta(rFrac,[]);
    %         %rFracAj = rFrac;
178 %         rTutAj = ajusta(rTut,[2 3 4]);
    %         rBlogAj = ajusta(rBlog,[1 2 3 4]);
180 %     elseif tipo == ALL
    %         rFormaAj = ajusta(rForma,[1 4 5 6 8 12 15]);
182 %         rFracAj = ajusta(rFrac,[5 6 11]);
    %         rTutAj = ajusta(rTut,[3 11 13 14 15]);
184 %         rBlogAj = ajusta(rBlog,[6 8 10 12 13 14 15]);
    %     end

186 % REMOVE ERROS DE SINAL E ANOMALIAS
188 %     if tipo == DSN
    %         rFormaAj = ajusta(rForma,[1 3 5 7 8 10]);
190 %         rFracAj = ajusta(rFrac,[1 4 5 7 8 11]);
    %         rTutAj = ajusta(rTut,[4 5 8]);
192 %         rBlogAj = ajusta(rBlog,[3 6 7 10 11]);
    %     elseif tipo == ARQ
194 %         rFormaAj = ajusta(rForma,[2 5]);
    %         rFracAj = ajusta(rFrac,[4 5]);
196 %         rTutAj = ajusta(rTut,[1 3]);
    %         rBlogAj = ajusta(rBlog,[4 5]);
198 %     elseif tipo == ALL
    %         rFormaAj = ajusta(rForma,[1 3 5 6 13 15 16]);
200 %         rFracAj = ajusta(rFrac,[1 3 4 8 10 11 15]);
    %         rTutAj = ajusta(rTut,[4 5 8 11 14 15]);
202 %         rBlogAj = ajusta(rBlog,[3 6 7 10 11 13 15]);
    %     end

204 % REMOVE ERROS DE SINAL E ANOMALIAS JUSTIFICADAS
206     if tipo == DSN
        rFormaAj = ajusta(rForma,[1 3 5 8 10]);
208         rFracAj = ajusta(rFrac,[4 5 8 11]);

```

```

210     rTutAj = ajusta(rTut,[4 5 8]);
        rBlogAj = ajusta(rBlog,[3 6 10 11]);
212     elseif tipo == ARQ
        rFormaAj = ajusta(rForma,[5]);
        rFracAj = ajusta(rFrac,[4 5]);
214     rTutAj = ajusta(rTut,[1 3]);
        rBlogAj = ajusta(rBlog,[2 5]);
216     elseif tipo == ALL
        rFormaAj = ajusta(rForma,[1 3 5 6 13 15 16]);
218     rFracAj = ajusta(rFrac,[1 3 4 8 10 11 15]);
        rTutAj = ajusta(rTut,[4 5 8 11 14 15]);
220     rBlogAj = ajusta(rBlog,[3 6 7 10 11 13 15]);
    end

222 % NAO REMOVE ERROS DE SINAL NEM ANOMALIAS – DADOS BRUTOS
224 %     if tipo == DSN
        %         rFormaAj = ajusta(rForma,[]);
226 %         rFracAj = ajusta(rFrac,[]);
        %         rTutAj = ajusta(rTut,[]);
228 %         rBlogAj = ajusta(rBlog,[]);
        %     elseif tipo == ARQ
230 %         rFormaAj = ajusta(rForma,[]);
        %         rFracAj = ajusta(rFrac,[]);
232 %         rTutAj = ajusta(rTut,[]);
        %         rBlogAj = ajusta(rBlog,[]);
234 %     elseif tipo == ALL
        %         rFormaAj = ajusta(rForma,[]);
236 %         rFracAj = ajusta(rFrac,[]);
        %         rTutAj = ajusta(rTut,[]);
238 %         rBlogAj = ajusta(rBlog,[]);
        %     end

240
242 figure();
    axis([0 (numSujeitos+1) 0 100]);
    hold on;
244 for k=1:numSujeitos
        plot(k,rFormaAj(1,k),'+b');
246         plot(k,rFracAj(1,k),'*r');
        plot(k,rTutAj(1,k),'ok');
248         plot(k,rBlogAj(1,k),'xk');
    end
250 title(sprintf('Média de Atenção Normalizada \n F. Forma
    (+): %.2f – F. Frac(*): %.2f – Tutorial(o): %.2f – Blog(
    x): %.2f',mean(rFormaAj(1,:)), mean(rFracAj(1,:)), mean(
    rTutAj(1,:)), mean(rBlogAj(1,:))));

252 figure();
    axis([0 (numSujeitos+1) 0 100]);
254 hold on;
    for k=1:numSujeitos
256         plot(k,rFormaAj(6,k),'+b');
        plot(k,rFracAj(6,k),'*r');

```

```

258     plot(k,rTutAj(6,k), 'ok');
        plot(k,rBlogAj(6,k), 'xk');
260 end
    title(sprintf('Média de Atenção \n F. Forma(+): %.2f - F
. Frac(*): %.2f - Tutorial(o): %.2f - Blog(x): %.2f',
mean(rFormaAj(6,:), mean(rFracAj(6,:), mean(rTutAj
(6,:), mean(rBlogAj(6,:))));
262
264 figure();
axis([0 (numSujeitos+1) 0 5]);
266 hold on;
for k=1:numSujeitos
268     plot(k,rFormaAj(4,k), '+b');
        plot(k,rFracAj(4,k), '*r');
270     plot(k,rTutAj(4,k), 'ok');
        plot(k,rBlogAj(4,k), 'xk');
272 end
    title(sprintf('Média de Pontuação \n F. Forma(+): %.2f -
F. Frac(*): %.2f - Tutorial(o): %.2f - Blog(x): %.2f',
mean(rFormaAj(4,:), mean(rFracAj(4,:), mean(rTutAj
(4,:), mean(rBlogAj(4,:))));
274 disp('OEA 1'); disp(rFormaAj(4,:));
    disp('OEA 2'); disp(rFracAj(4,:));
276 disp('OEA 3'); disp(rTutAj(4,:));
    disp('OEA 4'); disp(rBlogAj(4,:));
278
280 figure();
axis([-1 (numSujeitos+2) -10 110]);
282 hold on;
for k=1:numSujeitos
    plot(k,rFormaAj(5,k), '+b');
284     plot(k,rFracAj(5,k), '*r');
        plot(k,rTutAj(5,k), 'ok');
286     plot(k,rBlogAj(5,k), 'xk');
end
288 title(sprintf('Raiz Média Quadraticade de Atenção \n F.
Forma(+): %.2f - F. Frac(*): %.2f - Tutorial(o): %.2f -
Blog(x): %.2f',mean(rFormaAj(5,:), mean(rFracAj(5,:)),
mean(rTutAj(5,:), mean(rBlogAj(5,:))));

290 scr = [rFormaAj(4,:) rFracAj(4,:) rTutAj(4,:) rBlogAj
(4,:)];
end
292
294 function n = ajusta(vet, erros)
    global numSujeitos;
296     valores = tam(vet);
        tamErros = tam(erros);
298     for i=1:valores
        for j=1:tamErros

```



```

300         vet(i, erros(j)+0)=0;
301     end
302     media = sum(vet(i,:)) / (numSujeitos - tamErros);
303     for j=1:tamErros
304         vet(i, erros(j)+0)=media;
305     end
306 end
307 n=vet;
308 end
309
310 function n = ajustaForma(vet)
311     %erros em 2
312     global numSujeitos;
313     global tipo; global DSN; global ARQ; global ALL;
314     valores = tam(vet);
315
316     offset=0
317     if tipo == ALL
318         offset = 11;
319     end
320     for i=1:valores
321         if tipo == DSN
322             erros=5;
323             vet(i,1)=0;
324             vet(i,4)=0;
325             vet(i,5)=0;
326             vet(i,6)=0;
327             vet(i,8)=0;
328         else
329             if tipo == ALL
330                 erros=7;
331             else
332                 erros=2;
333             end
334             vet(i,1+offset)=0;
335             vet(i,4+offset)=0;
336         end
337         media = sum(vet(i,:)) / (numSujeitos - erros); %%
338         dividido por 16(total de amostras) - #erros
339         if tipo == DSN
340             vet(i,2)=media;
341             vet(i,4)=media;
342             vet(i,5)=media;
343             vet(i,6)=media;
344             vet(i,8)=media;
345         else
346             vet(i,1+offset)=media;
347             vet(i,4+offset)=media;
348         end
349     end
350     n=vet;

```

```

end
352
354 function n = ajustaFrac(vet)
    %erros em 2, 4 e 5
356     global numSujeitos;
    global tipo; global DSN; global ARQ; global ALL;
358     valores = tam(vet);
    for i=1:valores
360         if tipo == DSN
            erros=3;
362             vet(i,5)=0;
            vet(i,6)=0;
364             vet(i,11)=0;
        else
366             erros=0;
        end
368         media = sum(vet(i,:)) / (numSujeitos - erros);
        if tipo == DSN
370             vet(i,5)=media;
            vet(i,6)=media;
372             vet(i,11)=media;
        else
374             end
        end
376     n=vet;
end
378
function n = ajustaTut(vet)
380     %erros em 2
    global numSujeitos;
382     global tipo; global DSN; global ARQ; global ALL;
    valores = tam(vet);
384     for i=1:valores
        if tipo == DSN
386             erros=2;
            vet(i,3)=0;
388             vet(i,11)=0;
        else
390             erros=3
            vet(i,2)=0;
392             vet(i,3)=0;
            vet(i,4)=0;
394         end
        media = sum(vet(i,:)) / (numSujeitos - erros);
396         if tipo == DSN
            vet(i,3)=media;
398             vet(i,11)=media;
        else
400             vet(i,2)=media;
            vet(i,3)=media;
402             vet(i,4)=media;
        end
    end
end

```

```

        end
404     end
        n=vet;
406 end

408 function n = ajustaBlog(vet)
410     %erros em 2
        global numSujeitos;
412     global tipo; global DSN; global ARQ; global ALL;
        valores = tam(vet);
414     for i=1:valores

416         if tipo == DSN
                erros=3;
418                 vet(i,6)=0;
                vet(i,8)=0;
420                 vet(i,10)=0;
            else
422                 erros=4;
                vet(i,1)=0;
424                 vet(i,2)=0;
                vet(i,3)=0;
426                 vet(i,4)=0;
            end
428             media = sum(vet(i,:)) / (numSujeitos - erros);
            if tipo == DSN
430                 vet(i,6)=media;
                vet(i,8)=media;
432                 vet(i,10)=media;
            elseif tipo == Arq
434                 vet(i,1)=media;
                vet(i,2)=media;
436                 vet(i,3)=media;
                vet(i,4)=media;
438             end
            end
440         n=vet;
    end

442 function n = normalizar(vet)
444     maior = max(vet);
        menor = min(vet);
446     t = tam(vet);
        n = zeros(t);
448     q = 100.0 / (maior(1) - menor(1));
        for i=1:t
450             n(i) = (vet(i)-menor(1))*q;
        end
452     n = n(:,1);
    end
454

```

```

function plotGrafico(x,y,titulo ,indice ,neg)
456     global verbose;
        if verbose==true
458         if neg
                limites=[0 tam(x) -50 50];
460         else
                limites=[0 tam(x) 0 100];
462         end
        subplot(3, 2, indice);
464         plot(x, y);
        ylabel(titulo); grid; axis(limites);
466     end
end
468
function fig=plotBar(dados, titulo)
470     fig = figure('units','normalized','outerposition',[0 0 1
        1]);
        subplot(2, 2, 1);
472     dados1 = removeExtremos(dados(1,:));
        bar(dados1);
474     ylabel(sprintf('Atenção - Média: %.2f',mean(dados(1,:))
        ));

        subplot(2, 2, 2);
476     dados4 = removeExtremos(dados(4,:));
        bar(dados4);
478     ylabel(sprintf('Score - Média: %.2f',mean(dados(4,:))));
480

        subplot(2, 2, 4);
482     dados5 = removeExtremos(dados(5,:));
        bar(dados5);
484     ylabel(sprintf('RMS - Média: %.2f',mean(dados(5,:))));
486

        subplot(2, 2, 3);
488     dados3 = removeExtremos(dados(3,:));
        bar(dados3);
490     ylabel(sprintf('Desvio Padrão - Média: %.2f',mean(dados
        (3,:))));
492     mtit(titulo);
494 end

496 function r=removeExtremos(v)
        maior = max(v);
498     menor = min(v);
        cont=1;
500     for i=1:tam(v)
            if v(i)<maior
502                 if v(i)>menor
                        r(cont)=v(i);

```

```

504         cont = cont + 1;
506     end
508 end
510 r=v;
512 end
512 function retorno = vetorValido(vet, sinal)
513     media = mediaValida(vet, sinal);
514     t=tam(vet);
515     retorno = zeros(t);
516     for i=1:t
517         if sinal(i)>0
518             retorno(i) = media;
519         else
520             retorno(i) = vet(i);
521         end
522     end
523     retorno = retorno(:,1);
524 end
526 function m = mediaValida(a, s)
527     t=tam(a);
528     soma=0;
529     cont=0;
530
531     for i=1:t
532         if s(i)==0
533             soma = soma + a(i);
534             cont = cont + 1;
535         end
536     end
537
538     m = soma / cont;
539 end
540
541 function t=tam(x)
542     [m,n]=size(x);
543     if m == 1
544         m=n; % caso de um vetor linha
545     end
546     t=m;
547 end
548
549 function s = filtrarVetor(fa, f)
550     s = filtrarVetorFFT(fa, f);
551     %s = filtrarVetorMedia(fa, f);
552 end
554 function s = filtrarVetorMedia(fa, f)
555     t = tam(fa);

```

```

556     for i=1:t
557         init = 1;
558         if i>f
559             init = i-f;
560         end
561         soma=0;
562         cont=0;
563         for j=init:i
564             soma = soma + fa(j);
565             cont = cont + 1;
566         end
567         s(i)=soma/cont;
568     end
569 end
570
571 function s = filtrarVetorFFT(fa , f)
572     %Filtra Vetor usando FFT
573     x=fft(fa);
574     i=f;
575     m=tam(x);
576     rx = (real(x).^2);
577     plotGrafico(1:m,(rx/max(rx))*100,'Espectro de Atenção',
578     ,5,false);
579     while(i<(m-f))
580         x(i)=x(i)*0.001;
581         i=i+1;
582     end
583     s=ifft(x);
584 end
585
586 function [mean, stdev] = stat(x)
587     m=tam(x);
588     mean = sum(x)/m;
589     stdev= sqrt(sum(x.^2)/m - mean.^2);
590 end
591
592 function [vetnormal] = vetStat(mean, stdev,x)
593     m=tam(x);
594     vetnormal=zeros(m);
595     for i=1:m
596         vetnormal(i)=(x(i)-mean)/stdev;
597     end
598 end
599
600 function arq = defineArquivosArq()
601     arq = { 'dados-cjl -11342112062014.csv';%Ferramentas Dig
602             'dados-gjs -08341626062014.csv';
603             'dados-ixs -09133526062014.csv';
604             'dados-jdb -09014612062014.csv';
605             'dados-ra -08394603072014.csv';
606

```

```

608         'dados-cjl -11435312062014.csv'; %Forma Fractal%
        'dados-gjs -08475426062014.csv';
610         'dados-ixs -09192626062014.csv';
        'dados-jdb -09100312062014.csv';
        'dados-ra -08325703072014.csv';
612
        'dados-cjl -11530512062014.csv'; %Tutorial Arq.
614         'dados-gjs -08551526062014.csv';
        'dados-ixs -09260926062014.csv';
616         'dados-jdb -09172912062014.csv';
        'dados-ra -08475603072014.csv';
618
        'dados-cjl -11591712062014.csv'; %Blog Arq.
620         'dados-gjs -09013526062014.csv';
        'dados-ixs -09320526062014.csv';
622         'dados-jdb -09234612062014.csv';
        'dados-ra -08541403072014.csv';
624
        };
626 end

628 function arq = defineArquivosDsn()
        arq = { 'dados-als -10520003072014.csv'; %Fundam. Forma%
630             'dados-atrd -11011326062014.csv';
             'dados-br -11305426062014.csv';
632             'dados-dgm -09043403072014.csv';
             'dados-hdg -08222810072014.csv';
634             'dados-ip -09333712062014.csv';
             'dados-kb -10112226062014.csv';
636             'dados-ld -11190203072014.csv';
             'dados-med -09450726062014.csv';
638             'dados-rgts -09403503072014.csv';
             'dados-rtl -10035412062014.csv';
640
             'dados-als -10580403072014.csv'; %Forma Fractal%
642             'dados-atrd -11082126062014.csv';
             'dados-br -11364026062014.csv';
644             'dados-dgm -09101803072014.csv';
             'dados-hdg -08281010072014.csv';
646             'dados-ip -09393712062014.csv';
             'dados-kb -10172026062014.csv';
648             'dados-ld -11243803072014.csv';
             'dados-med -09504826062014.csv';
650             'dados-rgts -09462103072014.csv';
             'dados-rtl -11093412062014.csv';
652
             'dados-als -11040003072014.csv'; %Tutorial Dsn.
654             'dados-atrd -11141626062014.csv';
             'dados-br -11424126062014.csv';
656             'dados-dgm -09162003072014.csv';
             'dados-hdg -08341410072014.csv';
658             'dados-ip -09465112062014.csv';

```

```

660         'dados-kb-10232026062014.csv';
661         'dados-ld-11304803072014.csv';
662         'dados-med-09570726062014.csv';
663         'dados-rgts-10372103072014.csv';
664         'dados-rtl-11154912062014.csv';
665
666         'dados-als-11093903072014.csv'; %Blog Dsn.
667         'dados-atrd-11200426062014.csv';
668         'dados-br-11482326062014.csv';
669         'dados-dgm-09221303072014.csv';
670         'dados-hdg-08401510072014.csv';
671         'dados-ip-09525212062014.csv';
672         'dados-kb-10292226062014.csv';
673         'dados-ld-11363303072014.csv';
674         'dados-med-10024926062014.csv';
675         'dados-rgts-10431503072014.csv';
676         'dados-rtl-11214112062014.csv';
677
678     };
679
680 function arq = defineArquivosAll()
681     arq = { 'dados-als-10520003072014.csv'; %Fundam. Forma%
682           'dados-atrd-11011326062014.csv';
683           'dados-br-11305426062014.csv';
684           'dados-dgm-09043403072014.csv';
685           'dados-hdg-08222810072014.csv';
686           'dados-ip-09333712062014.csv';
687           'dados-kb-10112226062014.csv';
688           'dados-ld-11190203072014.csv';
689           'dados-med-09450726062014.csv';
690           'dados-rgts-09403503072014.csv';
691           'dados-rtl-10035412062014.csv';
692           'dados-cjl-11342112062014.csv'; %Ferramentas Dig
693           'dados-gjs-08341626062014.csv';
694           'dados-ixs-09133526062014.csv';
695           'dados-jdb-09014612062014.csv';
696           'dados-ra-08394603072014.csv';
697
698           'dados-als-10580403072014.csv'; %Forma Fractal%
699           'dados-atrd-11082126062014.csv';
700           'dados-br-11364026062014.csv';
701           'dados-dgm-09101803072014.csv';
702           'dados-hdg-08281010072014.csv';
703           'dados-ip-09393712062014.csv';
704           'dados-kb-10172026062014.csv';
705           'dados-ld-11243803072014.csv';
706           'dados-med-09504826062014.csv';
707           'dados-rgts-09462103072014.csv';
708           'dados-rtl-11093412062014.csv';
709           'dados-cjl-11435312062014.csv'; %Forma Fractal%
710           'dados-gjs-08475426062014.csv';

```



```

712      'dados-ixs -09192626062014.csv ' ;
      'dados-jdb -09100312062014.csv ' ;
      'dados-ra -08325703072014.csv ' ;
714
      'dados-als -11040003072014.csv ' ; %Tutorial Dsn.
716      'dados-atrd -11141626062014.csv ' ;
      'dados-br -11424126062014.csv ' ;
718      'dados-dgm-09162003072014.csv ' ;
      'dados-hdg -08341410072014.csv ' ;
720      'dados-ip -09465112062014.csv ' ;
      'dados-kb -10232026062014.csv ' ;
722      'dados-ld -11304803072014.csv ' ;
      'dados-med-09570726062014.csv ' ;
724      'dados-rgts -10372103072014.csv ' ;
      'dados-rtl -11154912062014.csv ' ;
726      'dados-cjl -11530512062014.csv ' ; %Tutorial Arq.
      'dados-gjs -08551526062014.csv ' ;
728      'dados-ixs -09260926062014.csv ' ;
      'dados-jdb -09172912062014.csv ' ;
730      'dados-ra -08475603072014.csv ' ;
732
      'dados-als -11093903072014.csv ' ; %Blog Dsn.
      'dados-atrd -11200426062014.csv ' ;
734      'dados-br -11482326062014.csv ' ;
      'dados-dgm-09221303072014.csv ' ;
736      'dados-hdg -08401510072014.csv ' ;
      'dados-ip -09525212062014.csv ' ;
738      'dados-kb -10292226062014.csv ' ;
      'dados-ld -11363303072014.csv ' ;
740      'dados-med-10024926062014.csv ' ;
      'dados-rgts -10431503072014.csv ' ;
742      'dados-rtl -11214112062014.csv ' ;
      'dados-cjl -11591712062014.csv ' ; %Blog Arq.
744      'dados-gjs -09013526062014.csv ' ;
      'dados-ixs -09320526062014.csv ' ;
746      'dados-jdb -09234612062014.csv ' ;
      'dados-ra -08541403072014.csv ' ;
748      };
end
750
752 % als
753 % atrd
754 % br
755 % dgm
756 % hdg
757 % ip
758 % kb
759 % ld
760 % med
761 % rgts
762 % rtl

```

```

% cjl
764 % gjs
% ixS
766 % jdb
% ra

```

plotaAtencao-final.m

Arquivo fonte do Script de treinamento e teste da rede de Kohonen:

```

2 function r = runK()
   close all;
4   savePNG=true;

6   D = som_read_data('DadosTestesCompleto.csv',41);
   DadosTreinamento = som_normalize(D);
8   mapa = som_make(DadosTreinamento);
   mapaLabels = som_autolabel(mapa,DadosTreinamento,'vote')
   ;
10  mapaLabels.name = '';
   %som_show(mapaLabels); %Plota variaveis
12  figure;
   %som_show(sML,'umat','all');
14  graf = som_show(mapaLabels,'umat','all');
   som_show_add('label',mapaLabels,'Textsize',16,'TextColor',
   'r','Subplot',1)
16  %som_show_add('label',sMap,'Textsize',8,'TextColor','r',
   'Subplot',2)
   %som_show(sM,'comp','all');
18  if savePNG==true
       fullpath=fullfile('C:','Users','bpvelloso','Google
   Drive','Doutorado','dados','kohonen-final','kohonen-umap
   .png');
20  saveas(graf.plane,fullpath,'png');
   end
22

24  figure;
   h = som_hits(mapaLabels,DadosTreinamento);
26  graf = som_show(mapaLabels,'empty','Acertos - Conjunto
   de Treinamento');
   som_show_add('hit',h,'MarkerColor','y','Subplot',1);
28  som_show_add('label',mapaLabels,'Textsize',16,'TextColor',
   'r','Subplot',1);

30  if savePNG==true
       fullpath=fullfile('C:','Users','bpvelloso','Google
   Drive','Doutorado','dados','kohonen-final','kohonen-hits
   -treinamento.png');
32  saveas(graf.plane,fullpath,'png');

```

```
end
34
36 Dt = som_read_data('dadosTesteValidacao.csv',41);
DadosTeste = som_normalize(Dt);
38
plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(1:4,:), 'Acertos -
39 Conjunto de Teste - Formação em Arquitetura', savePNG);
40 plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(5:8,:), 'Acertos -
Conjunto de Teste - Formação em Design', savePNG);
plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(9:10,:), 'Acertos -
41 Conjunto de Teste - Mudanca de Tempo OEA 1 e 2',
savePNG);
42 plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(11:12,:), 'Acertos
- Conjunto de Teste - Mudanca de Tipo OEA 1 e 2',
savePNG);
plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(13:14,:), 'Acertos
43 - Conjunto de Teste - Mudanca de Dificuldade OEA 1 e 2',
savePNG);
44 plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(15:16,:), 'Acertos
- Conjunto de Teste - Criação de Dificuldade OEA 1 e 2',
savePNG);
plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(17:18,:), 'Acertos
45 - Conjunto de Teste - Várias Alterações OEA 1 e 2 tempo
estável', savePNG);
46 plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(19:20,:), 'Acertos
- Conjunto de Teste - Várias Alterações OEA 1 e 2',
savePNG);
plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(21:27,:), 'Acertos
47 - OEA 2 Forma Fractal - Várias Alterações', savePNG);
48 plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(28:34,:), 'Acertos
- OEA 1 Fer. D. Poj. Arq. - Várias Alterações', savePNG)
;
plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(35:42,:), 'Acertos
49 - Alterações nos Metadados novos - Contraste', savePNG);
50 plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(43:50,:), 'Acertos
- Alterações nos Metadados novos - Prolixidade', savePNG
);
plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(51:58,:), 'Acertos
51 - Alterações nos Metadados novos - Design de Informação',
savePNG);
52 plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(59:66,:), 'Acertos
- Alterações nos Metadados novos - Várias Alterações',
savePNG);
plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(67:74,:), 'Acertos
53 - Alterações todos Metadados - Várias Alterações',
savePNG);
54
56
```

```

58 %plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(1:3,:), 'Acertos -
    Conjunto de Teste', savePNG);
%plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(4:6,:), 'Acertos -
    Conjunto de Teste - Mudanca de Tempo', savePNG);
60 %plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(7:9,:), 'Acertos -
    Conjunto de Teste - Mudanca de Tipo', savePNG);
%plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(10:12,:), 'Acertos
    - Conjunto de Teste - Mudanca de Dificuldade', savePNG)
;
62 %plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(13:15,:), 'Acertos
    - Conjunto de Teste - Criação de Dificuldade', savePNG)
;
%plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(16:18,:), 'Acertos
    - Conjunto de Teste - Várias Alterações', savePNG);
64 %plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(19:21,:), 'Acertos
    - Conjunto de Teste - Várias Alterações', savePNG);
%plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(22:28,:), 'Acertos
    - Forma Fractal - Várias Alterações', savePNG);
66 %plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(29:35,:), 'Acertos
    - Fer. D. Poj. Arq. - Várias Alterações', savePNG);
%plotHits(mapaLabels, DadosTeste.data(36:42,:), 'Acertos
    - Barber Shop - Várias Alterações', savePNG);
68
%som_show_gui(mapaLabels);
70 end

72
function hmax = plotHits(mapa, dados, titulo, savePNG)
74     figure;
    h = som_hits(mapa, dados);
76     hmax = max(h);
    graf = som_show(mapa, 'empty', sprintf('%s - Max.=%d',
    titulo, hmax));
78     som_show_add('hit', h, 'MarkerColor', 'y', 'Subplot', 1);
    som_show_add('label', mapa, 'Textsize', 16, 'TextColor', 'r',
    'Subplot', 1);
80     if savePNG==true
        fullpath=fullfile('C:', 'Users', 'bpvelloso', 'Google
        Drive', 'Doutorado', 'dados', 'kohonen-final', sprintf('%s.
        png', titulo));
82         saveas(graf.plane, fullpath, 'png');
    end
84 end

```

runK.m

Arquivo fonte dos dados utilizados no treinamento da rede neural artificial:

```

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1
40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 2.7128 OEA1

```

| | |
|----|---|
| 2 | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 2.5323 OEA1 |
| | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 2.7128 OEA1 |
| 4 | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 2.5839 OEA1 |
| | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 2.7128 OEA1 |
| 6 | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 2.3528 OEA1 |
| | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 3.1112 OEA1 |
| 8 | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 2.7128 OEA1 |
| | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 2.6815 OEA1 |
| 10 | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 2.7128 OEA1 |
| | 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 3.0149 OEA1 |
| 12 | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 3.4168 OEA2 |
| | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 2.6323 OEA2 |
| 14 | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 2.2884 OEA2 |
| | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 2.6829 OEA2 |
| 16 | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 2.6829 OEA2 |
| | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 2.6715 OEA2 |
| 18 | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 3.109 OEA2 |
| | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 2.6829 OEA2 |
| 20 | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 2.4591 OEA2 |
| | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 2.2032 OEA2 |
| 22 | 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 |
| | 200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 2.6829 OEA2 |
| | 2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 |
| | 10 3 7.55 2 1 4 4 4 3 1 2.5812 OEA3 |
| 24 | 2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 |
| | 10 3 7.55 2 1 4 4 4 3 1 2.5519 OEA3 |
| | 2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 |
| | 10 3 7.55 2 1 4 4 4 3 1 2.7525 OEA3 |
| 26 | 2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 |
| | 10 3 7.55 2 1 4 4 4 3 1 2.5889 OEA3 |
| | 2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 |
| | 10 3 7.55 2 1 4 4 4 3 1 2.5889 OEA3 |

| | | | | | | | |
|----|-----|---|-------|-------|---------------|--------|------|
| 28 | 2 3 | 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 | 10 3 | 7.55 | 2 1 4 4 4 3 1 | 2.5587 | OEA3 |
| | 2 3 | 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 | 10 3 | 7.55 | 2 1 4 4 4 3 1 | 2.5824 | OEA3 |
| 30 | 2 3 | 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 | 10 3 | 7.55 | 2 1 4 4 4 3 1 | 2.5889 | OEA3 |
| | 2 3 | 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 | 10 3 | 7.55 | 2 1 4 4 4 3 1 | 2.889 | OEA3 |
| 32 | 2 3 | 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 | 10 3 | 7.55 | 2 1 4 4 4 3 1 | 2.574 | OEA3 |
| | 2 3 | 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1 | 10 3 | 7.55 | 2 1 4 4 4 3 1 | 2.2215 | OEA3 |
| 34 | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 2.5194 | OEA4 |
| | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 2.5756 | OEA4 |
| 36 | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 2.5244 | OEA4 |
| | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 2.717 | OEA4 |
| 38 | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 2.6896 | OEA4 |
| | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 2.5244 | OEA4 |
| 40 | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 1.7627 | OEA4 |
| | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 2.9871 | OEA4 |
| 42 | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 2.4197 | OEA4 |
| | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 2.5244 | OEA4 |
| 44 | 0 2 | 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2 | 200 3 | 12.08 | 2 3 4 4 4 2 1 | 2.5244 | OEA4 |
| | 1 1 | 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 | 30 3 | 8.27 | 4 2 4 3 3 3 2 | 2.8713 | OEA1 |
| 46 | 1 1 | 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 | 30 3 | 8.27 | 4 2 4 3 3 3 2 | 3.2887 | OEA1 |
| | 1 1 | 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 | 30 3 | 8.27 | 4 2 4 3 3 3 2 | 2.8464 | OEA1 |
| 48 | 1 1 | 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 | 30 3 | 8.27 | 4 2 4 3 3 3 2 | 3.6809 | OEA1 |
| | 1 1 | 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1 | 30 3 | 8.27 | 4 2 4 3 3 3 2 | 3.1718 | OEA1 |
| 50 | 0 0 | 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 | 200 3 | 8.27 | 4 2 4 3 3 3 1 | 2.3861 | OEA2 |
| | 0 0 | 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 | 200 3 | 8.27 | 4 2 4 3 3 3 1 | 2.3046 | OEA2 |
| 52 | 0 0 | 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 | 200 3 | 8.27 | 4 2 4 3 3 3 1 | 2.46 | OEA2 |
| | 0 0 | 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1 | 200 3 | 8.27 | 4 2 4 3 3 3 1 | 2.3835 | OEA2 |

```

54 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1
    200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 2.3835 OEA2
    2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 2
    30 1 7.75 2 1 4 4 4 3 3 2.4881 OEA3
56 2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 2
    30 1 7.75 2 1 4 4 4 3 3 2.8638 OEA3
    2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 2
    30 1 7.75 2 1 4 4 4 3 3 2.4881 OEA3
58 2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 2
    30 1 7.75 2 1 4 4 4 3 3 2.2528 OEA3
    2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 2
    30 1 7.75 2 1 4 4 4 3 3 2.3477 OEA3
60 0 2 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2
    200 3 13.2 2 3 4 4 4 2 3 3.2386 OEA4
    0 2 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2
    200 3 13.2 2 3 4 4 4 2 3 2.6173 OEA4
62 0 2 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2
    200 3 13.2 2 3 4 4 4 2 3 2.534 OEA4
    0 2 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2
    200 3 13.2 2 3 4 4 4 2 3 2.0792 OEA4
64 0 2 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2
    200 3 13.2 2 3 4 4 4 2 3 2.6173 OEA4

```

DadosTestesCompleto.csv

Arquivo fonte dos dados utilizados na validação da rede neural artificial:

```

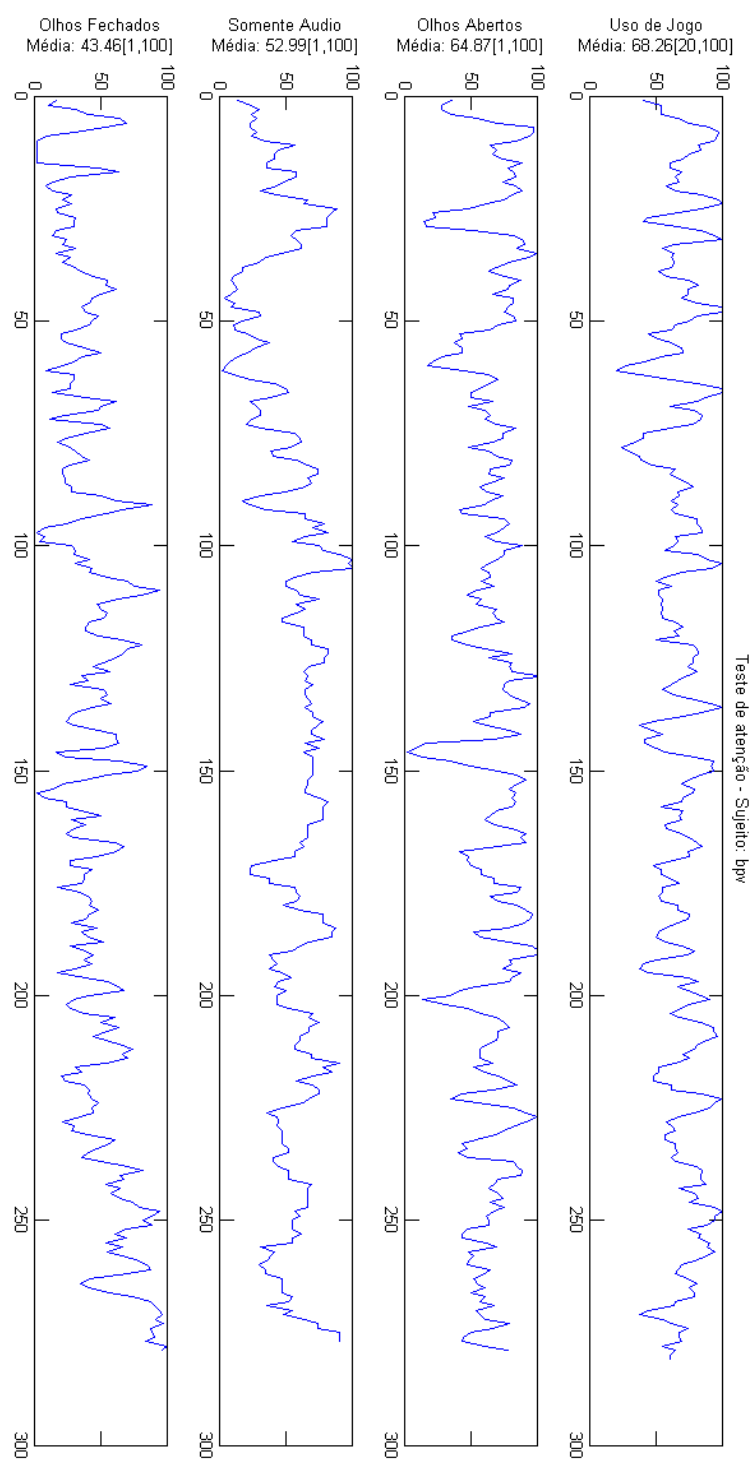
1 1 1 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1
    30 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 NaN %OEA1 - OEAs Arquitetura
2 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1
    200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 NaN %OEA2
    2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 2
    30 1 7.75 2 1 4 4 4 3 3 NaN %OEA3
4 0 2 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2
    200 3 13.2 2 3 4 4 4 2 3 NaN %OEA4
    0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 2 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1
    40 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 NaN %OEA1 - OEAs Design
6 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1
    200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 NaN %OEA2
    2 3 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 2 1 1 0 0 0 0 1 0 1
    10 3 7.55 2 1 4 4 4 3 1 NaN %OEA3
8 0 2 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 2 2 1 1 0 0 1 0 0 1 2
    200 3 12.08 2 3 4 4 4 2 1 NaN %OEA4
    0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1
    230 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 NaN % Padrao Frac mudanda de
    tempo
10 1 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 1
    55 3 8.27 4 2 4 3 3 3 2 NaN % Padrao FDig
    1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 3 2 0 1 0 0 1 0 0 0 1
    200 3 8.27 4 2 4 3 3 3 1 NaN % Padrao Frac mudanda de
    tipo

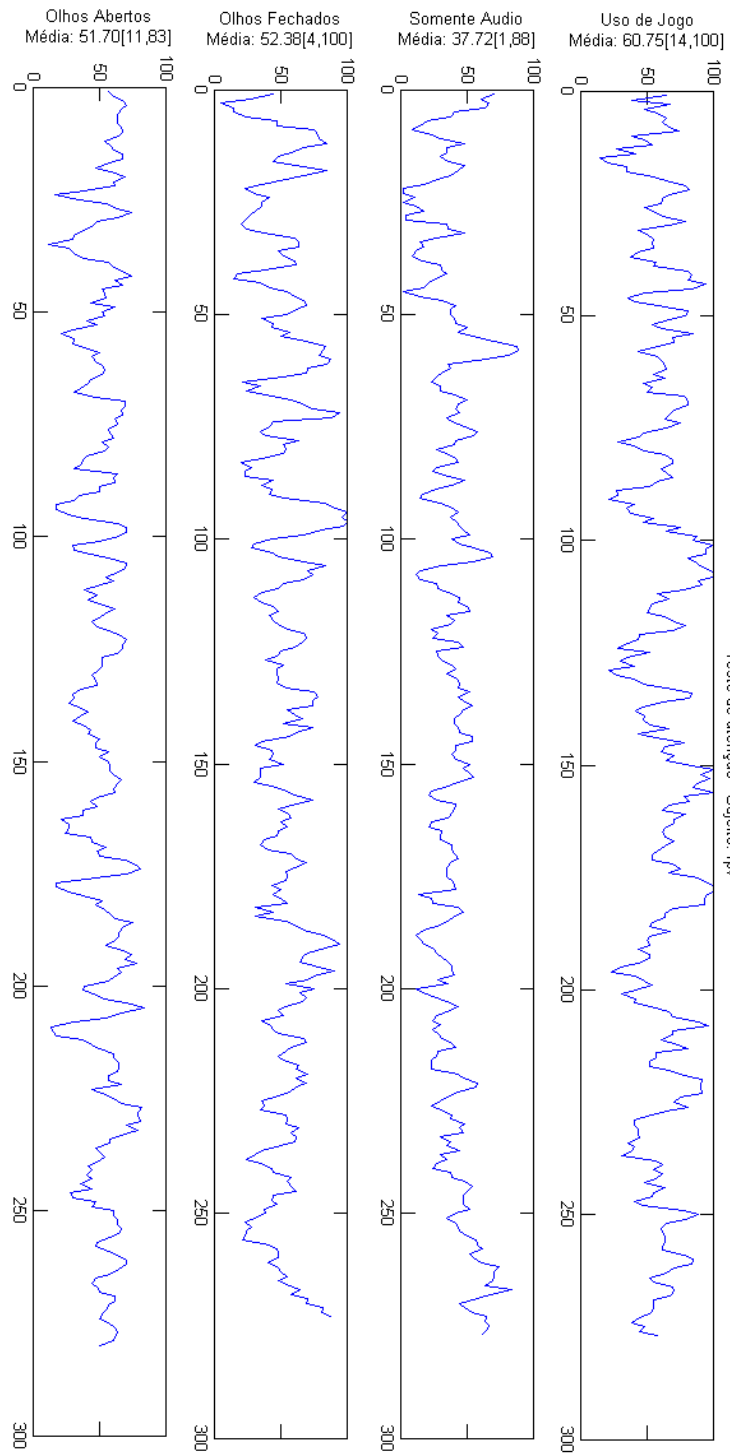
```

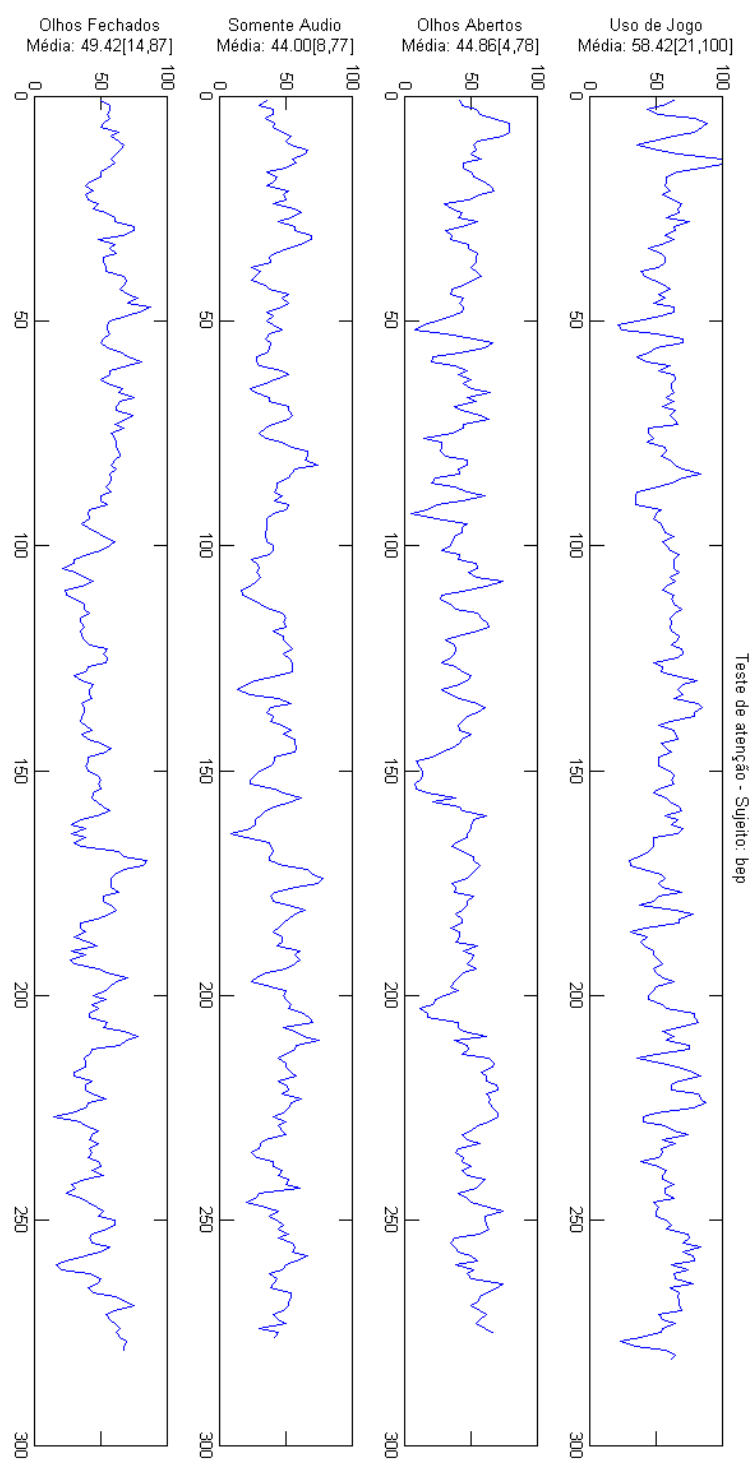

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|-----|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|-----|-------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | | | 10 | 3 | 7.55 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | NaN | %OEA3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | | | 200 | 3 | 12.08 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | NaN | %OEA4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | | | 30 | 3 | 8.27 | 4 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | NaN | %OEA1 | — OEAs Arquitetura | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | | | 200 | 3 | 5.27 | 4 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | NaN | %OEA2 | Varias | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | | |
| | | | 30 | 1 | 4.75 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | NaN | %OEA3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | |
| | | | 200 | 3 | 11.2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | NaN | %OEA4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | |
| | | | 40 | 3 | 5.27 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | NaN | %OEA1 | — OEAs Design | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | | | 200 | 3 | 4.27 | 4 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | NaN | %OEA2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | | |
| | | | 10 | 3 | 4.55 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | NaN | %OEA3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | |
| | | | 200 | 3 | 8.08 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | NaN | %OEA4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | |
| | | | 30 | 3 | 8.27 | 4 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | NaN | %OEA1 | — OEAs Arquitetura | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 68 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | | | 200 | 3 | 5.27 | 4 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | NaN | %OEA2 | Aleatorios | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | | |
| | | | 30 | 1 | 4.75 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | NaN | %OEA3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | |
| | | | 200 | 3 | 11.2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | NaN | %OEA4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | | | 40 | 3 | 5.27 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | NaN | %OEA1 | — OEAs Design | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 72 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | | | 200 | 3 | 4.27 | 4 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | NaN | %OEA2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | | |
| | | | 10 | 3 | 4.55 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | NaN | %OEA3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 74 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | |
| | | | 200 | 3 | 8.08 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | NaN | %OEA4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

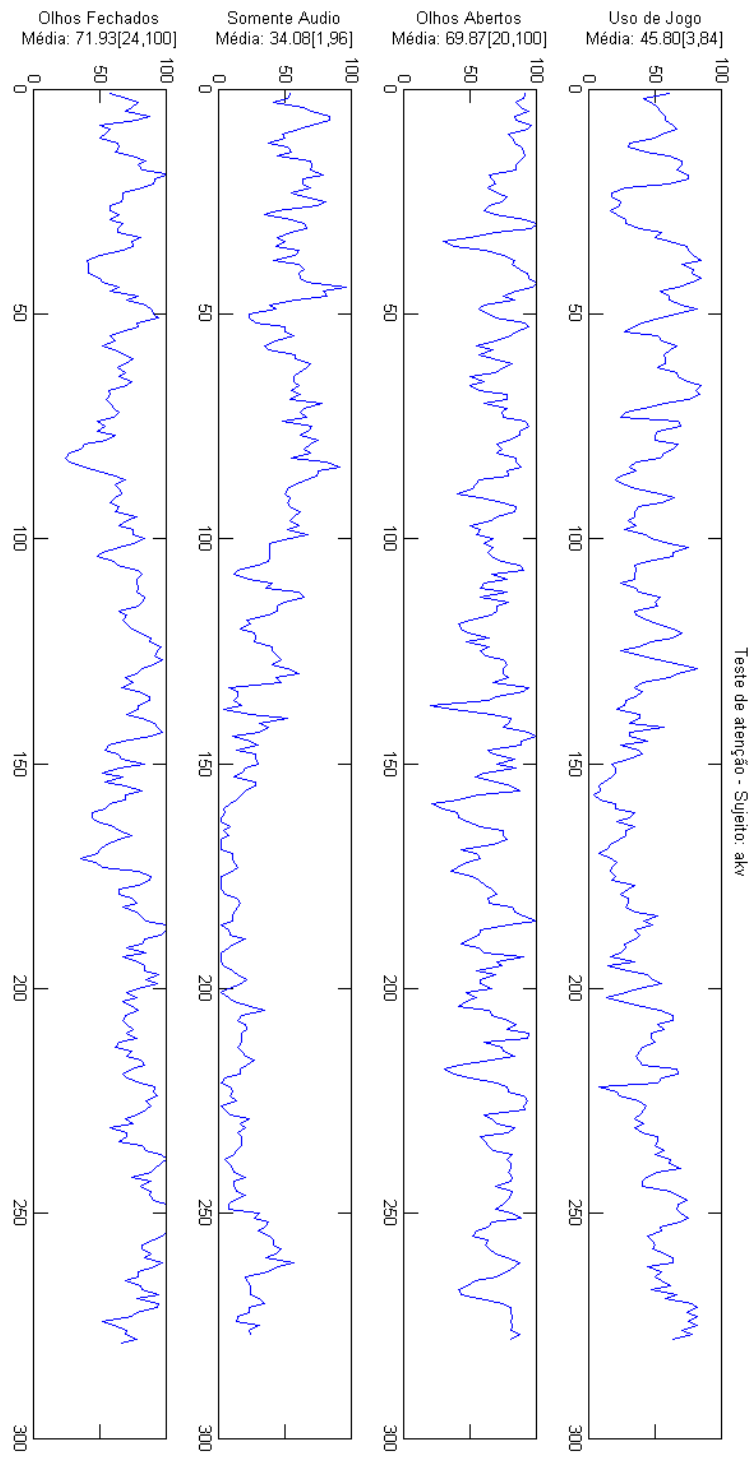
dadosTesteValidacao.csv

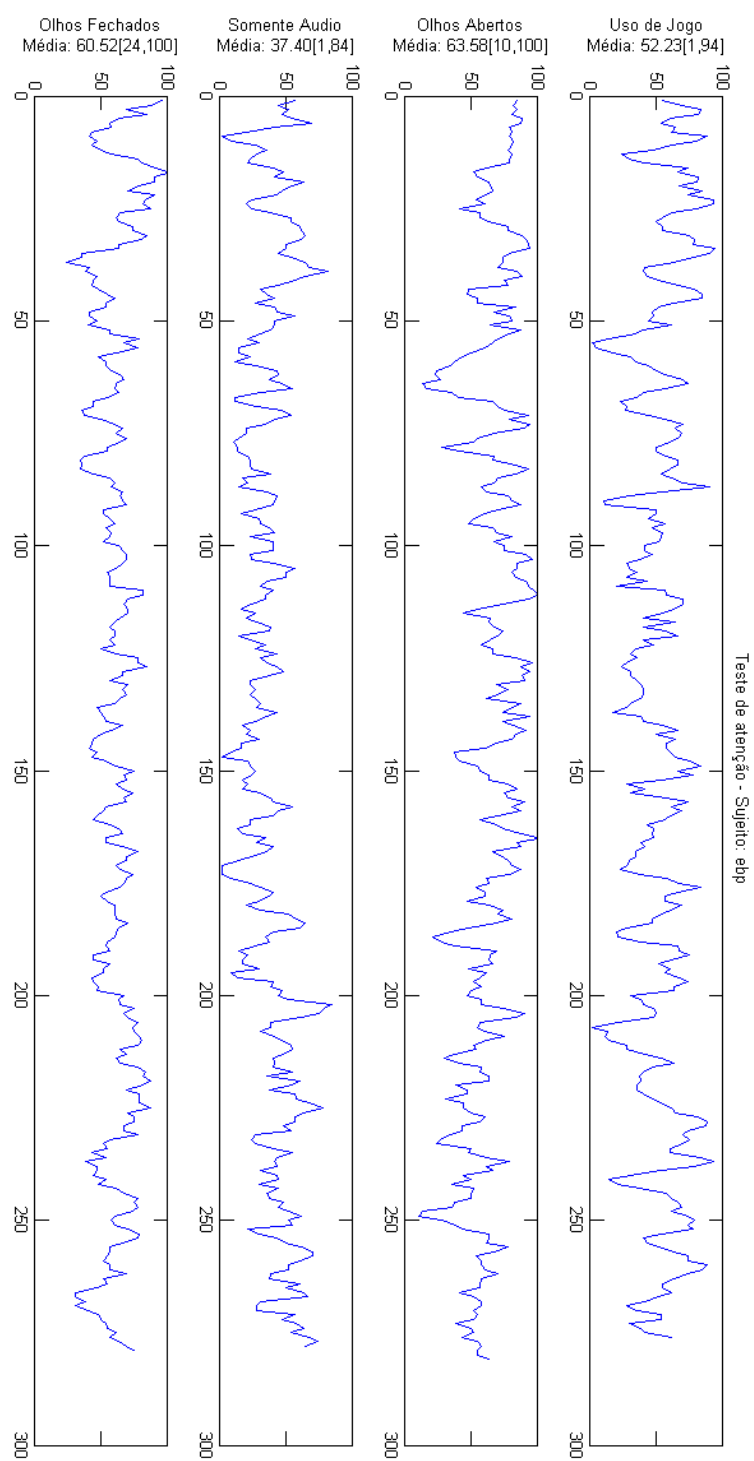
**APÊNDICE D – Dados dos Testes de Validação dos
Artefatos**

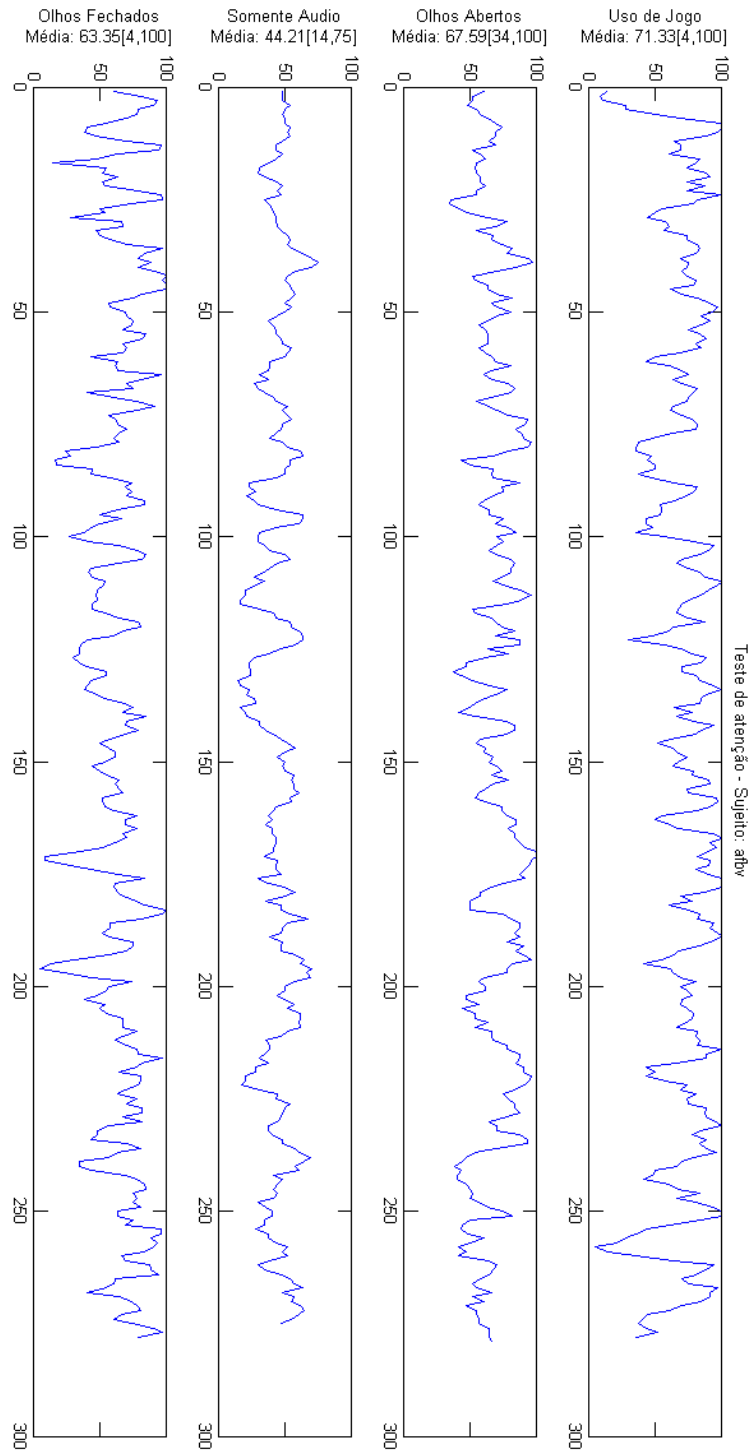






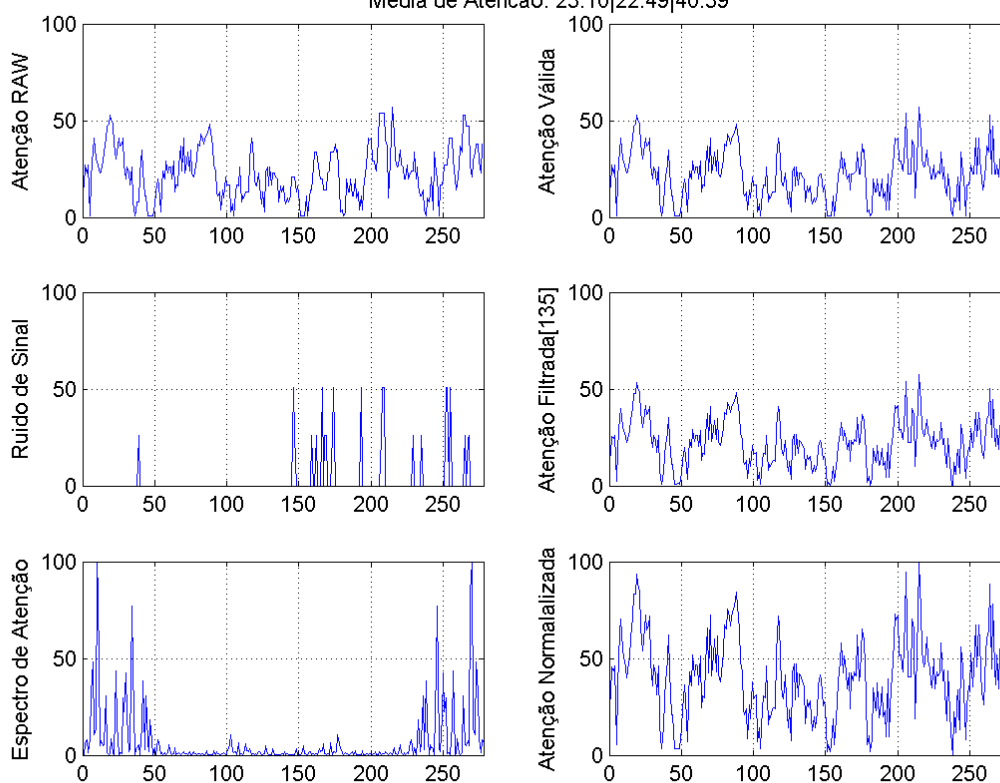




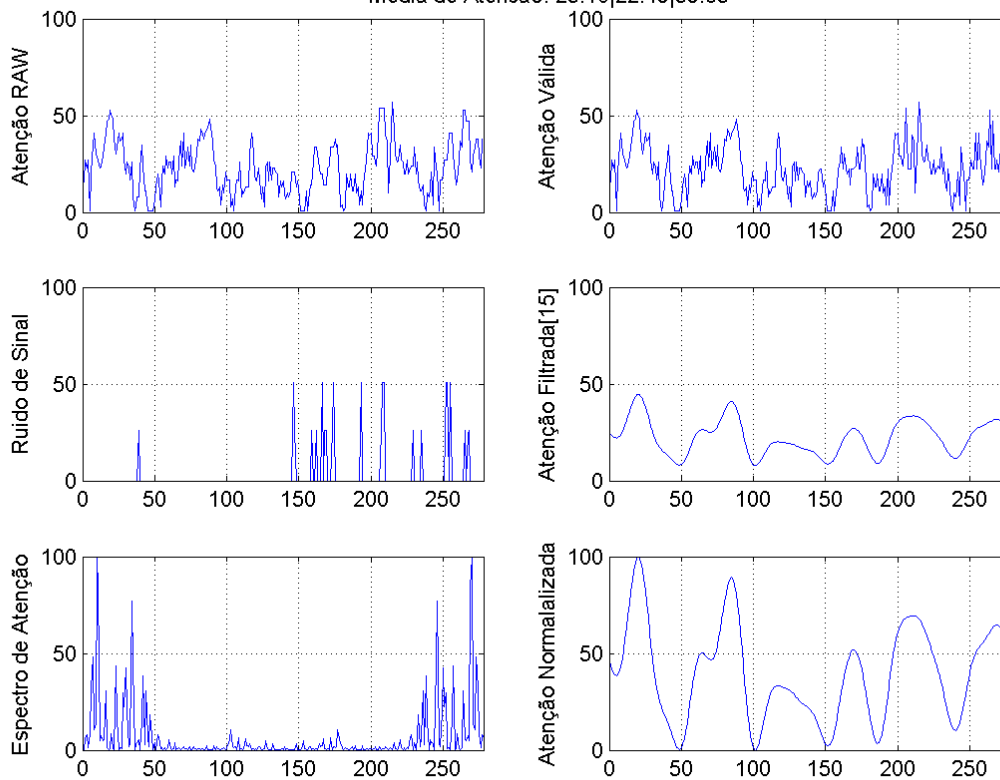


APÊNDICE E - Dados dos Testes iniciais de Atenção

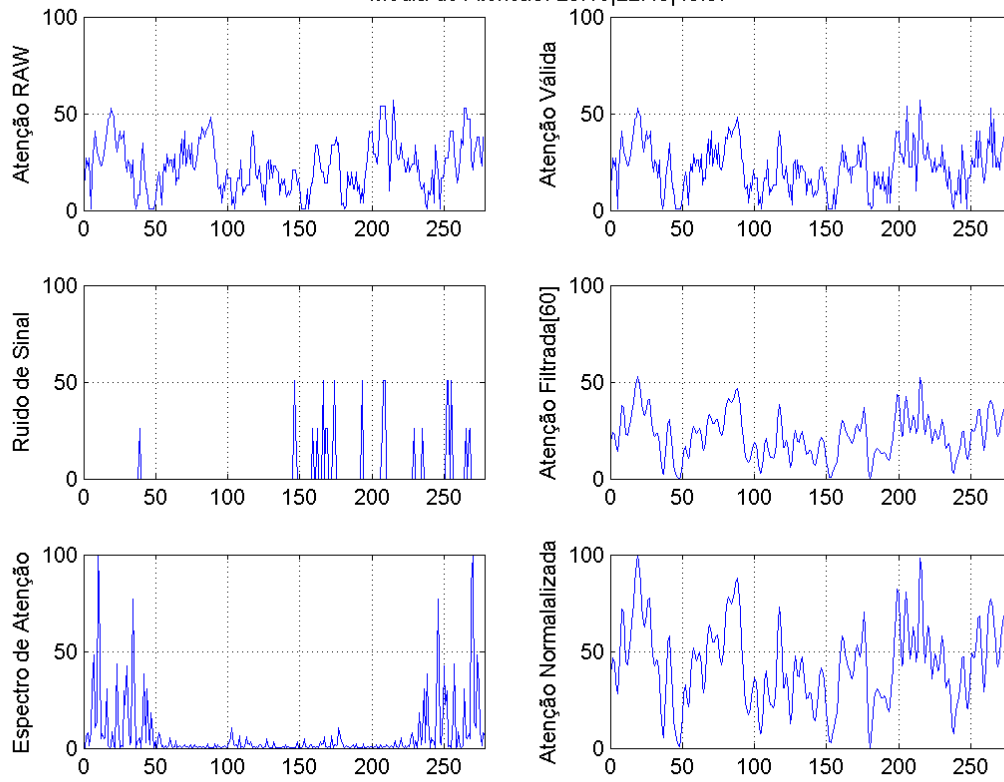
Teste: 'bap' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
Media de Atenção: 23.10|22.49|40.39



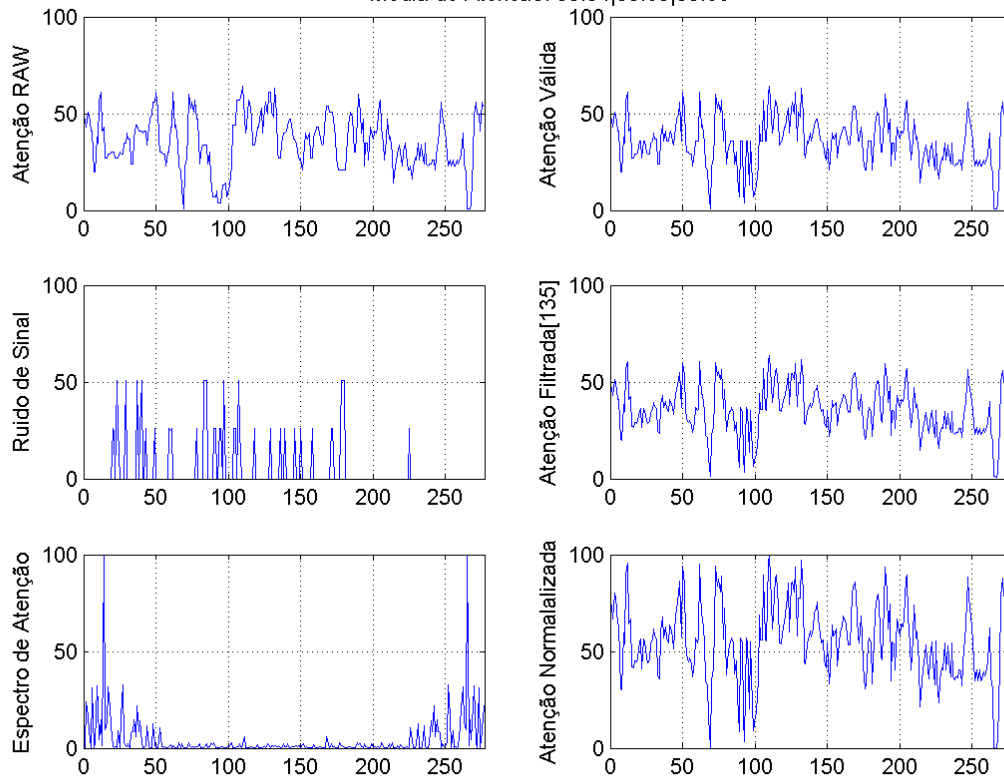
Teste: 'bap' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
Media de Atenção: 23.10|22.49|39.65

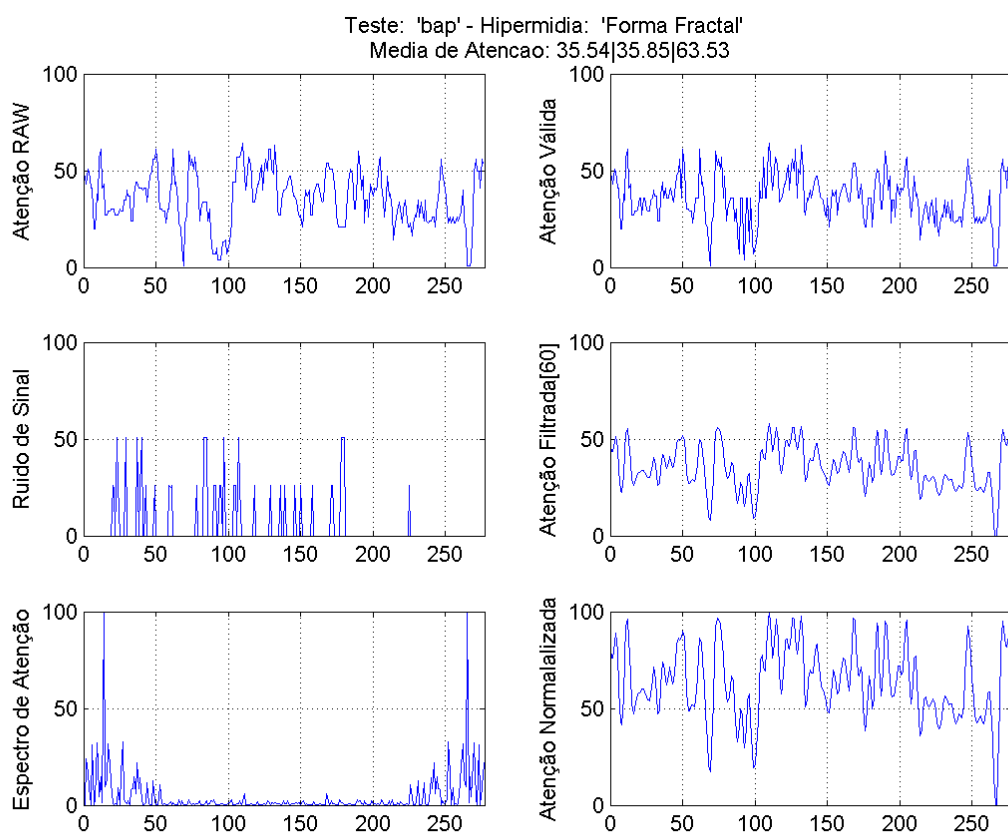
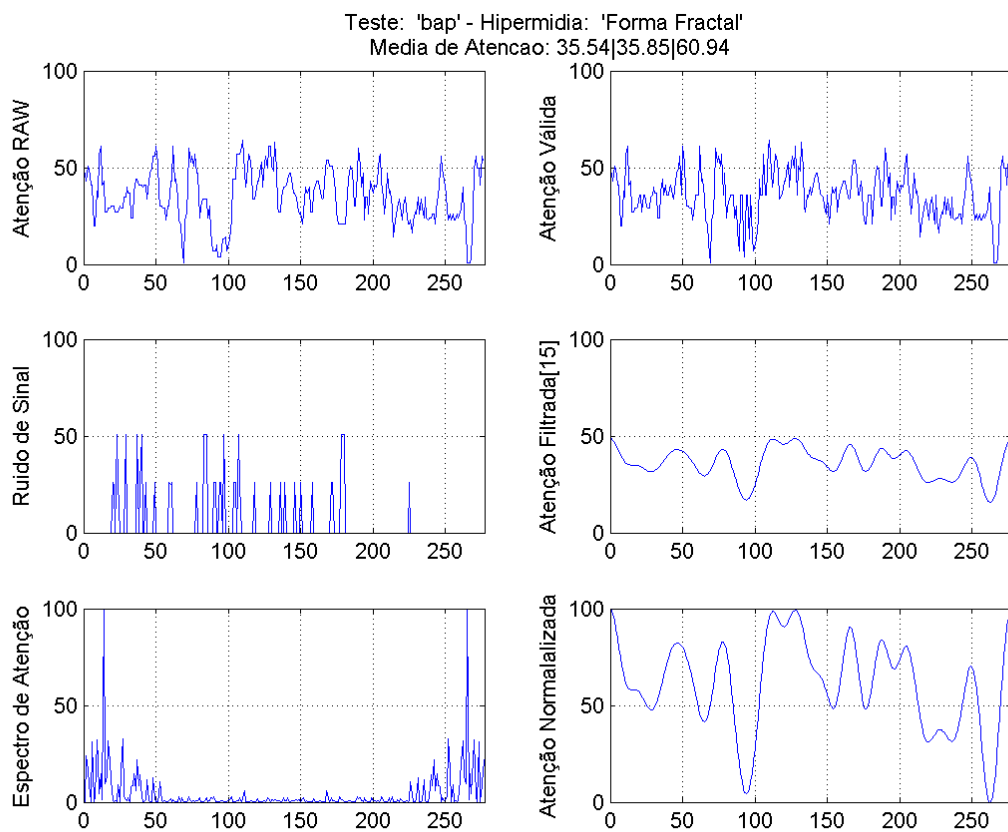


Teste: 'bap' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 23.10|22.49|43.37

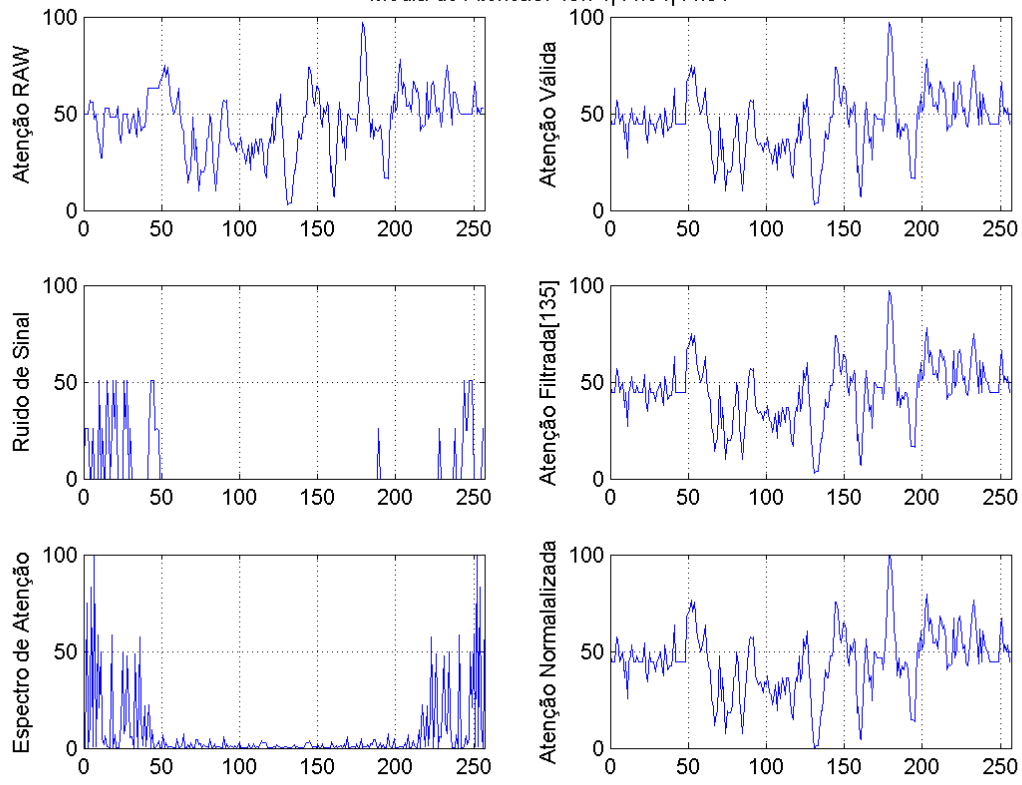


Teste: 'bap' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 35.54|35.85|55.80

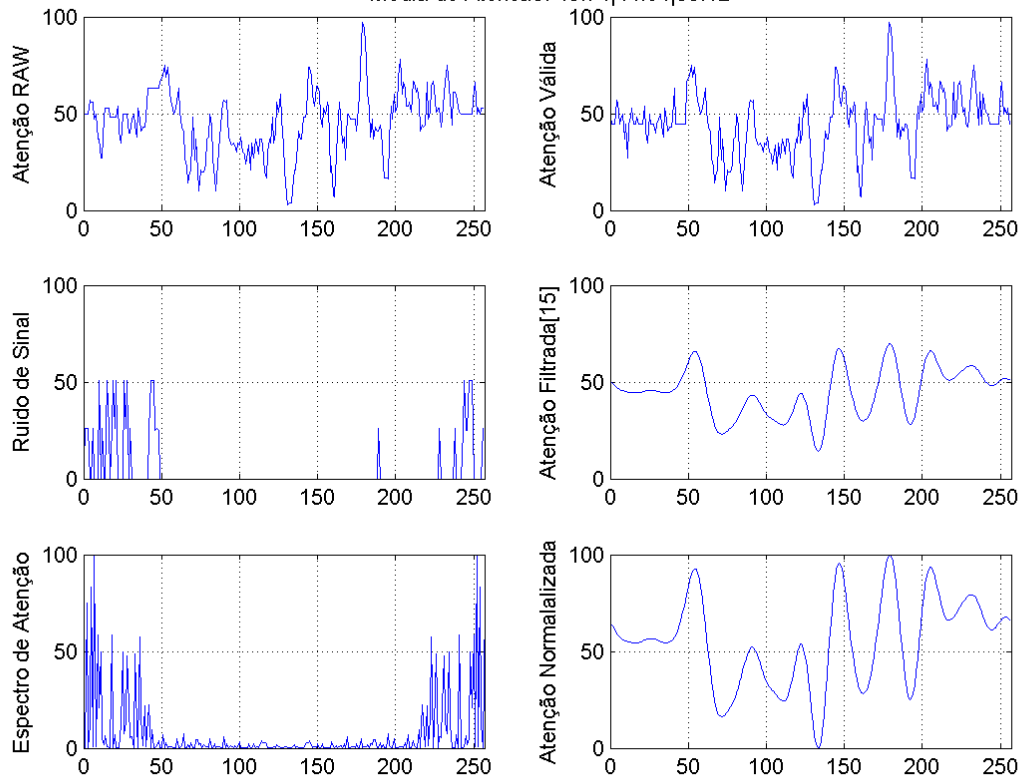


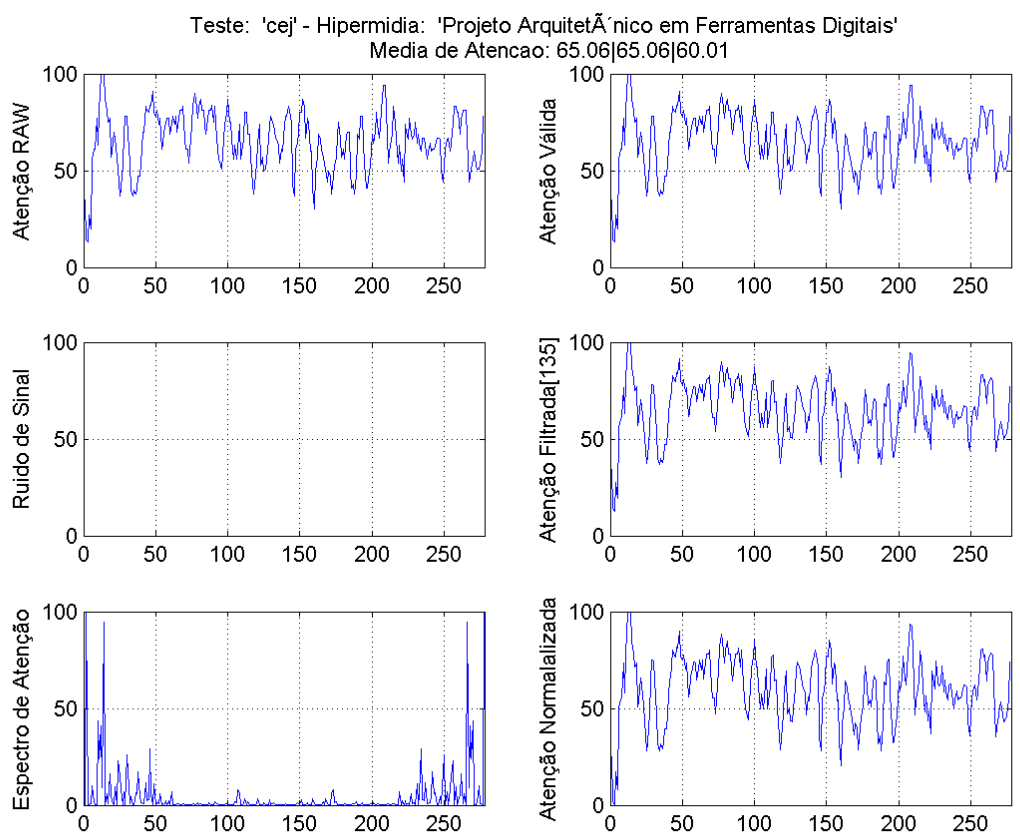
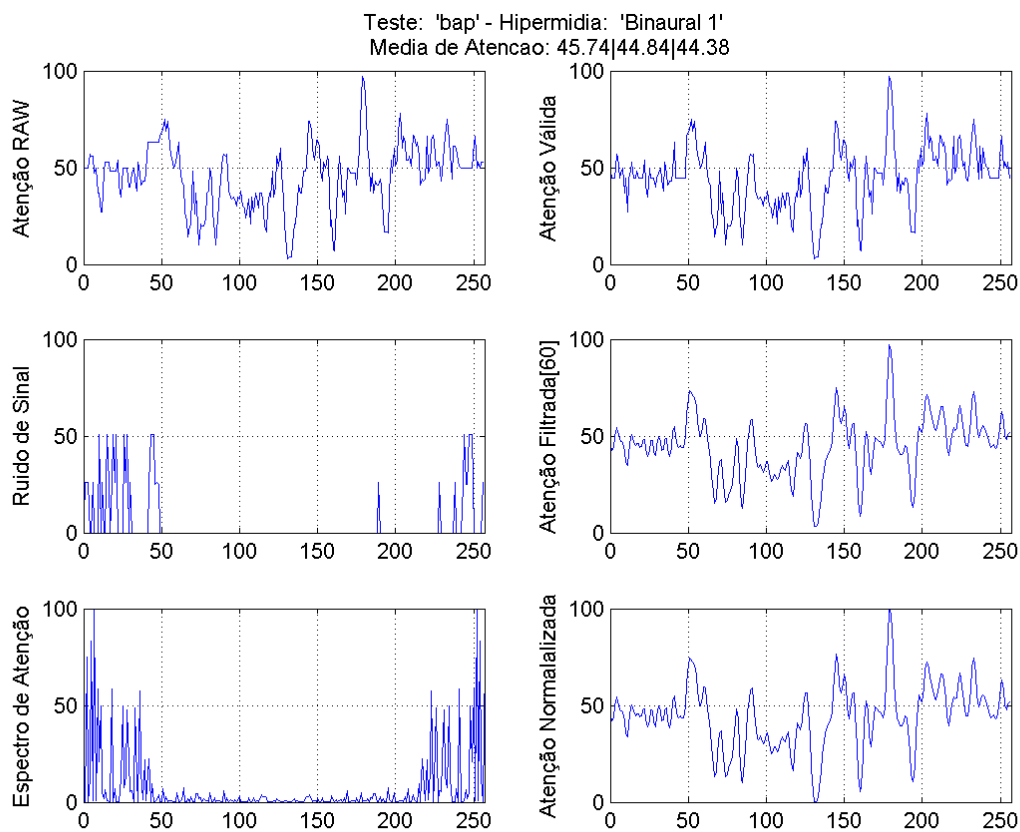


Teste: 'bap' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 45.74|44.84|44.51

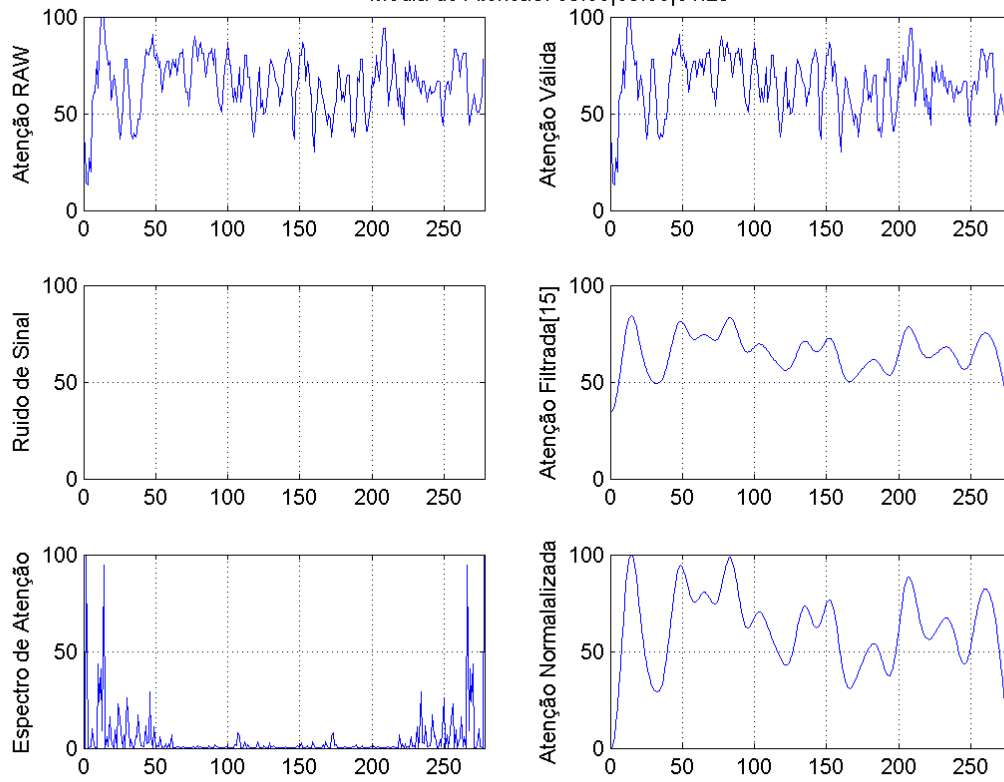


Teste: 'bap' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 45.74|44.84|55.12

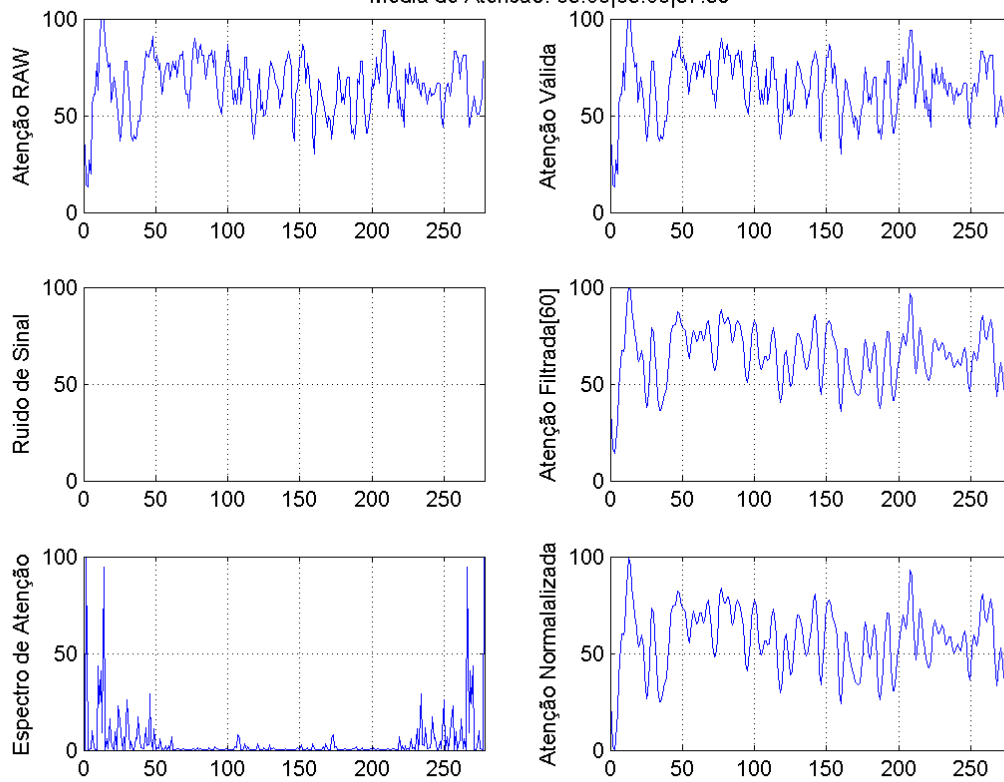




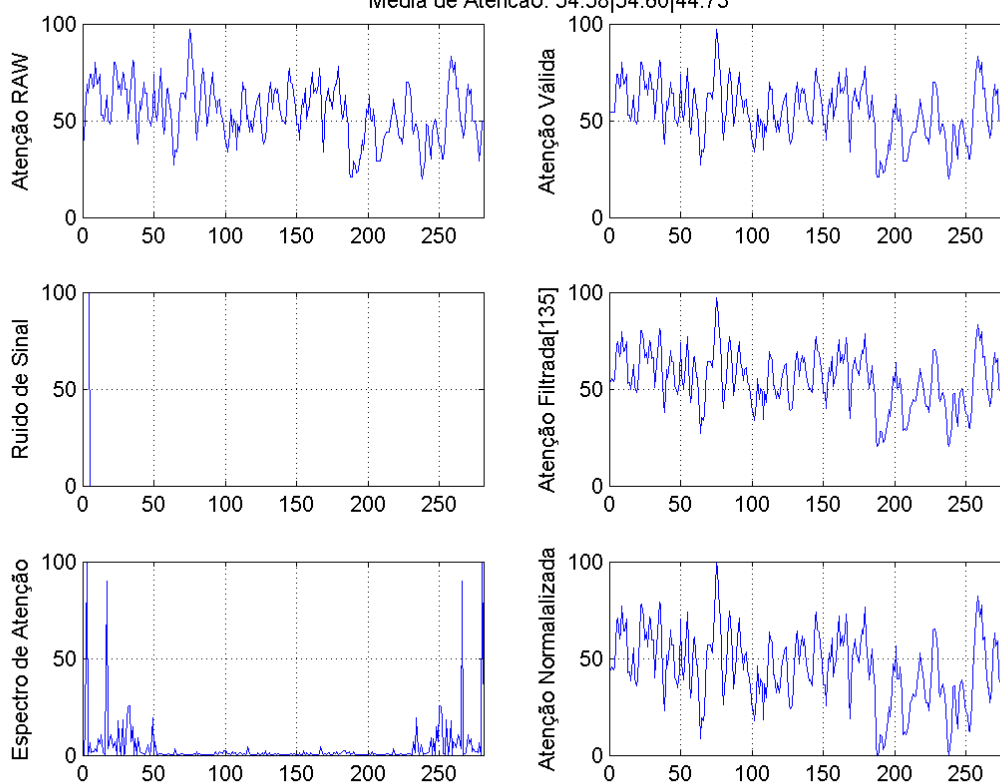
Teste: 'cej' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 65.06|65.06|61.25



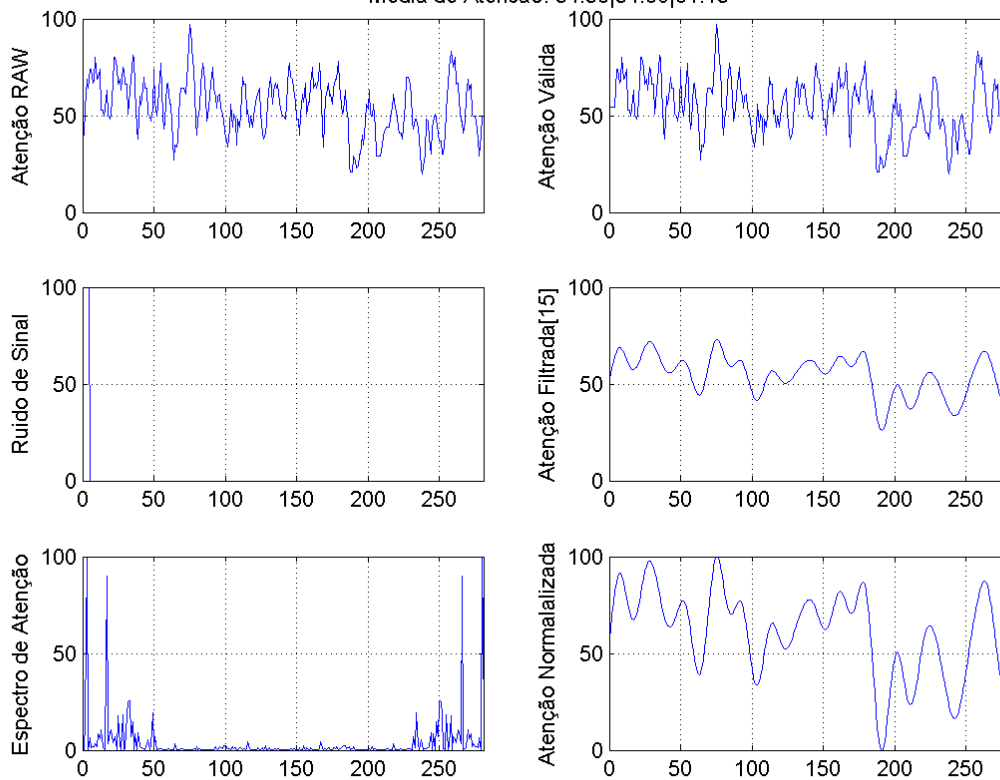
Teste: 'cej' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 65.06|65.06|57.39



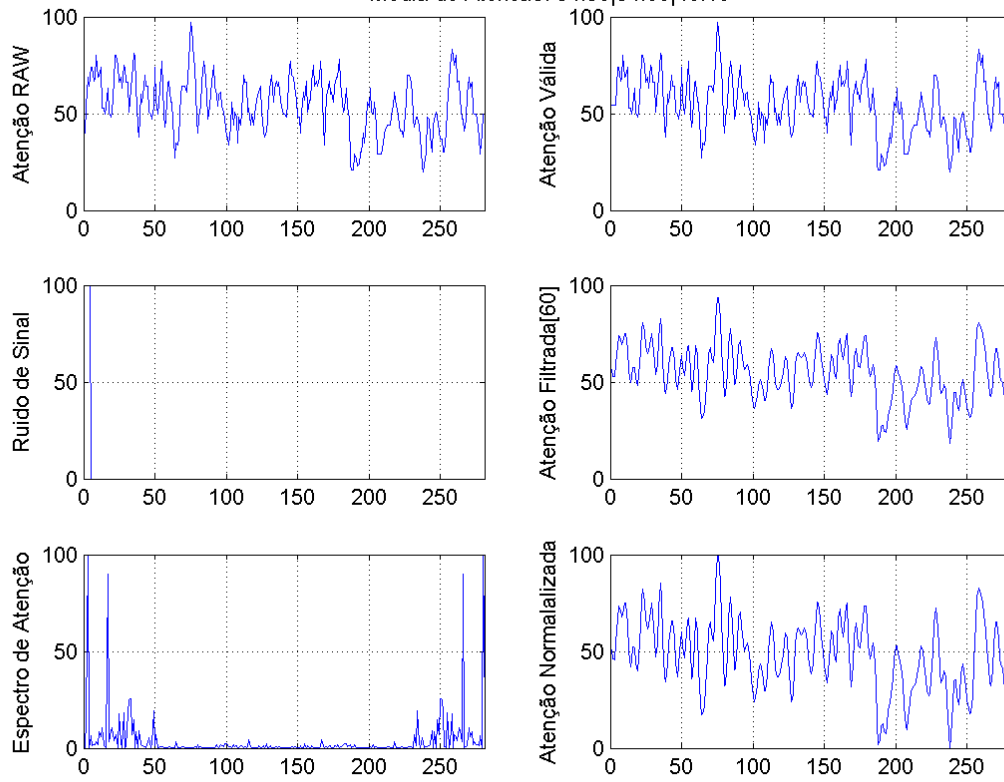
Teste: 'cej' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 54.58|54.60|44.73



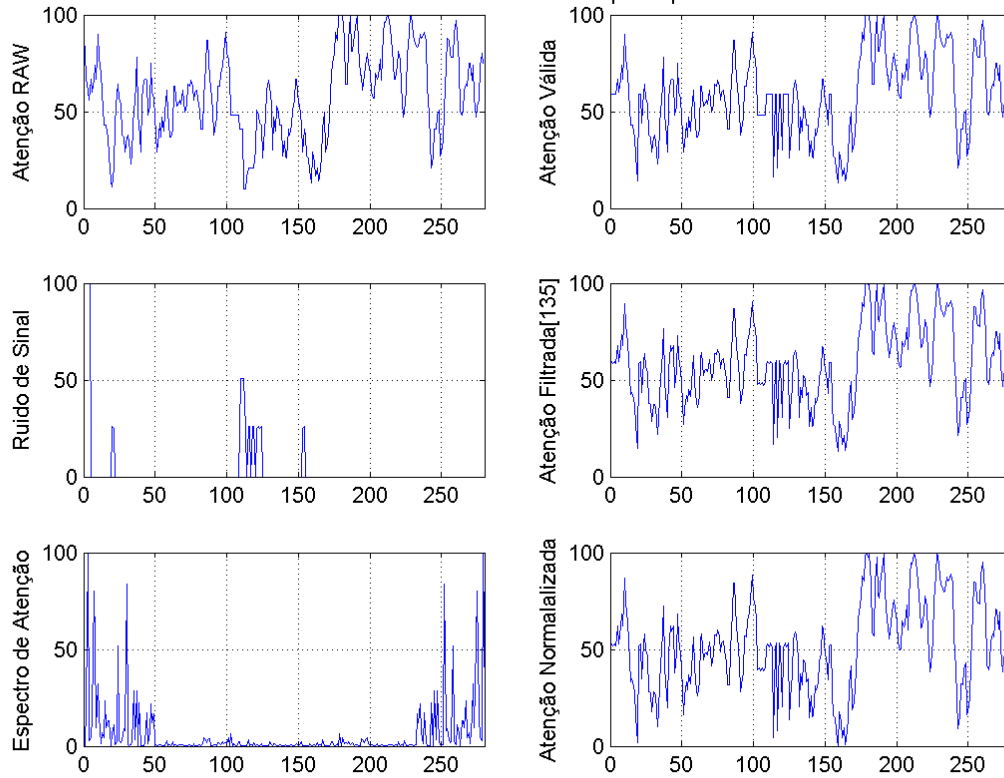
Teste: 'cej' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 54.58|54.60|61.15



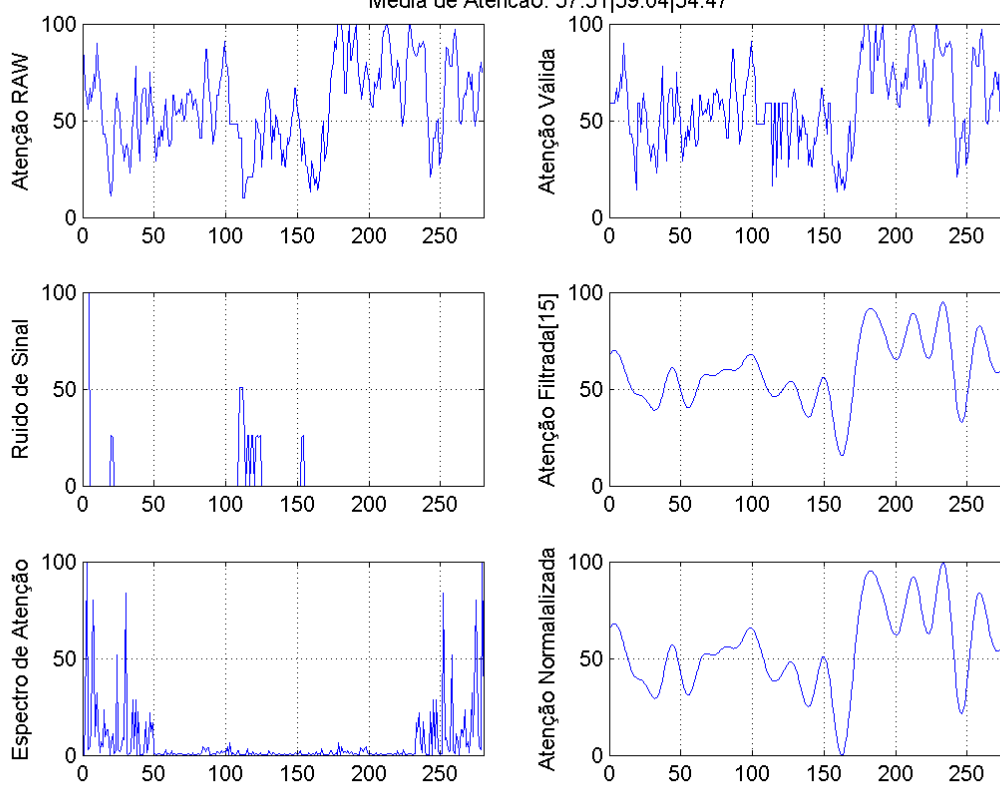
Teste: 'cej' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 54.58|54.60|48.16



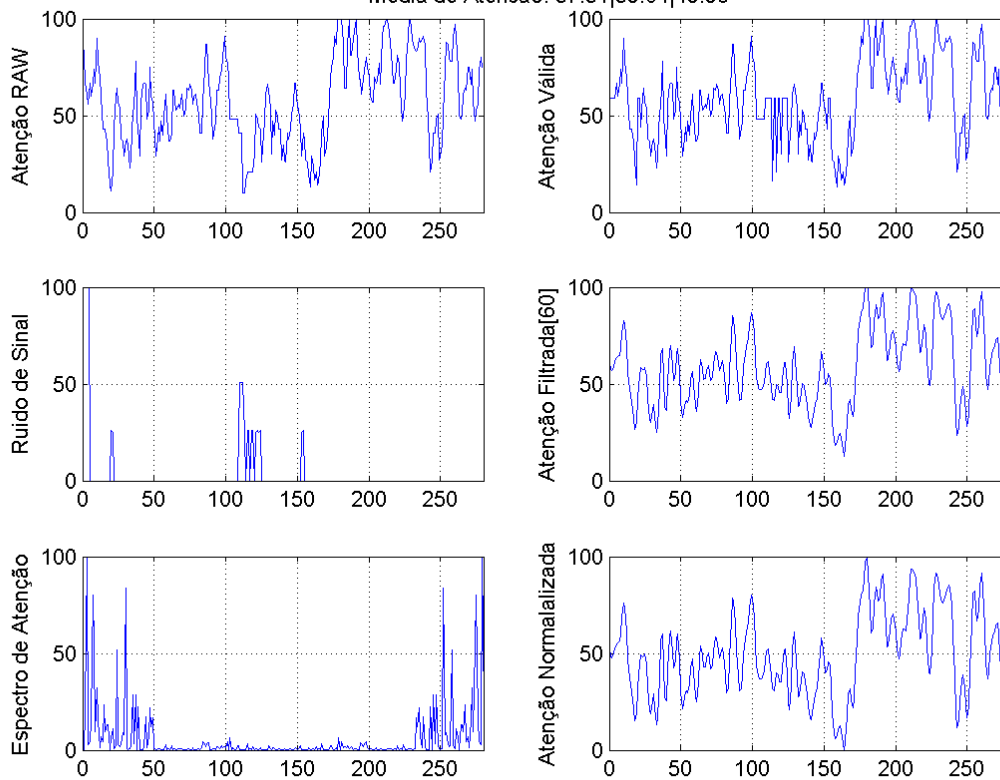
Teste: 'cej' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 57.51|59.04|52.31



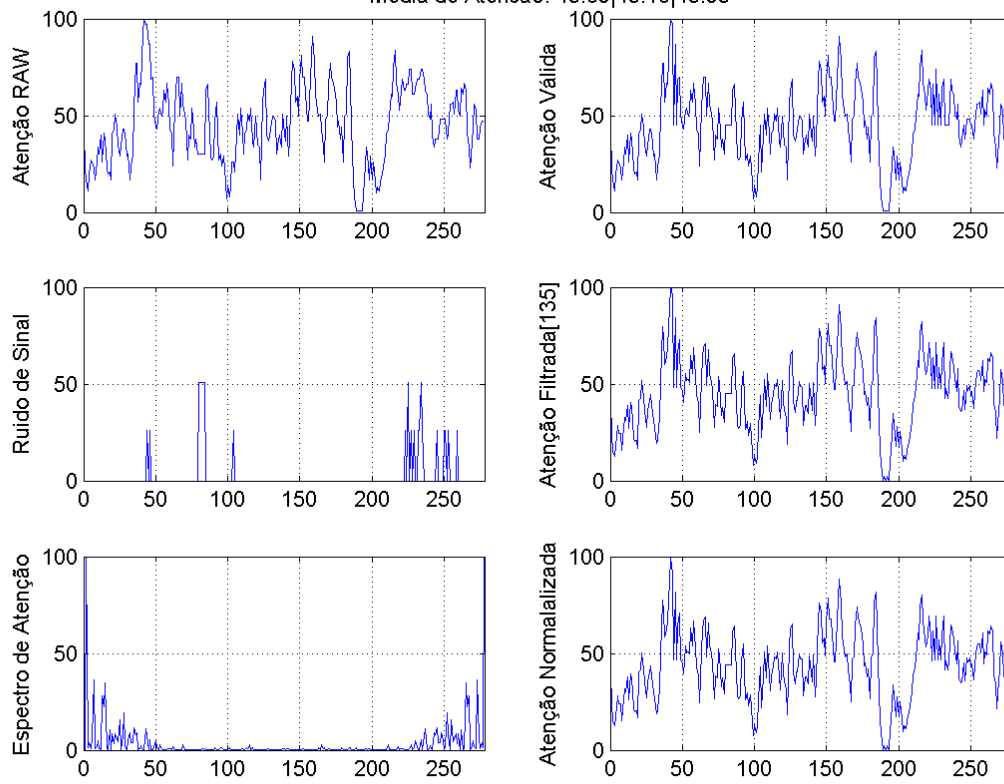
Teste: 'cej' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 57.51|59.04|54.47



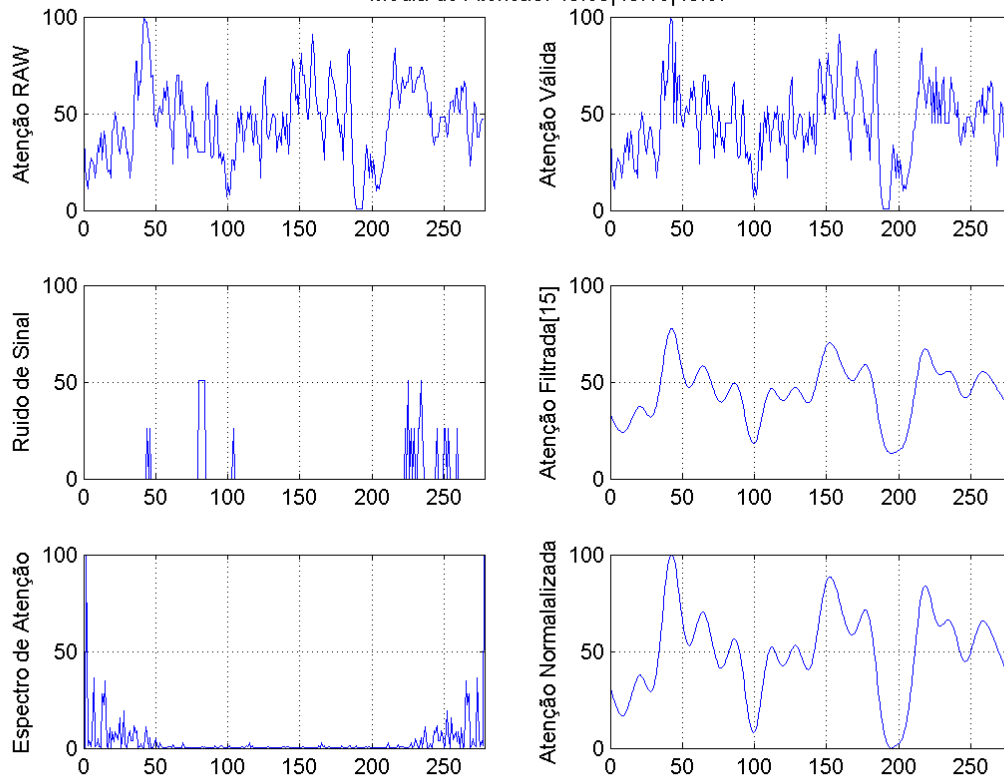
Teste: 'cej' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 57.51|59.04|49.96



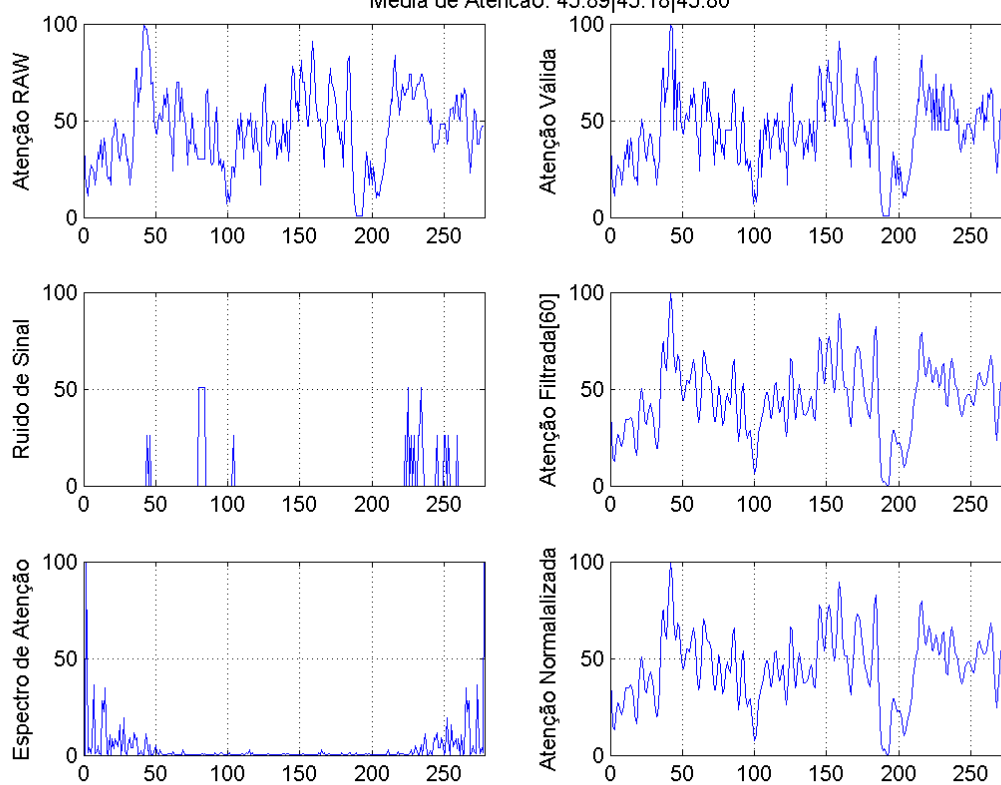
Teste: 'gv' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 45.89|45.18|43.95



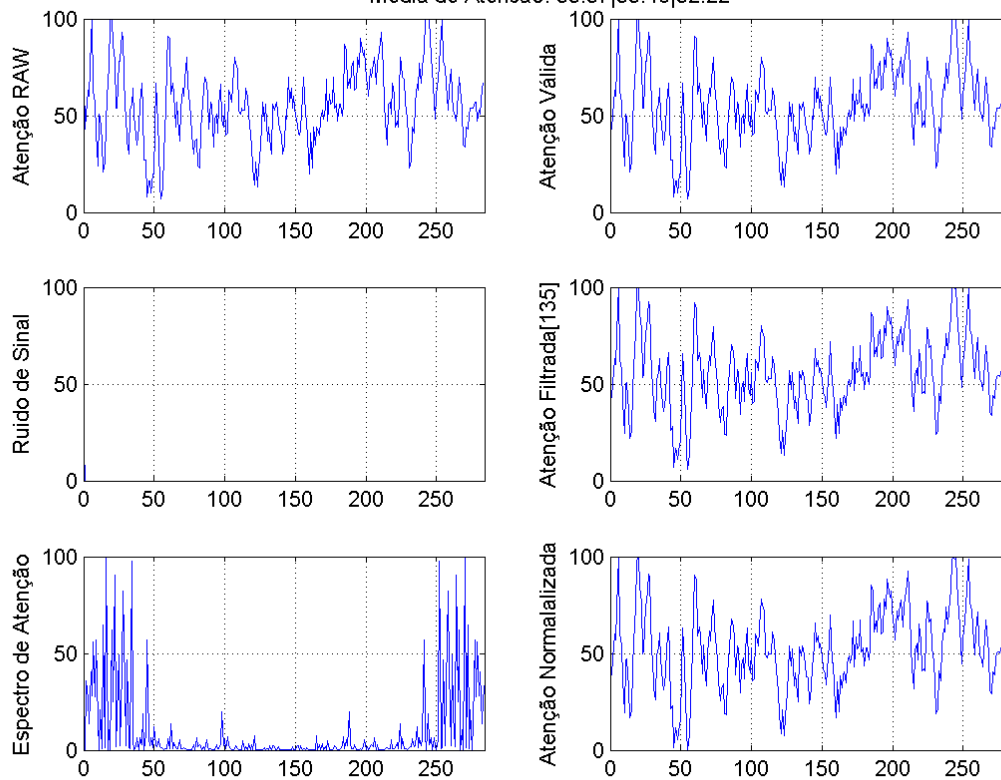
Teste: 'gv' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 45.89|45.18|49.87



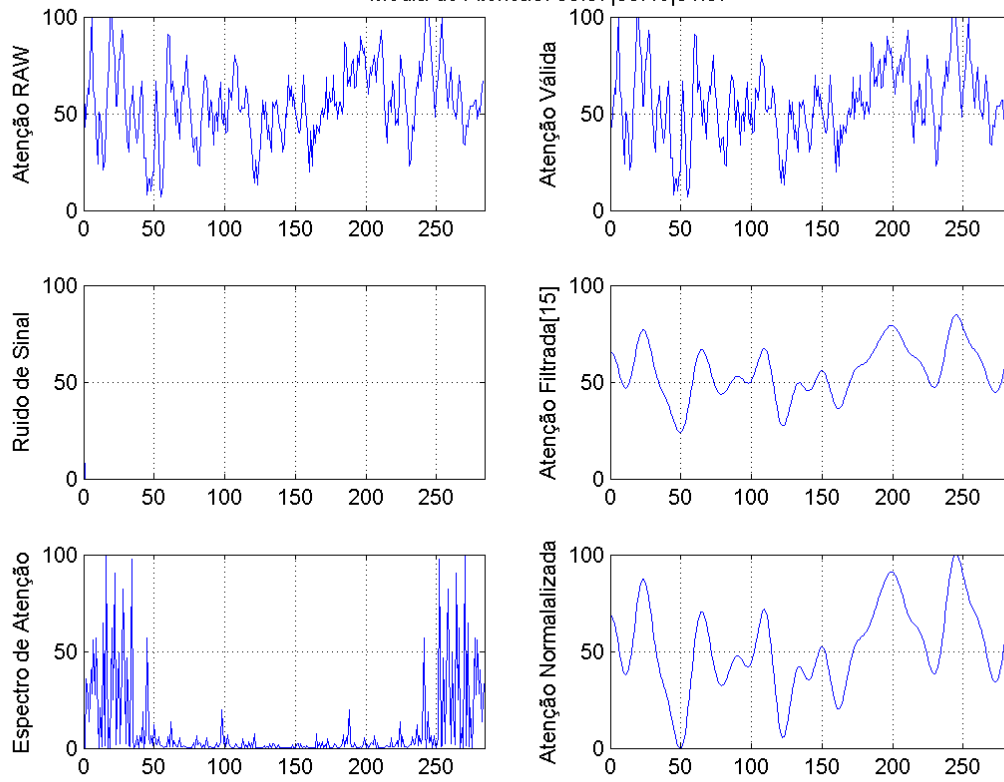
Teste: 'gv' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 45.89|45.18|45.80



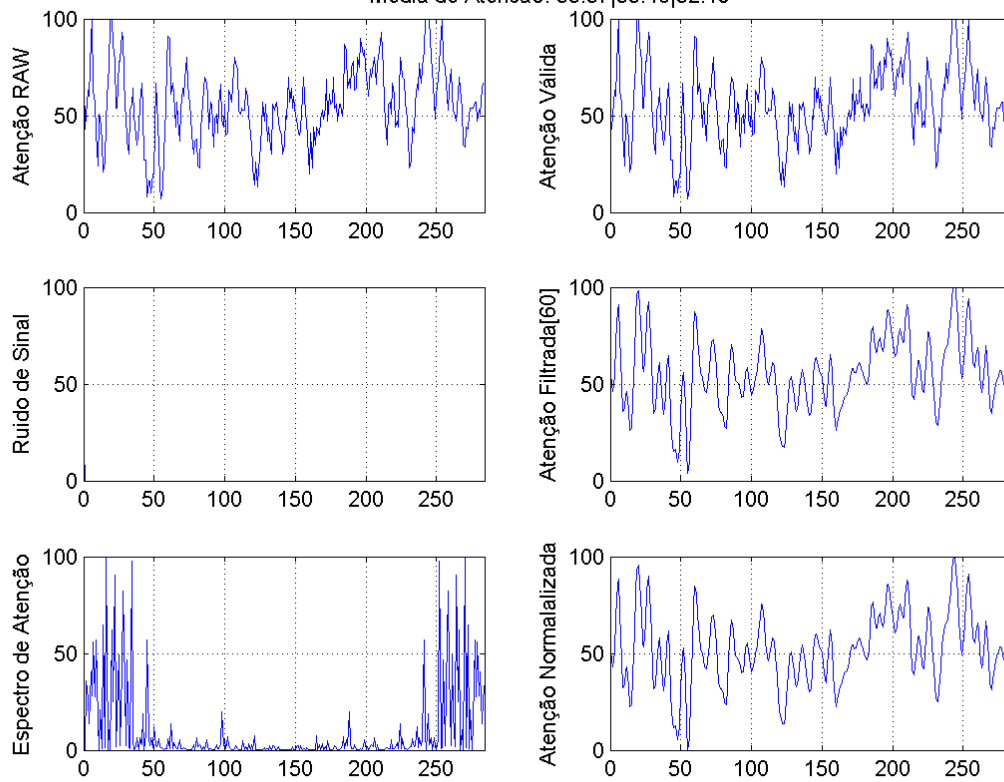
Teste: 'gv' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atenção: 55.57|55.48|52.22

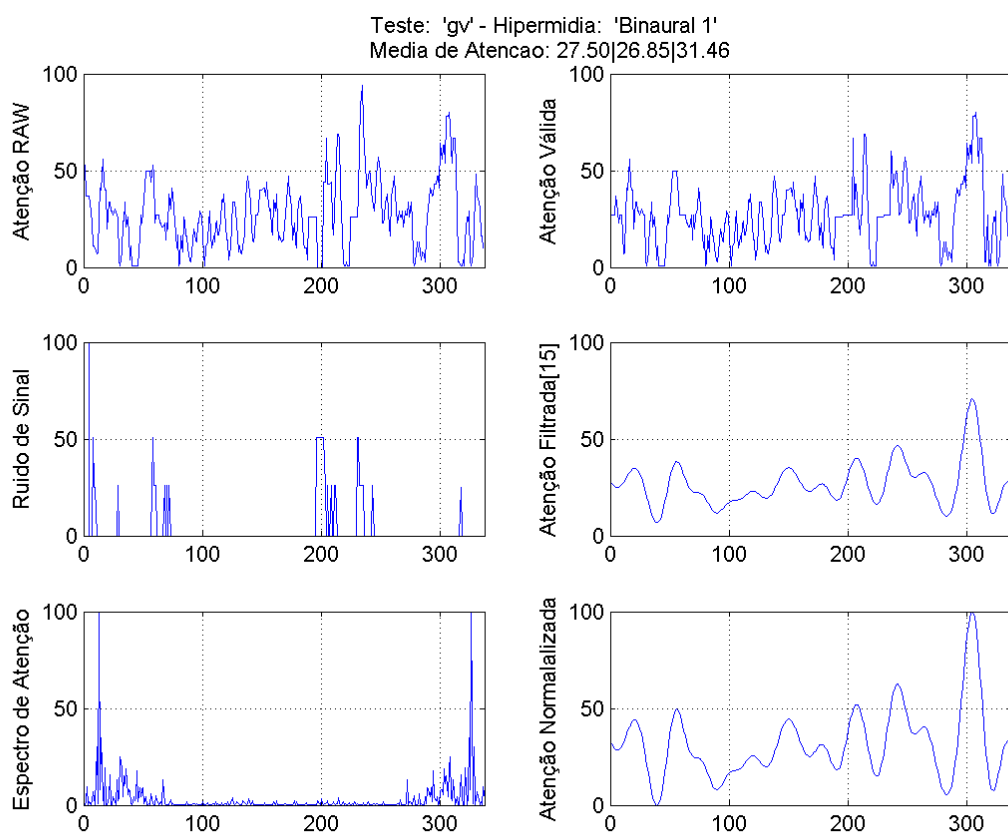
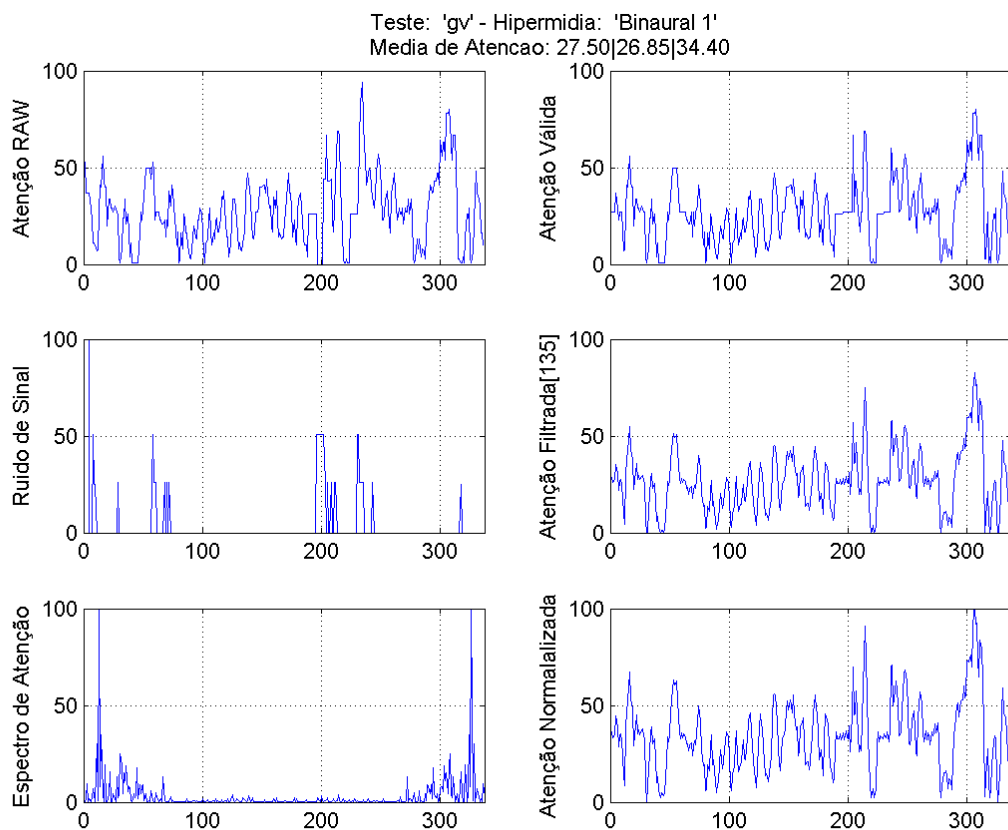


Teste: 'gv' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 55.57|55.48|51.97

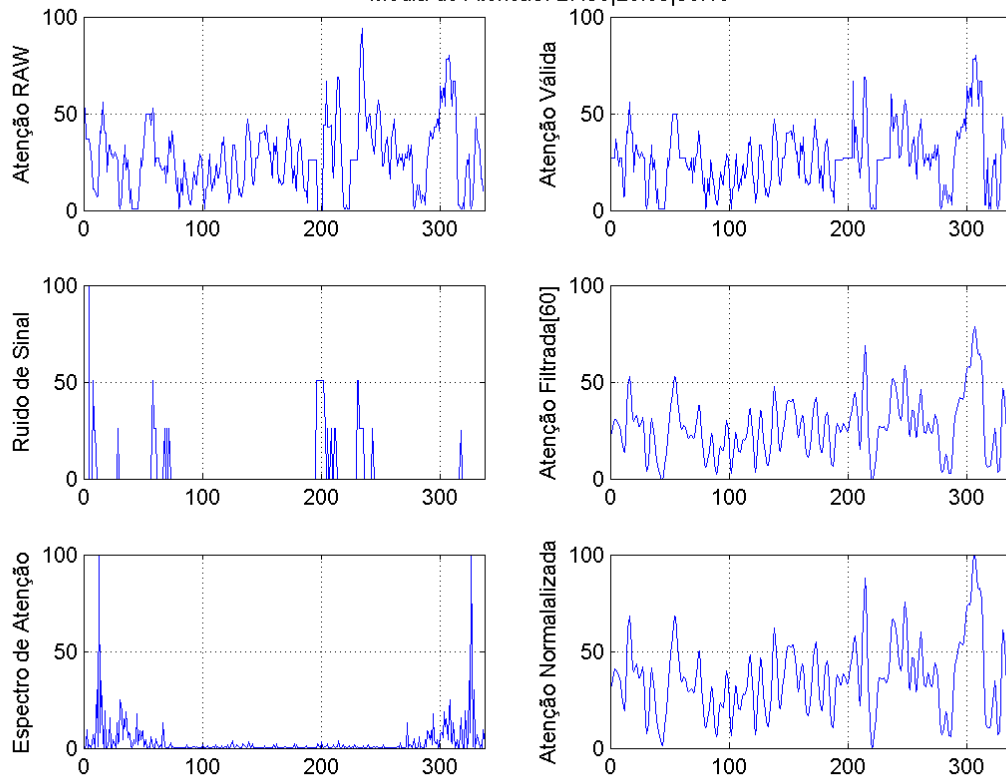


Teste: 'gv' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 55.57|55.48|52.19

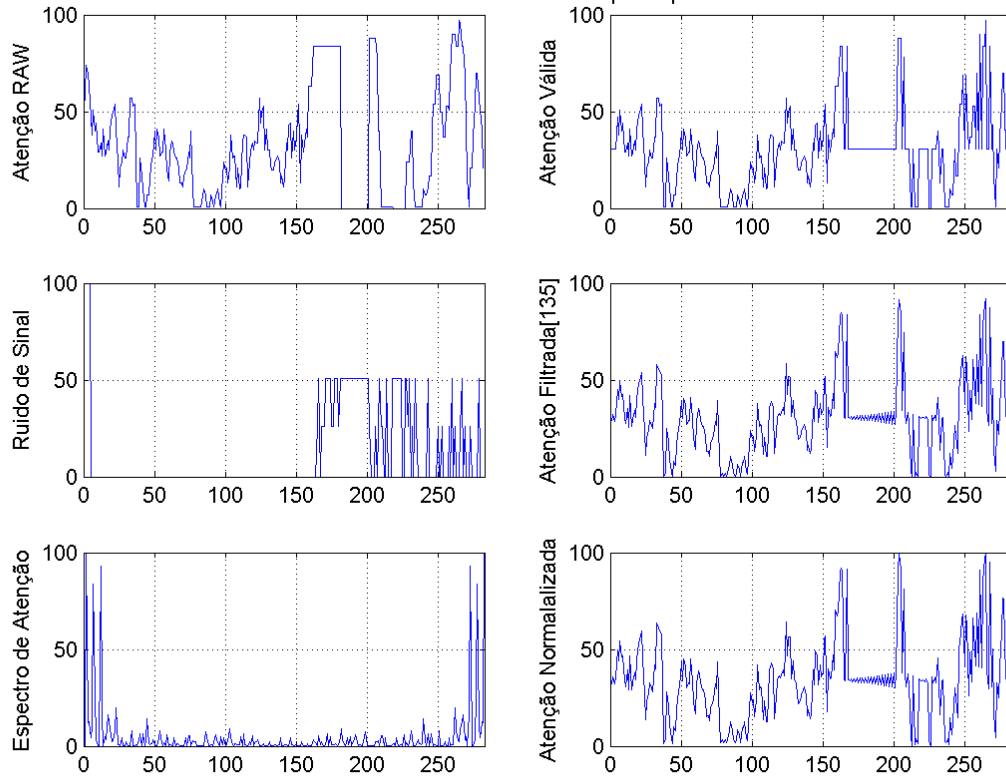




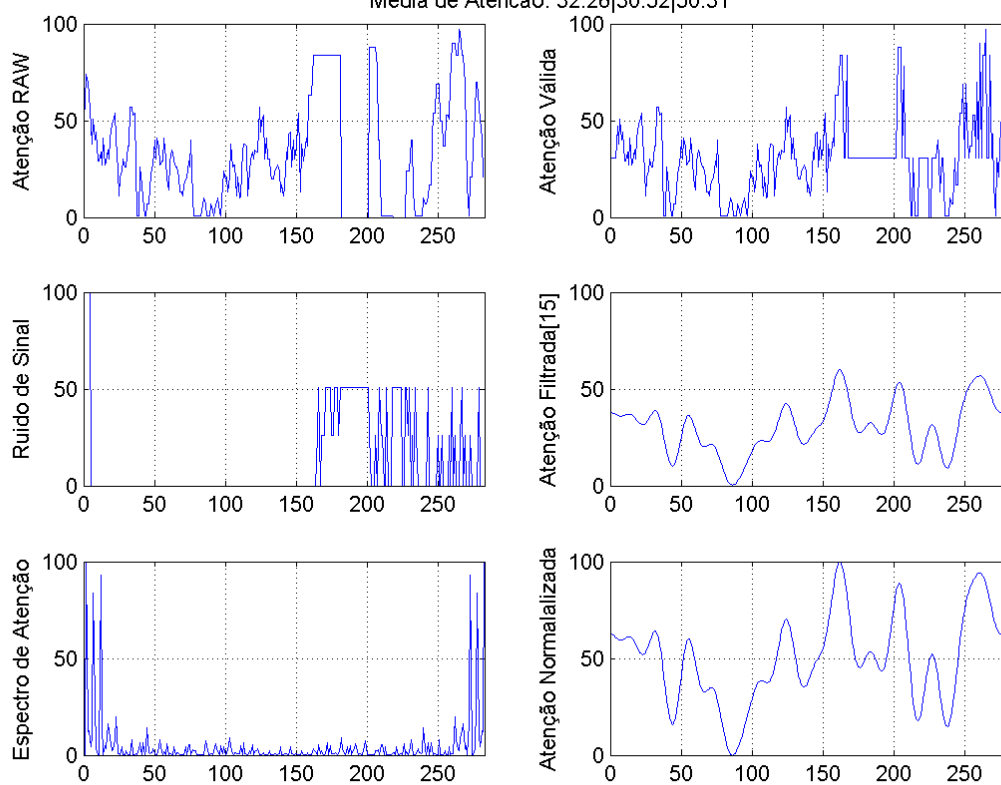
Teste: 'gv' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 27.50|26.85|36.10



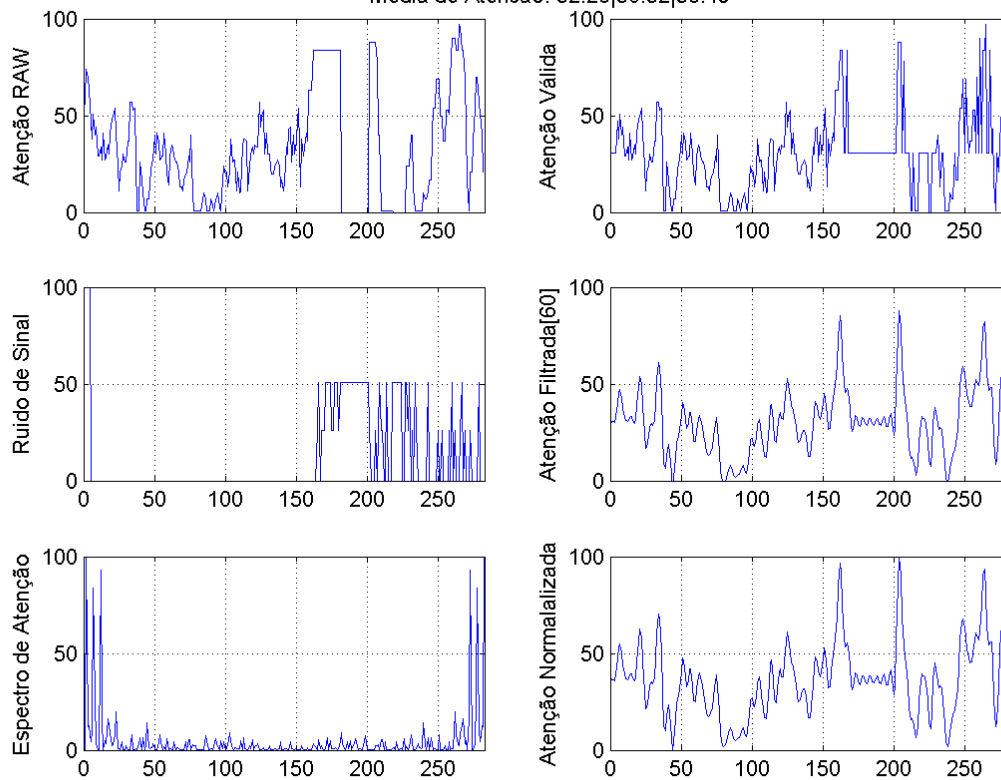
Teste: 'jd' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 32.26|30.52|34.08



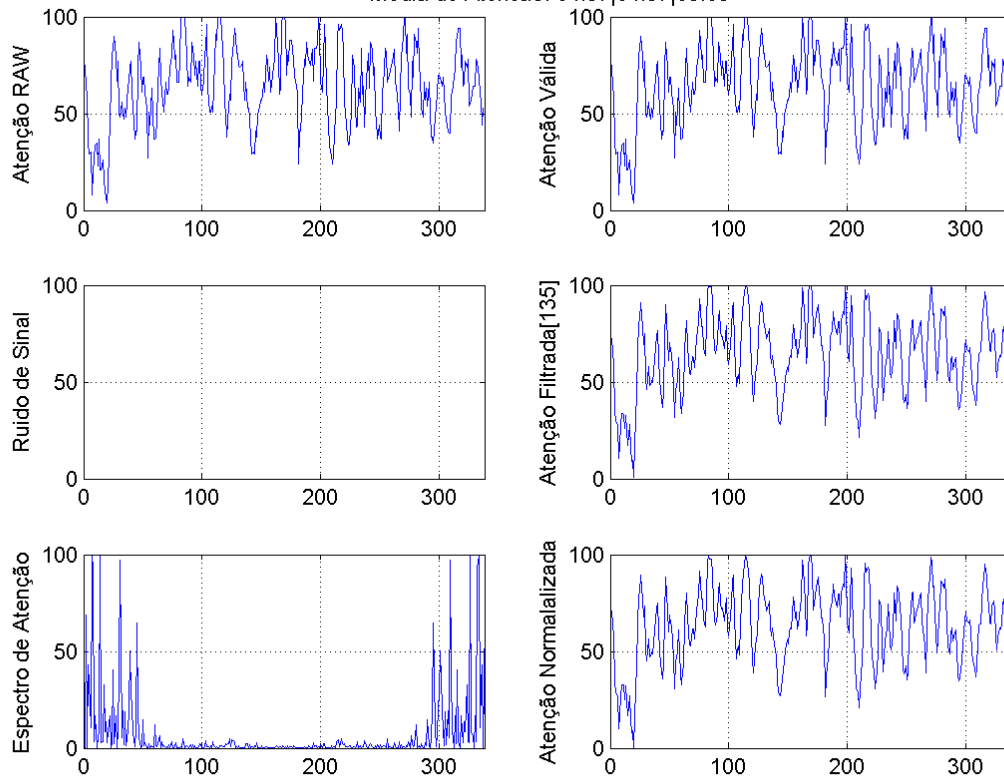
Teste: 'jd' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 32.26|30.52|50.31



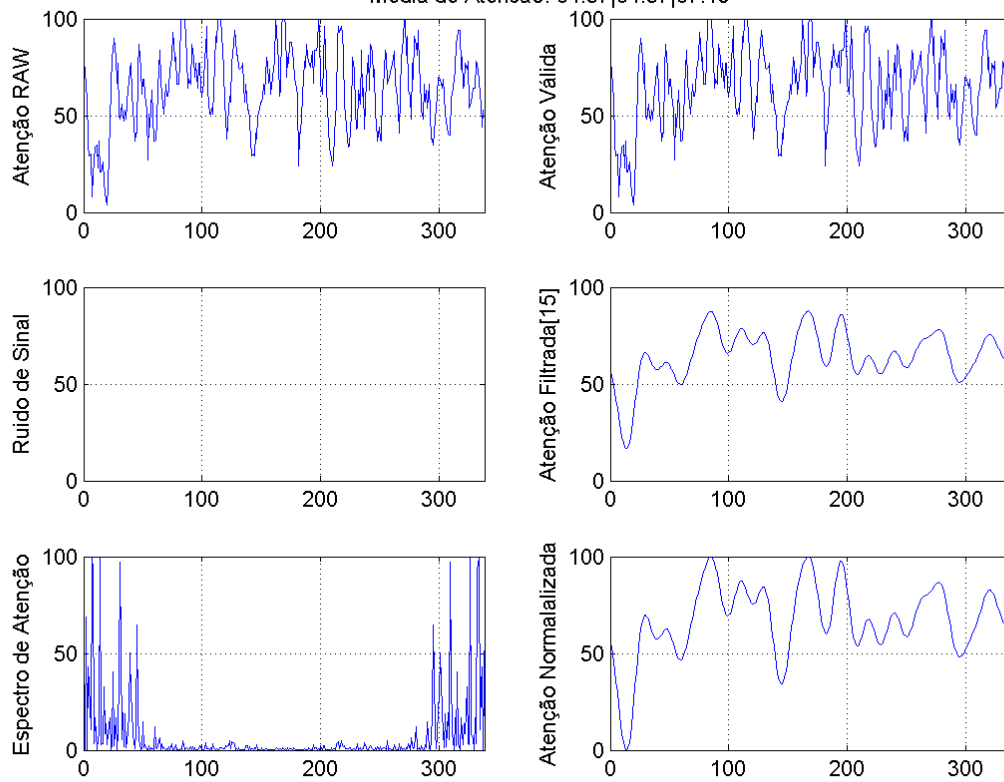
Teste: 'jd' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 32.26|30.52|36.49



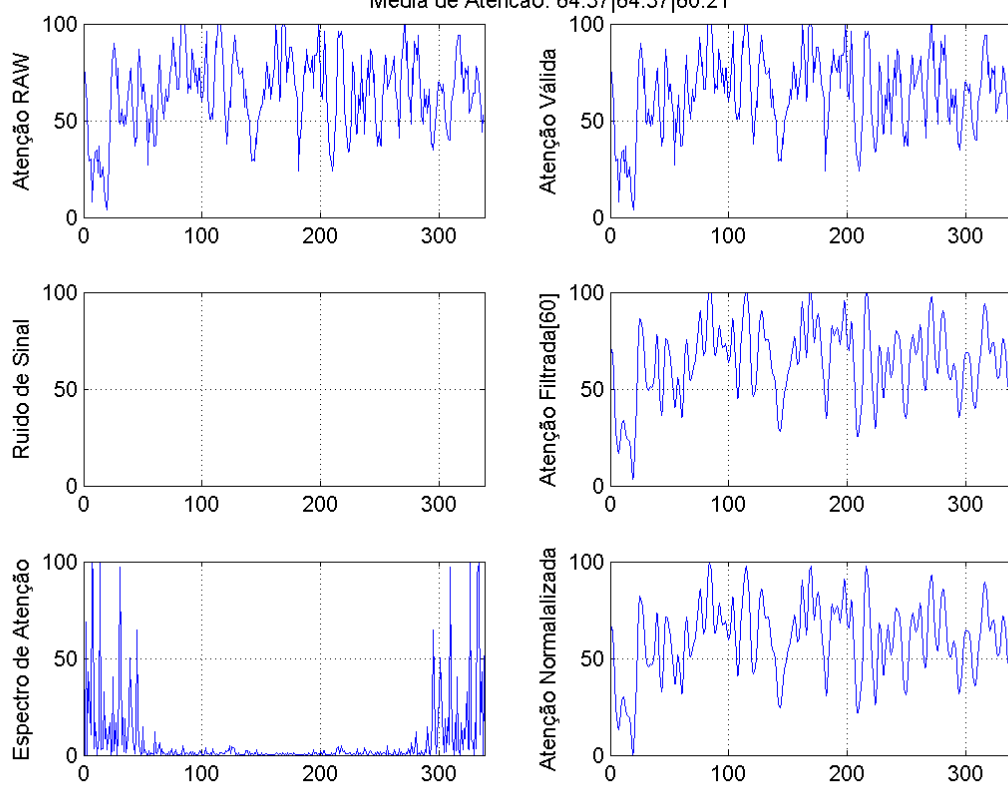
Teste: 'jd' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 64.37|64.37|63.03



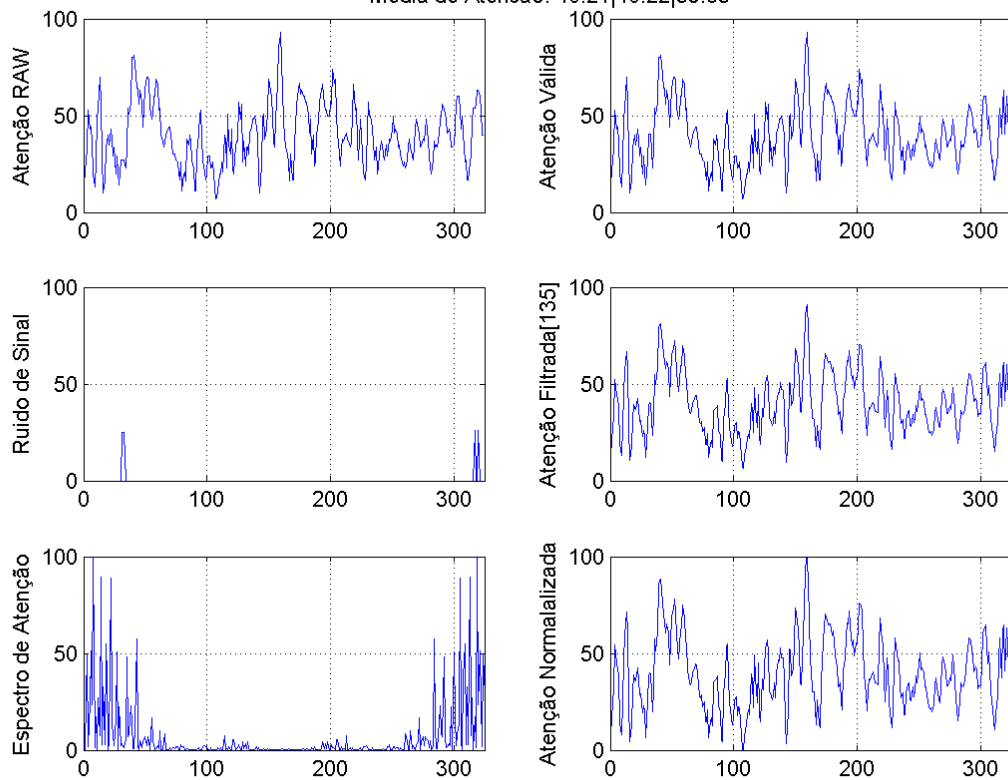
Teste: 'jd' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 64.37|64.37|67.19



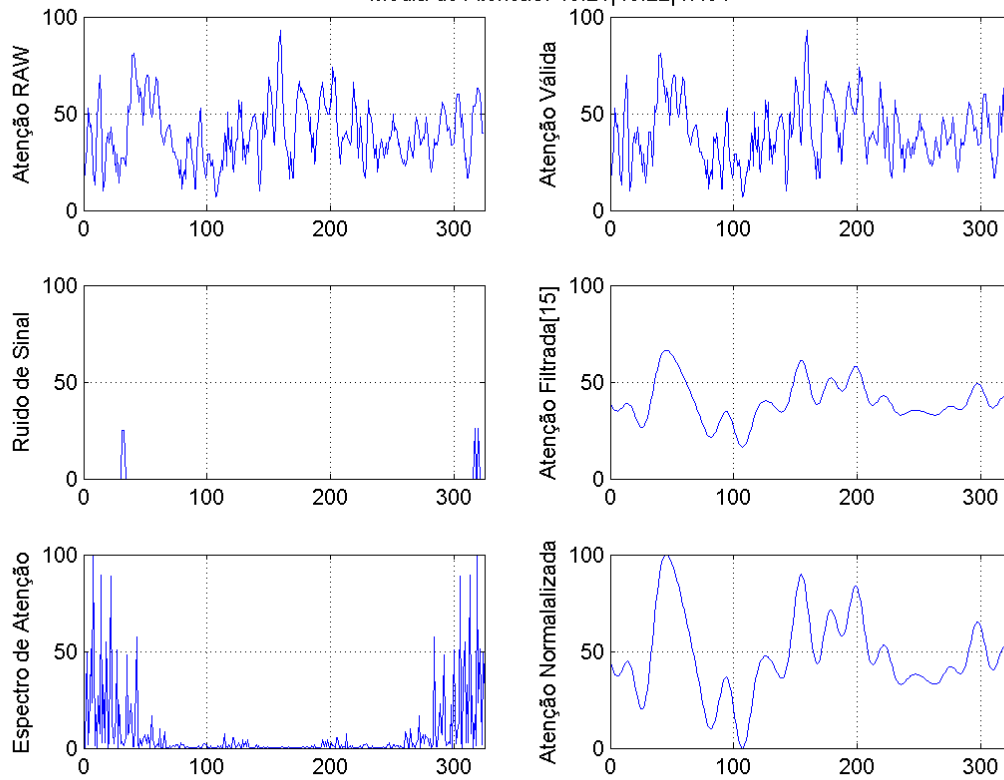
Teste: 'jd' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atenção: 64.37|64.37|60.21



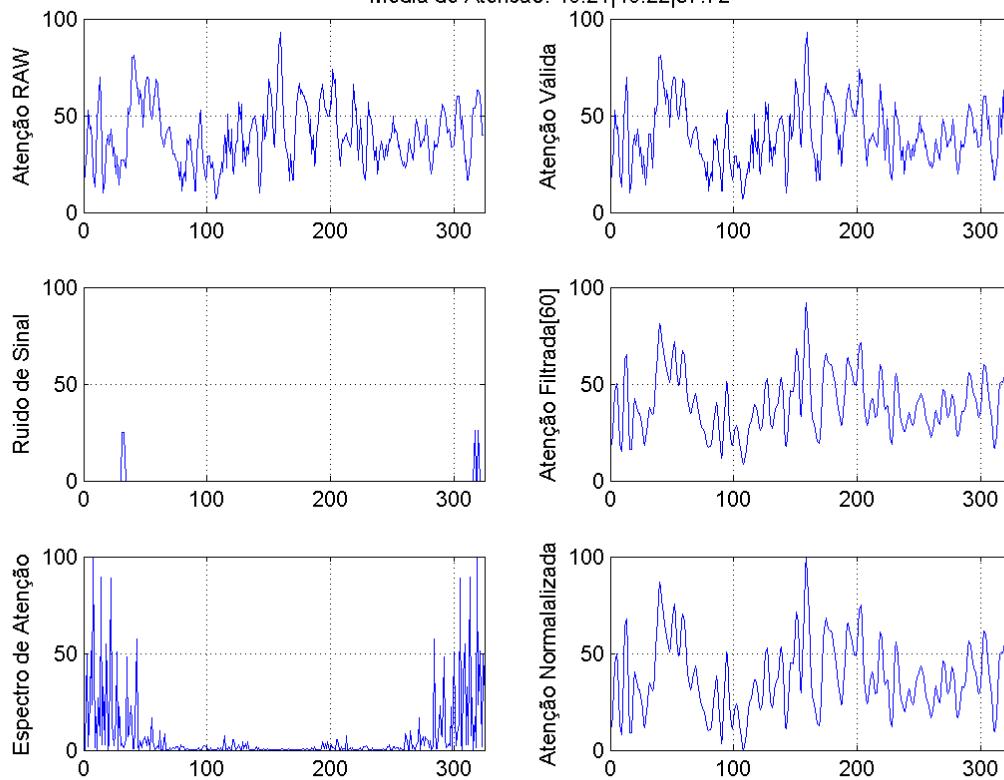
Teste: 'jd' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atenção: 40.21|40.22|39.85



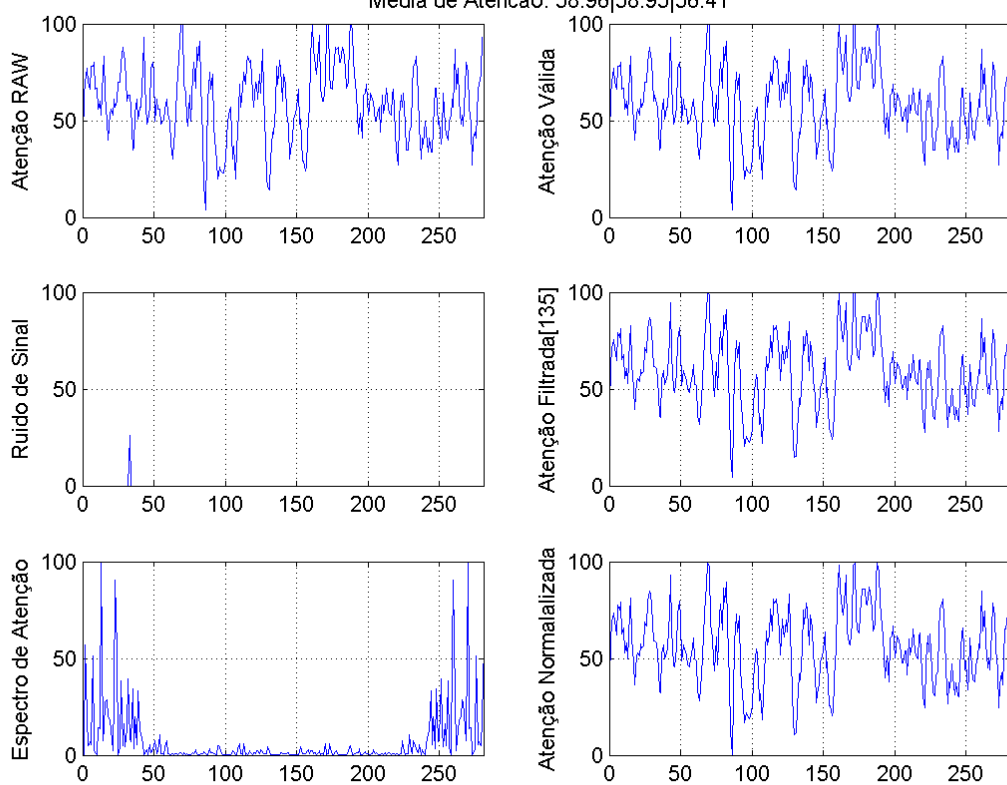
Teste: 'jd' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 40.21|40.22|47.64



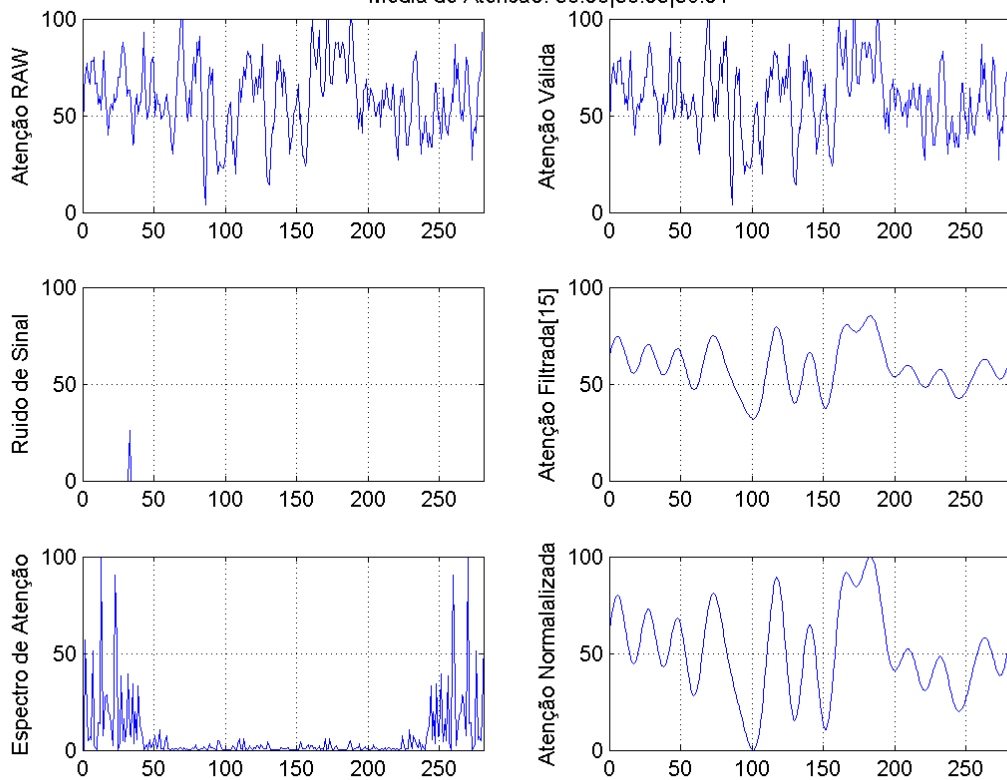
Teste: 'jd' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 40.21|40.22|37.72



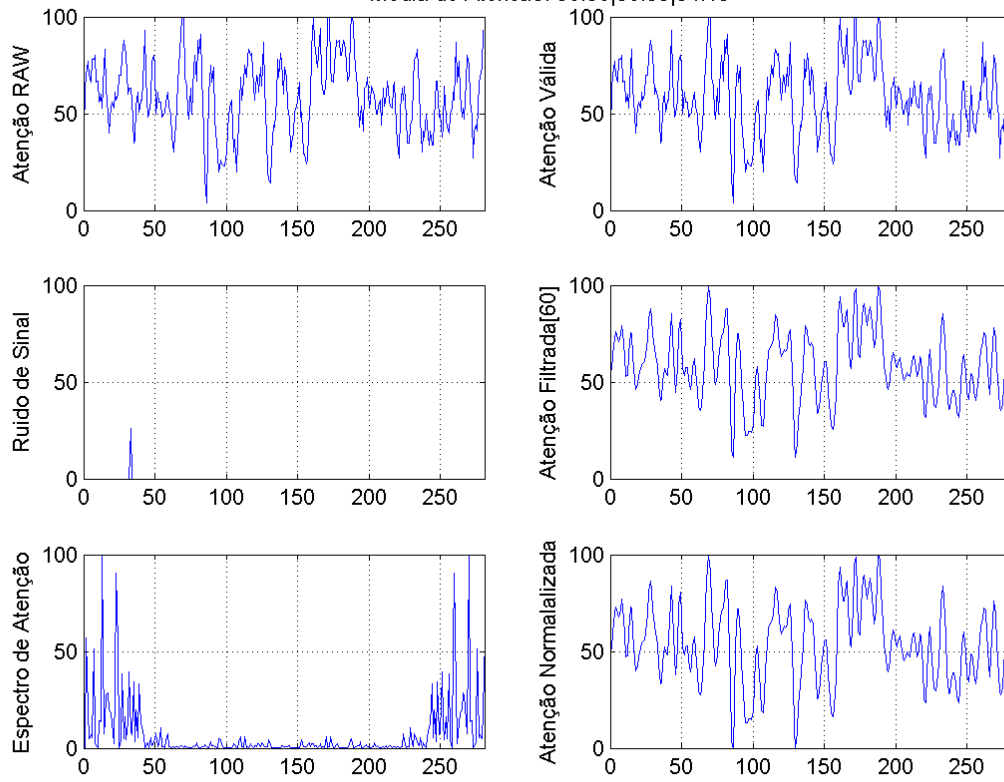
Teste: 'Is' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atenção: 58.96|58.95|56.41



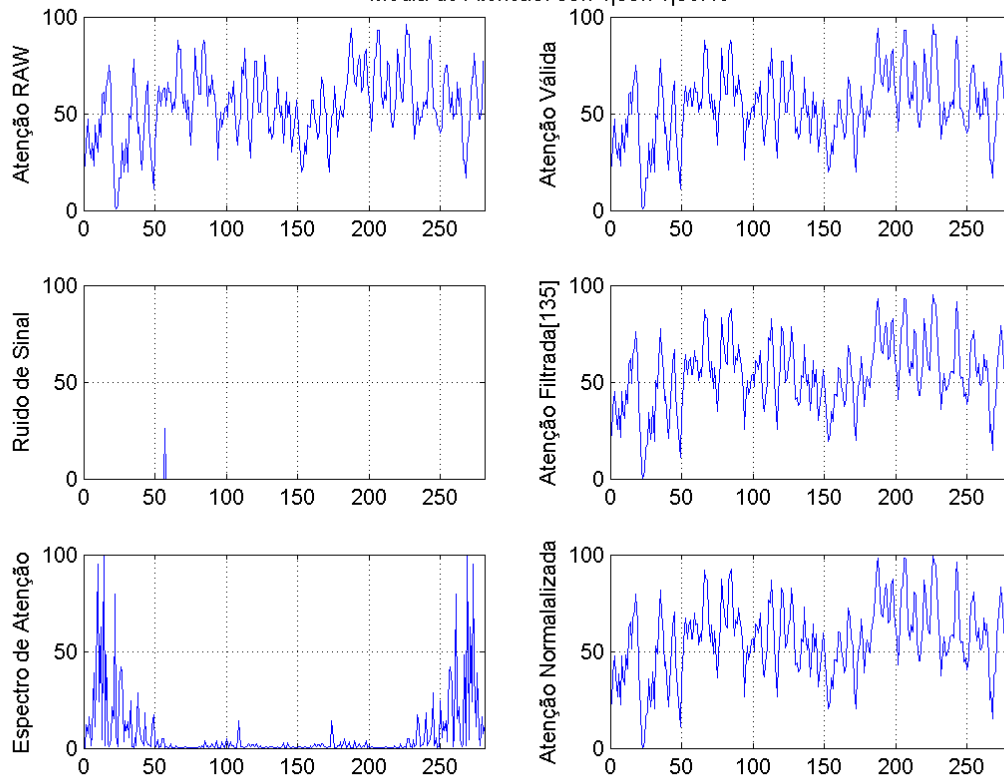
Teste: 'Is' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atenção: 58.96|58.95|50.91



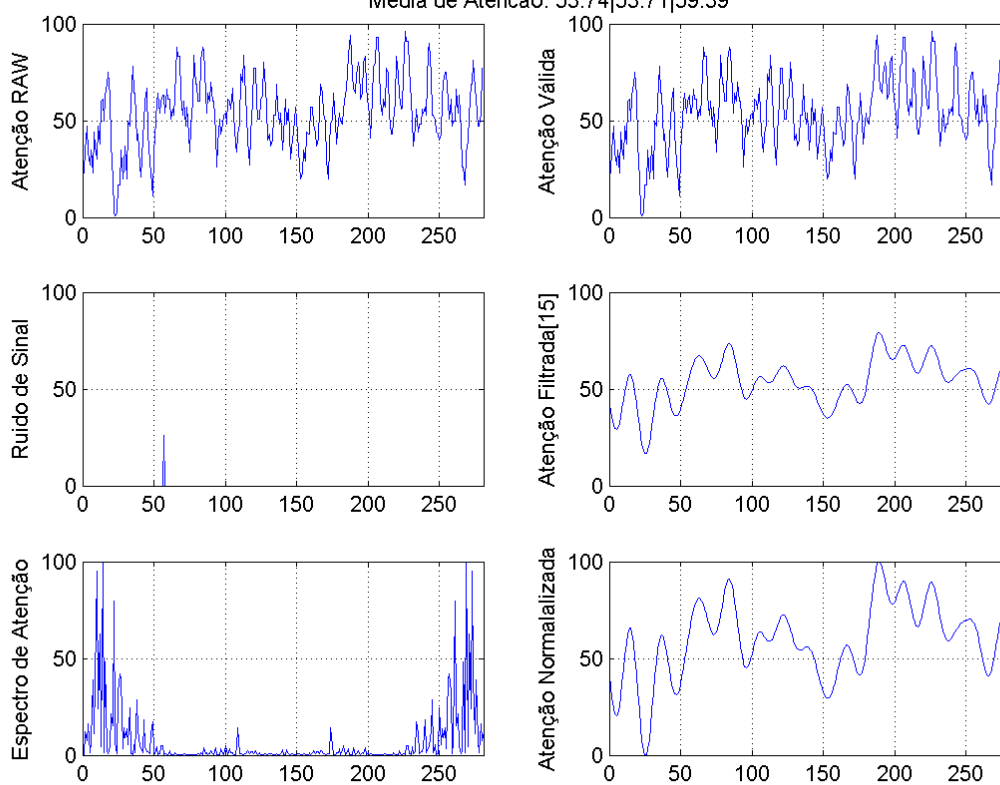
Teste: 'Isl' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 58.96|58.95|54.15



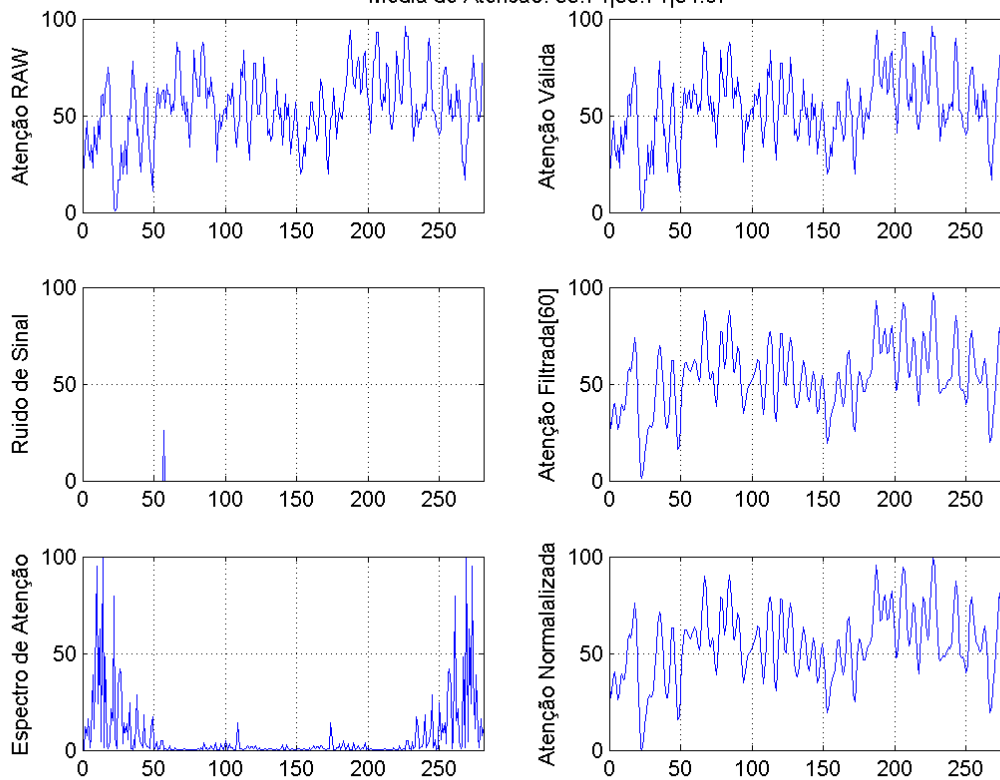
Teste: 'Isl' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 53.74|53.71|56.40



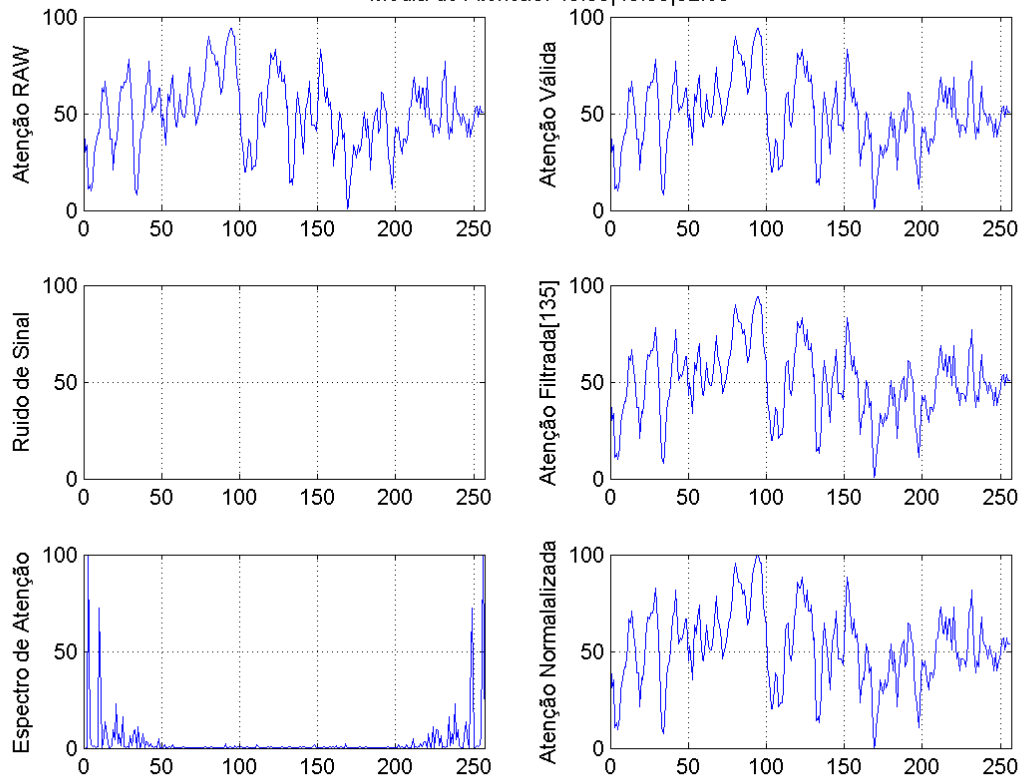
Teste: 'IsI' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atenção: 53.74|53.71|59.39



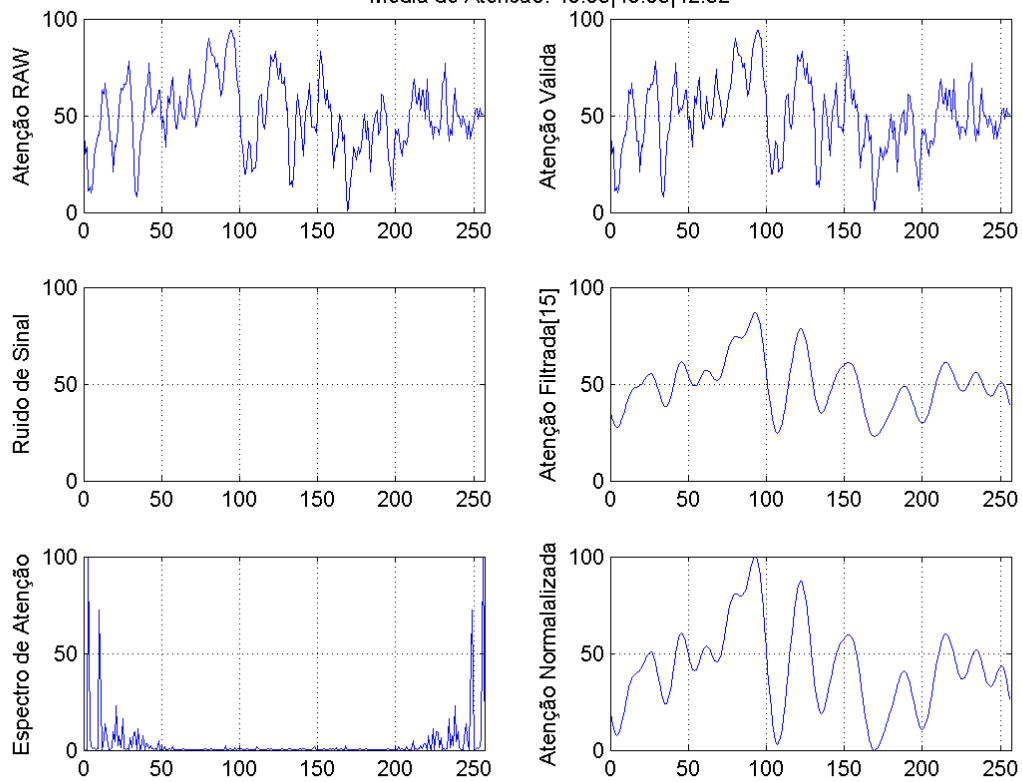
Teste: 'IsI' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atenção: 53.74|53.71|54.67



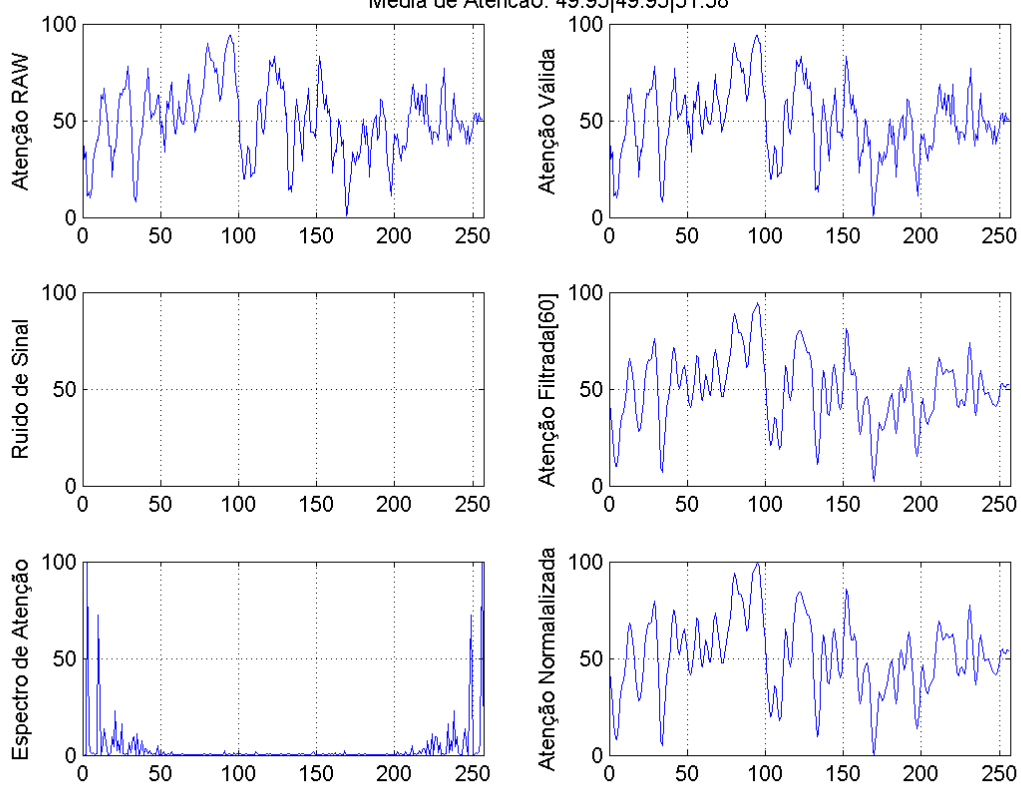
Teste: 'IsI' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 49.95|49.95|52.63



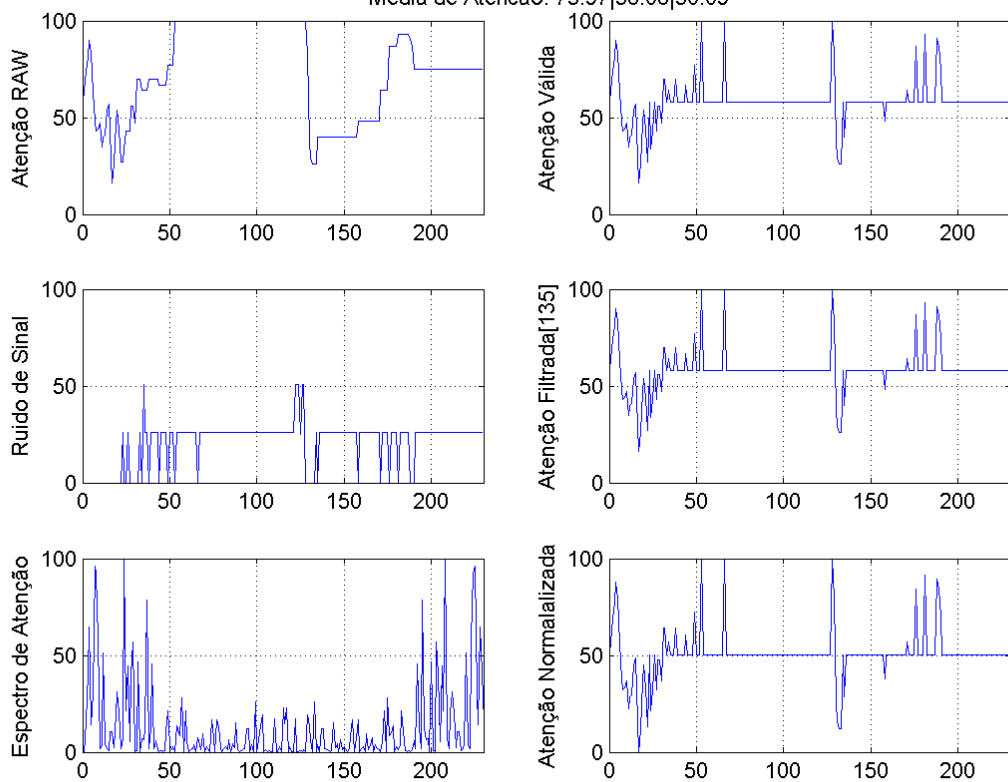
Teste: 'IsI' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 49.95|49.95|42.52



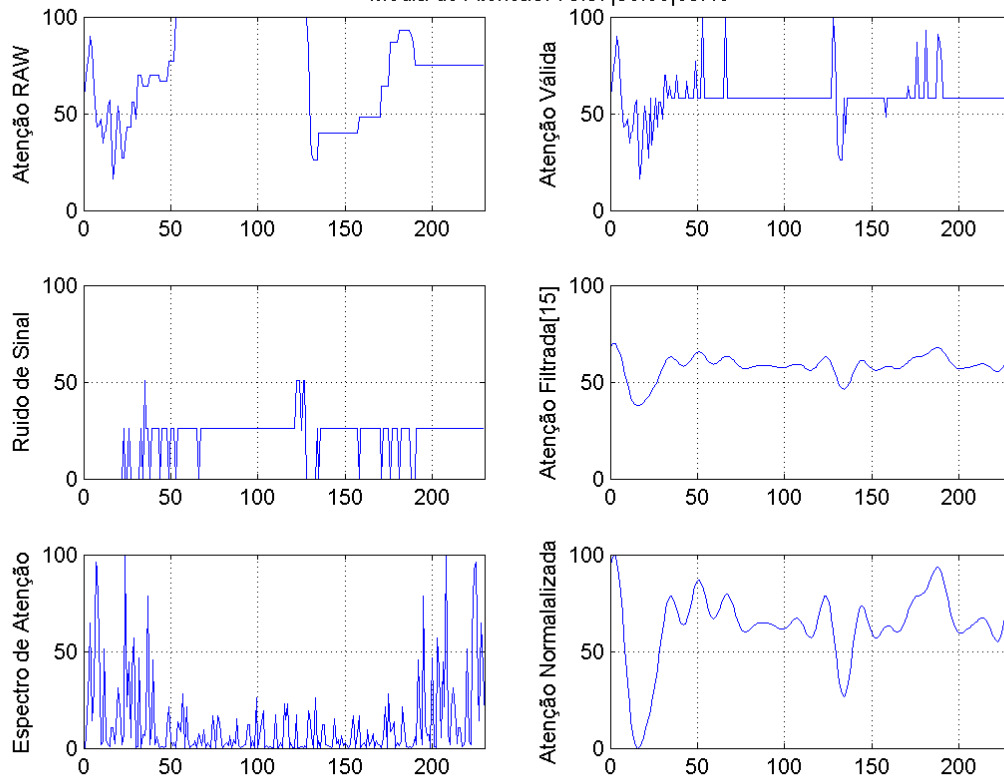
Teste: 'ls' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atenção: 49.95|49.95|51.58



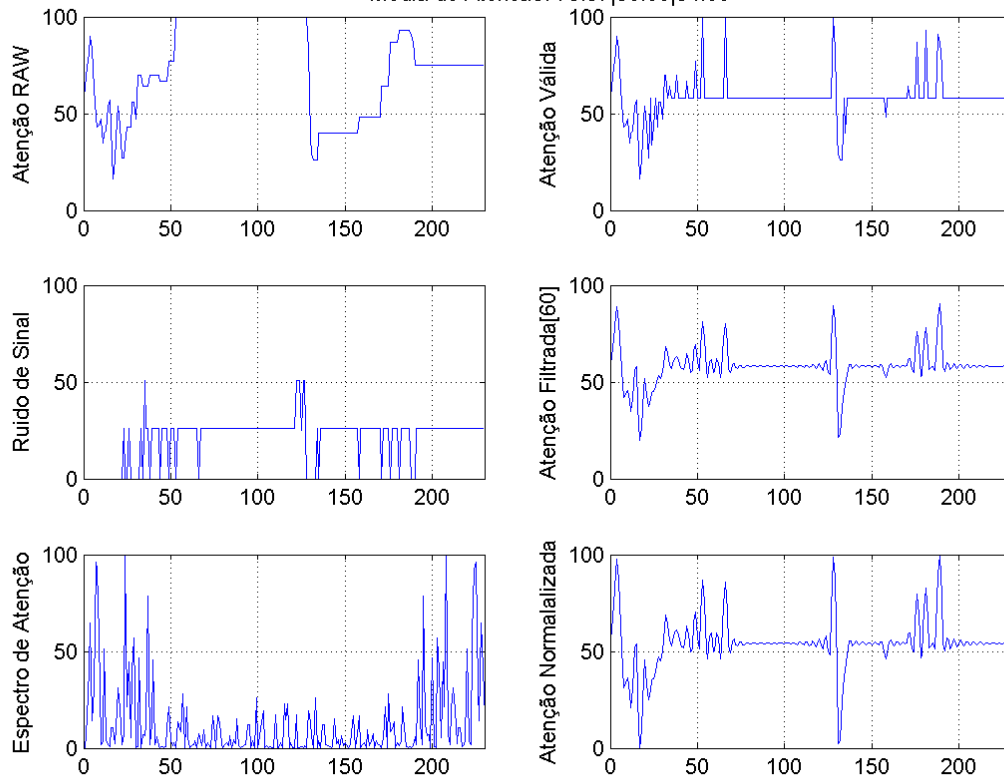
Teste: 'hnb' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 73.97|58.08|50.09



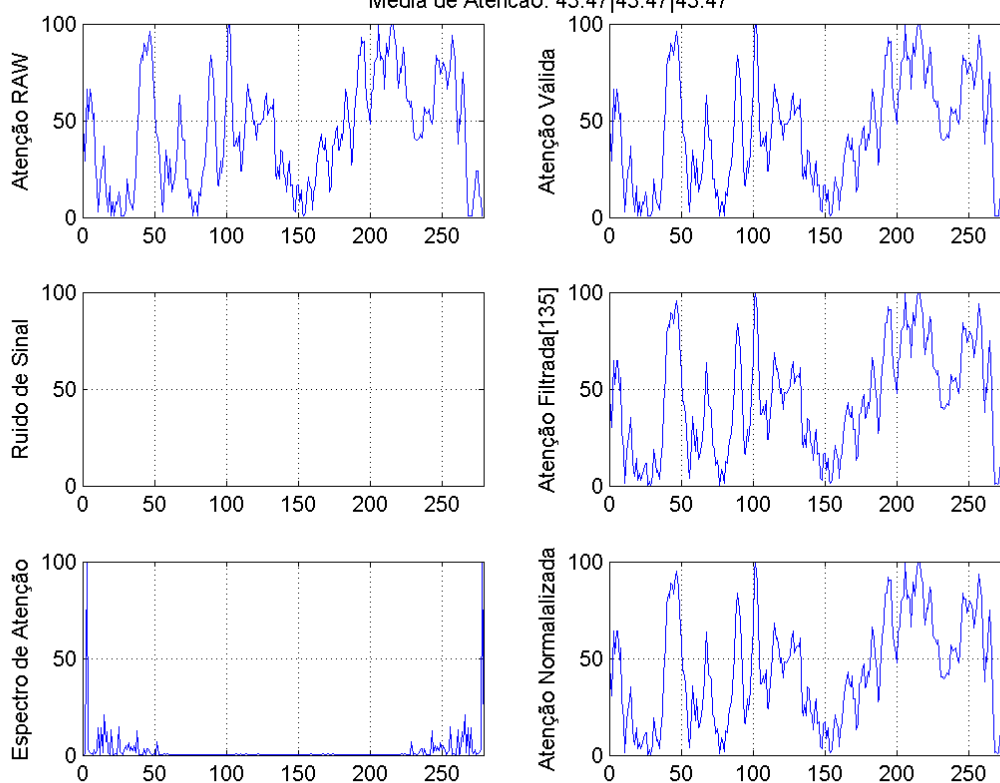
Teste: 'nmb' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atencao: 73.97|58.08|63.46



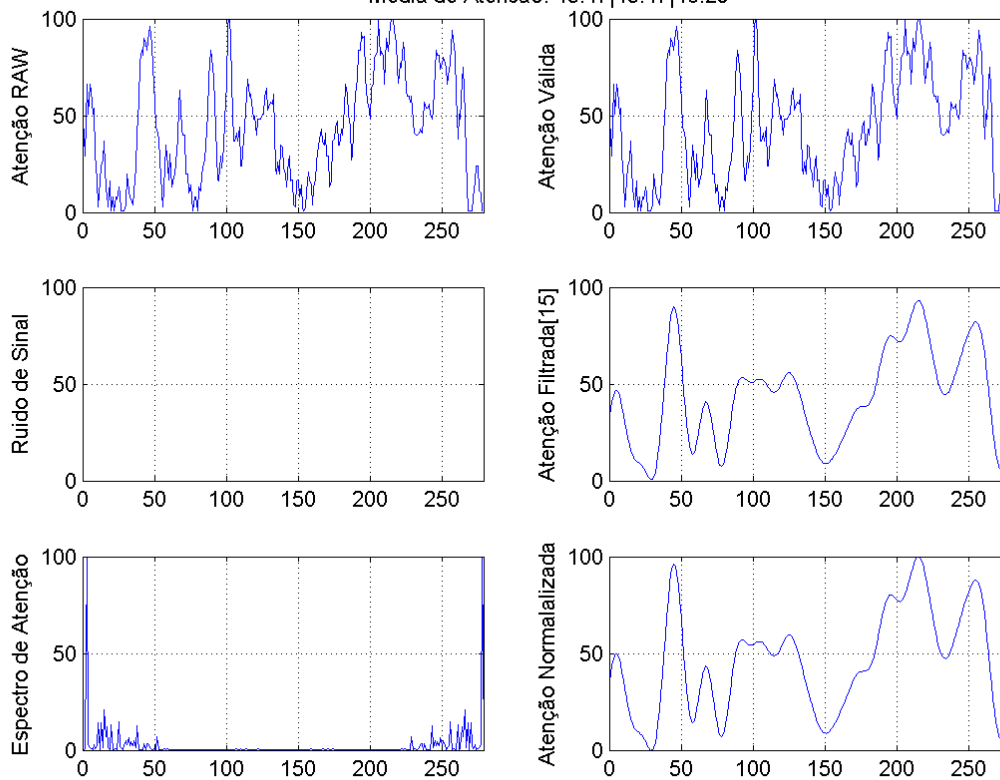
Teste: 'nmb' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atencao: 73.97|58.08|54.08



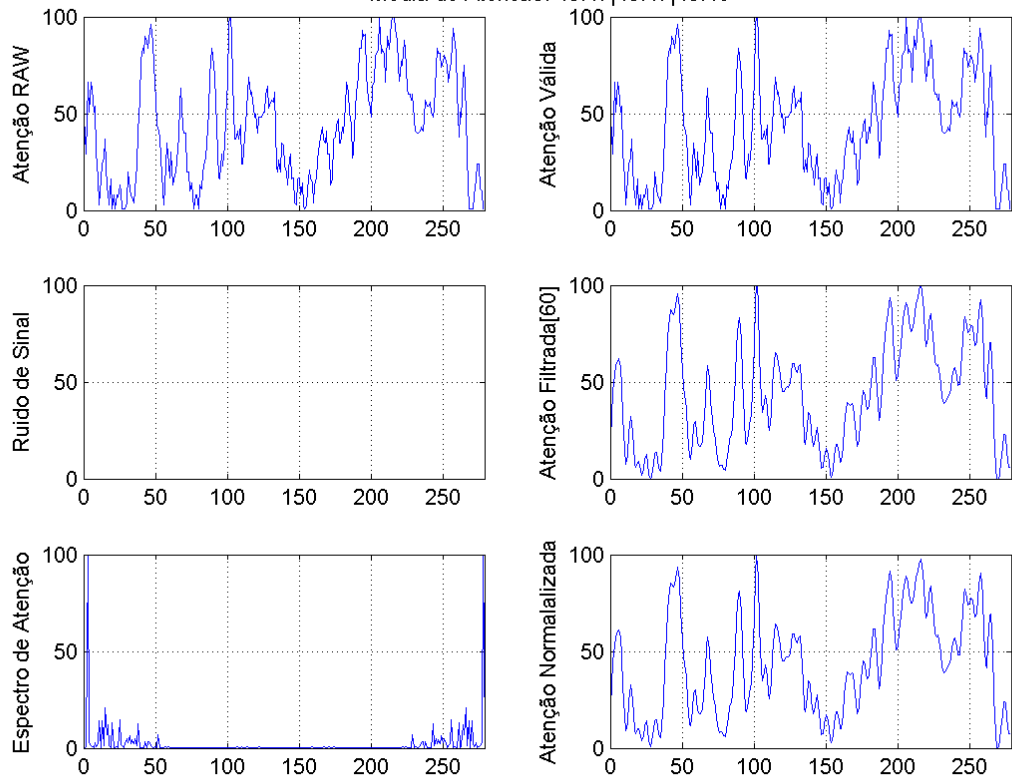
Teste: 'hnb' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atenção: 43.47|43.47|43.47



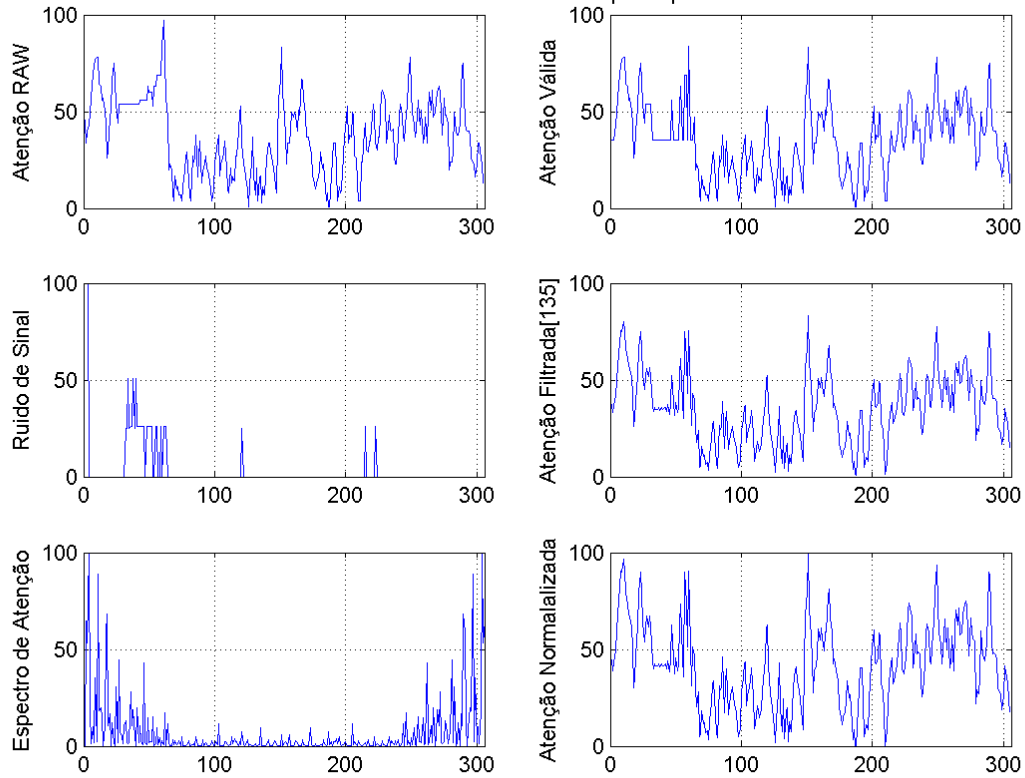
Teste: 'hnb' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atenção: 43.47|43.47|46.29

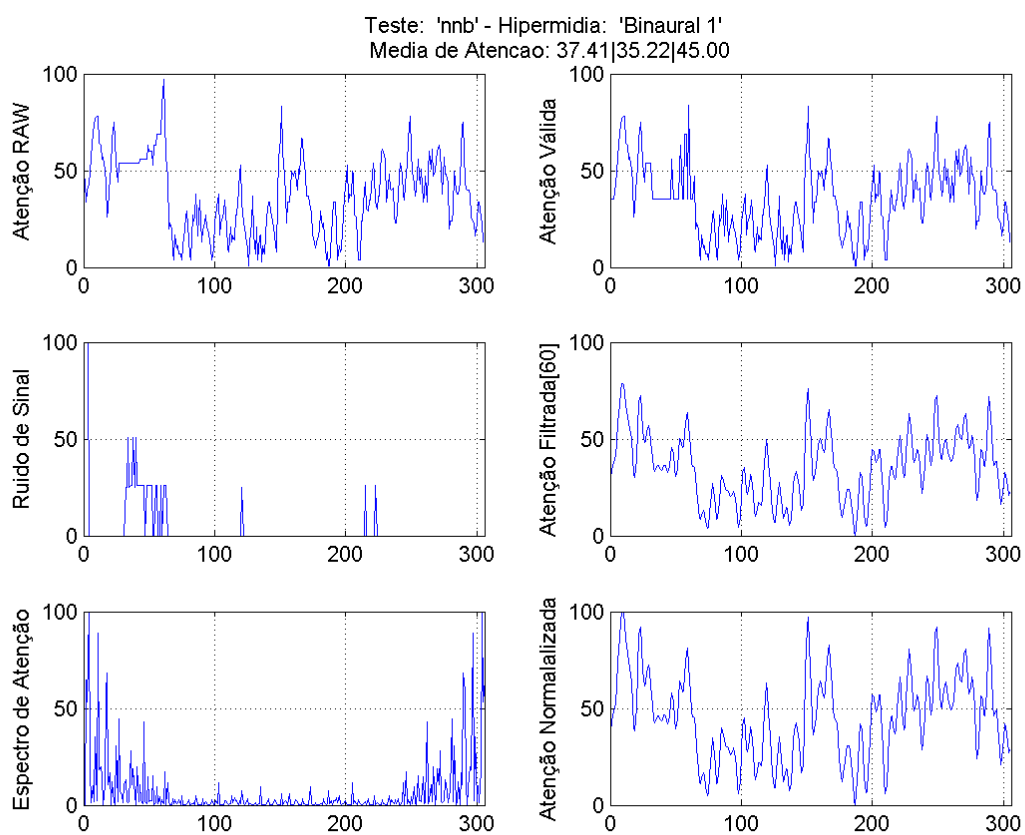
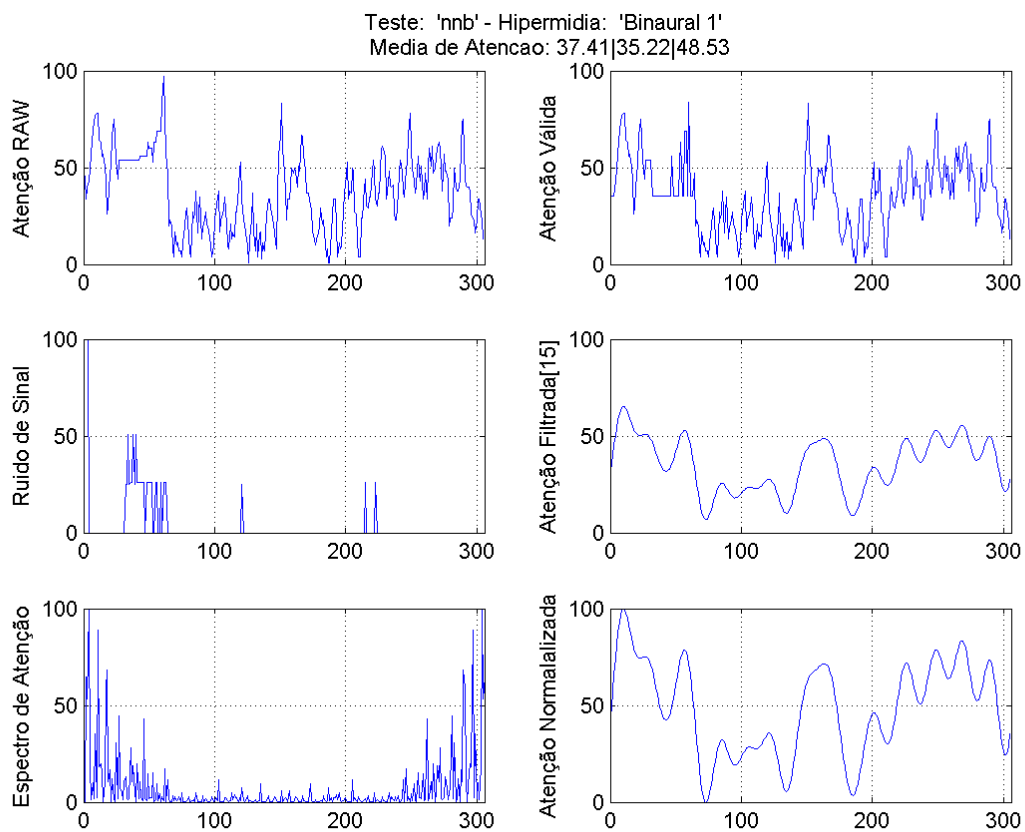


Teste: 'nmb' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 43.47|43.47|43.40

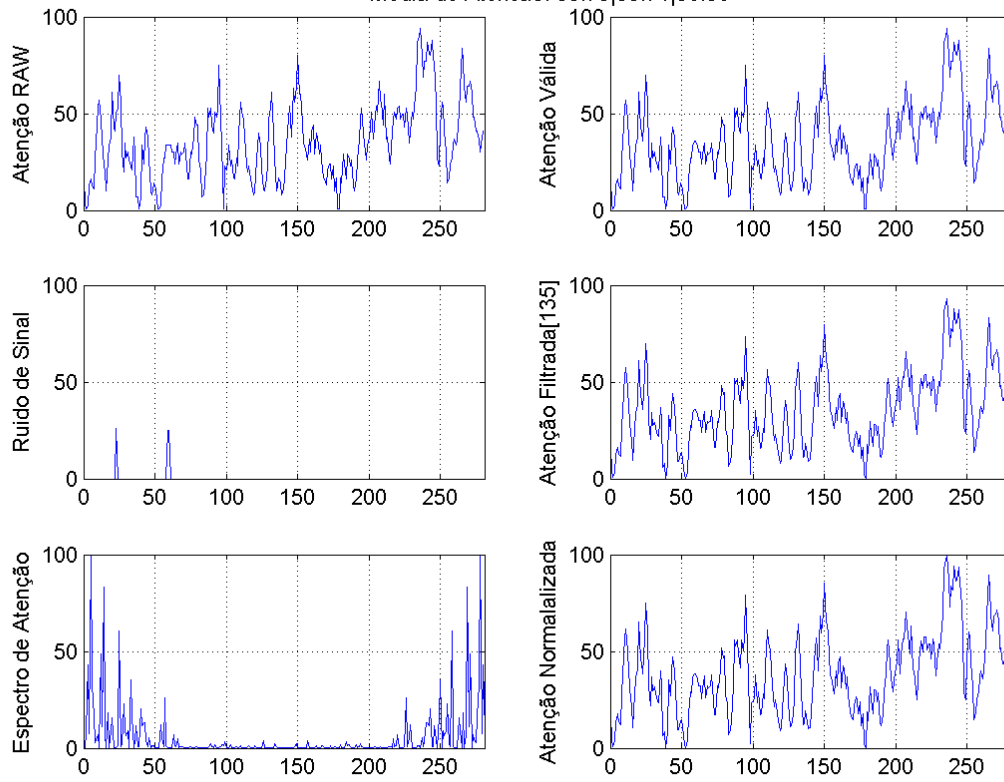


Teste: 'nmb' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 37.41|35.22|41.70

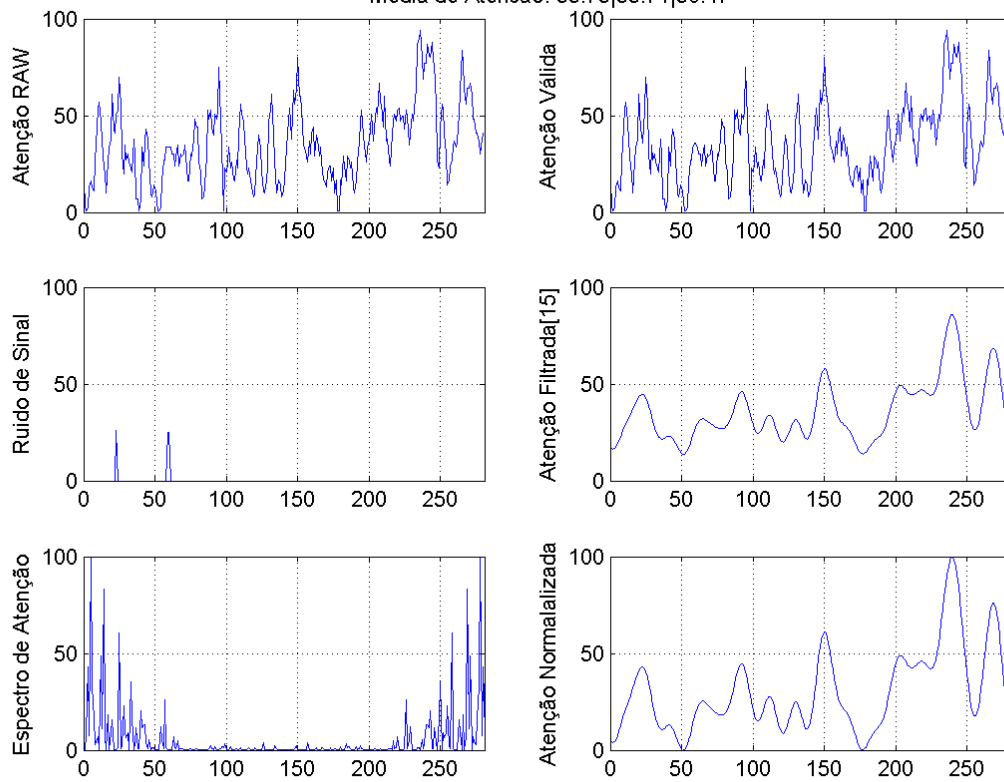




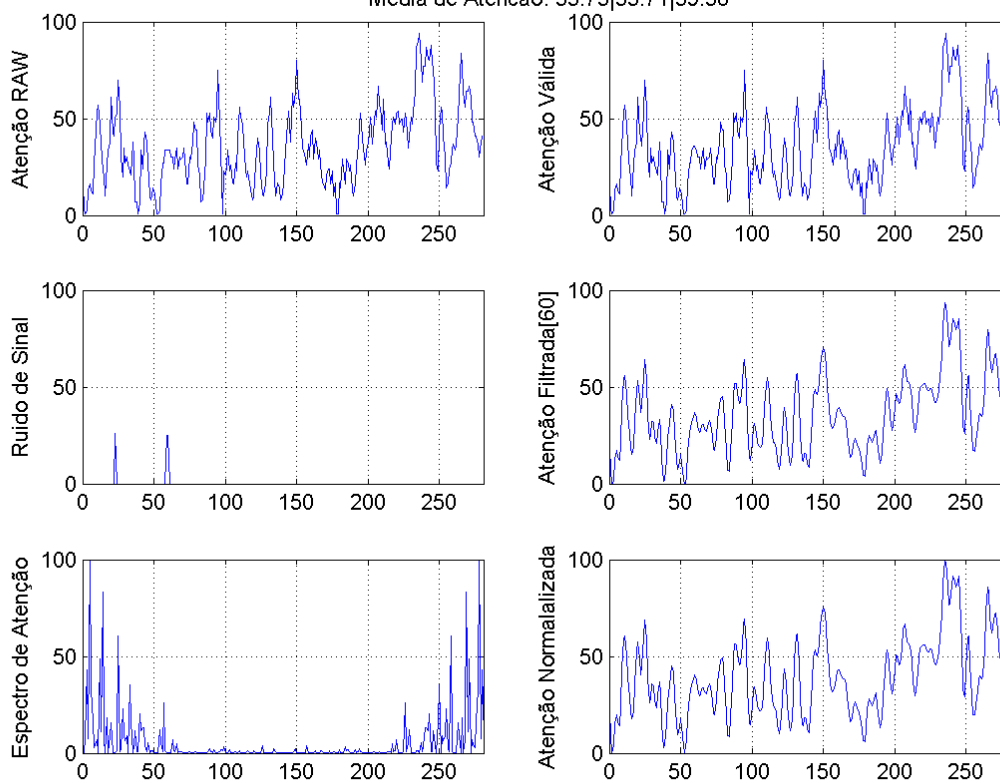
Teste: 'rtp' - Hipermídia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 35.75|35.71|38.36



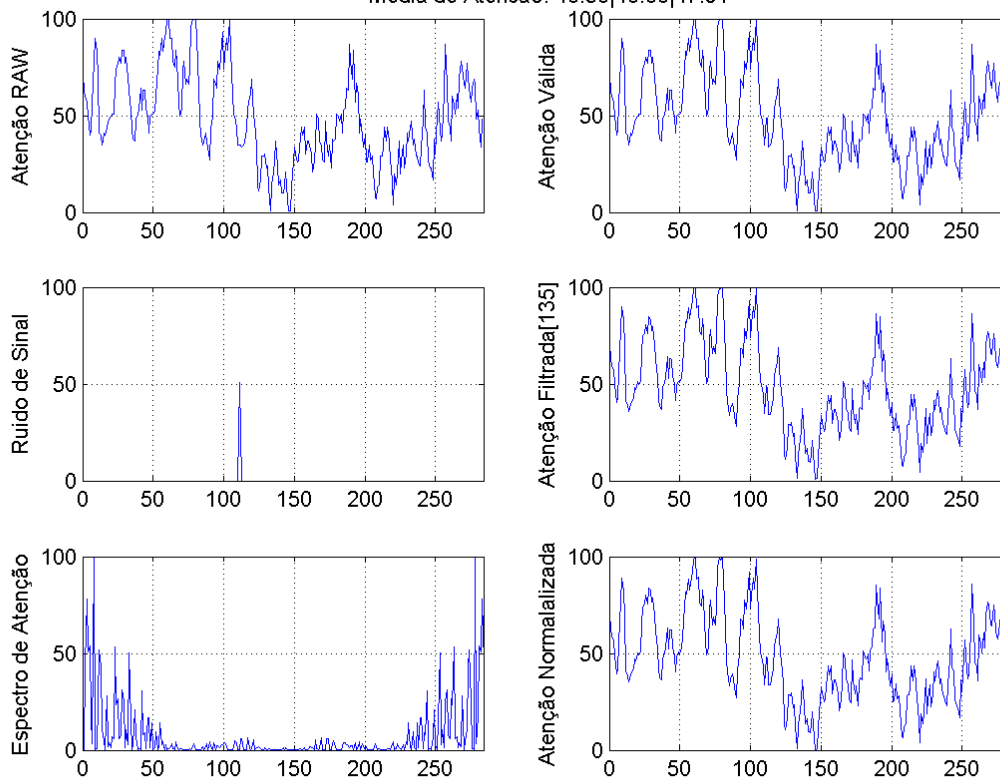
Teste: 'rtp' - Hipermídia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 35.75|35.71|30.47



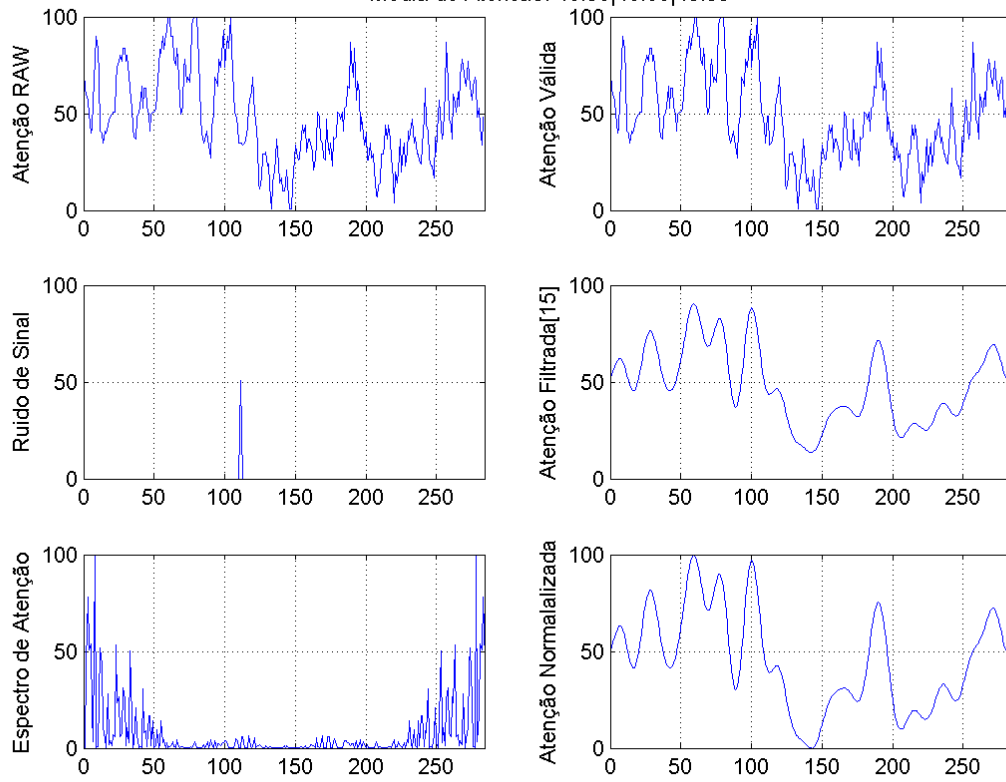
Teste: 'rtp' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atenção: 35.75|35.71|39.38



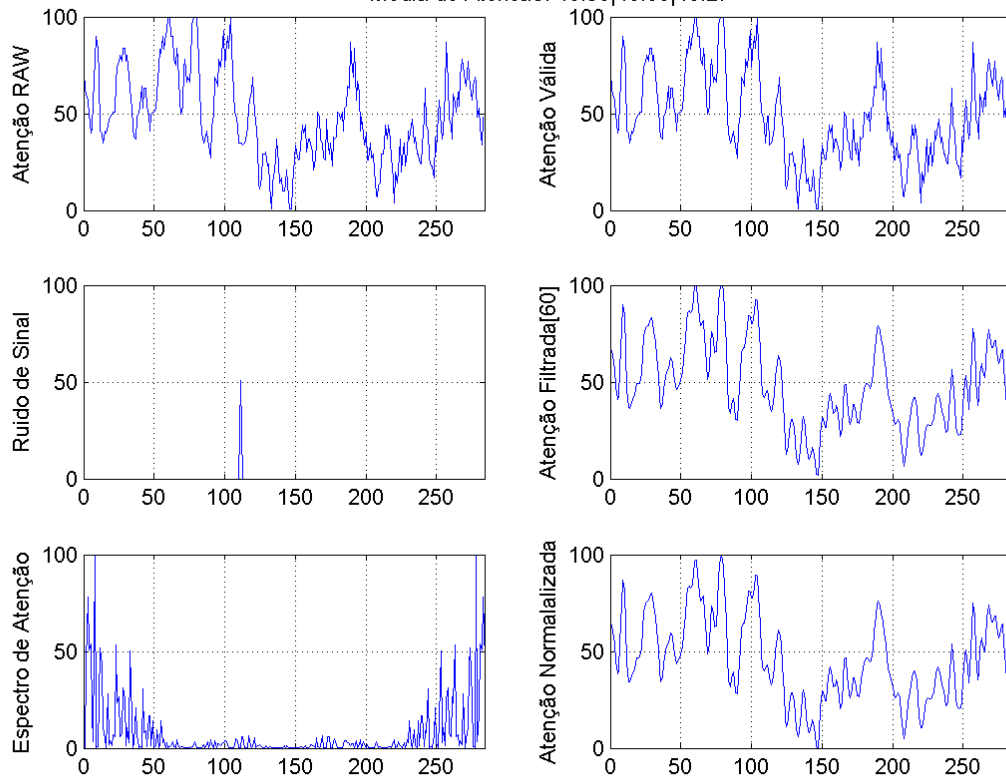
Teste: 'rtp' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 48.58|48.68|47.91

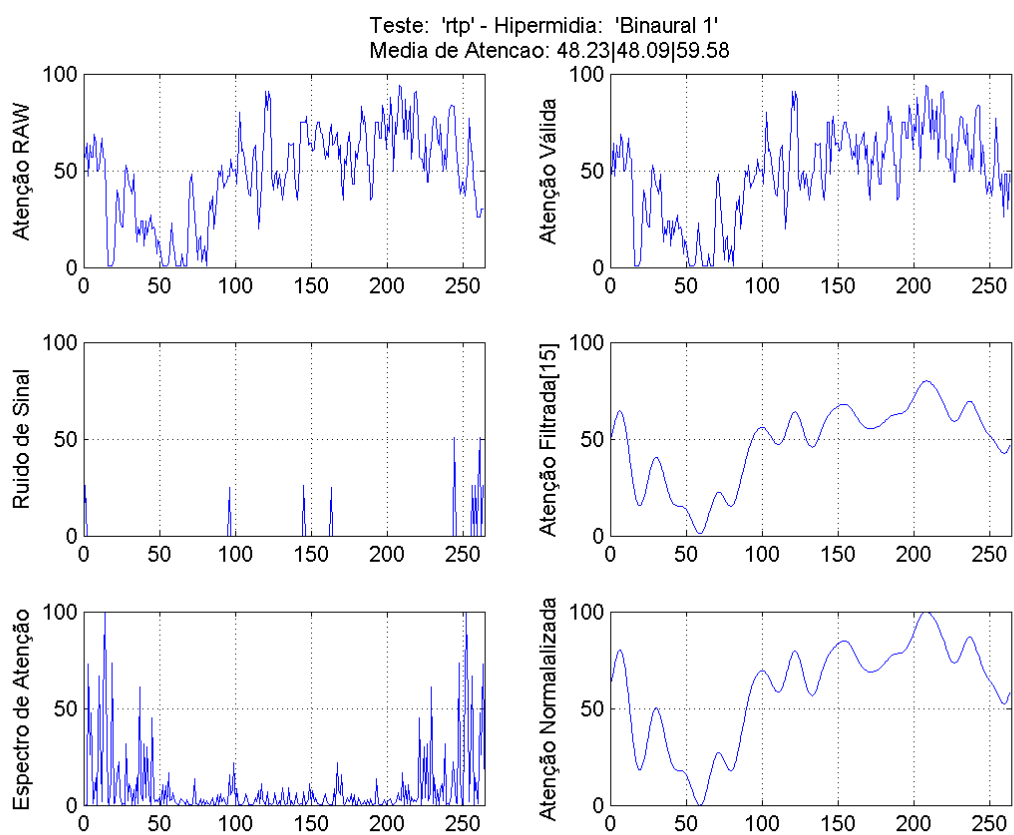
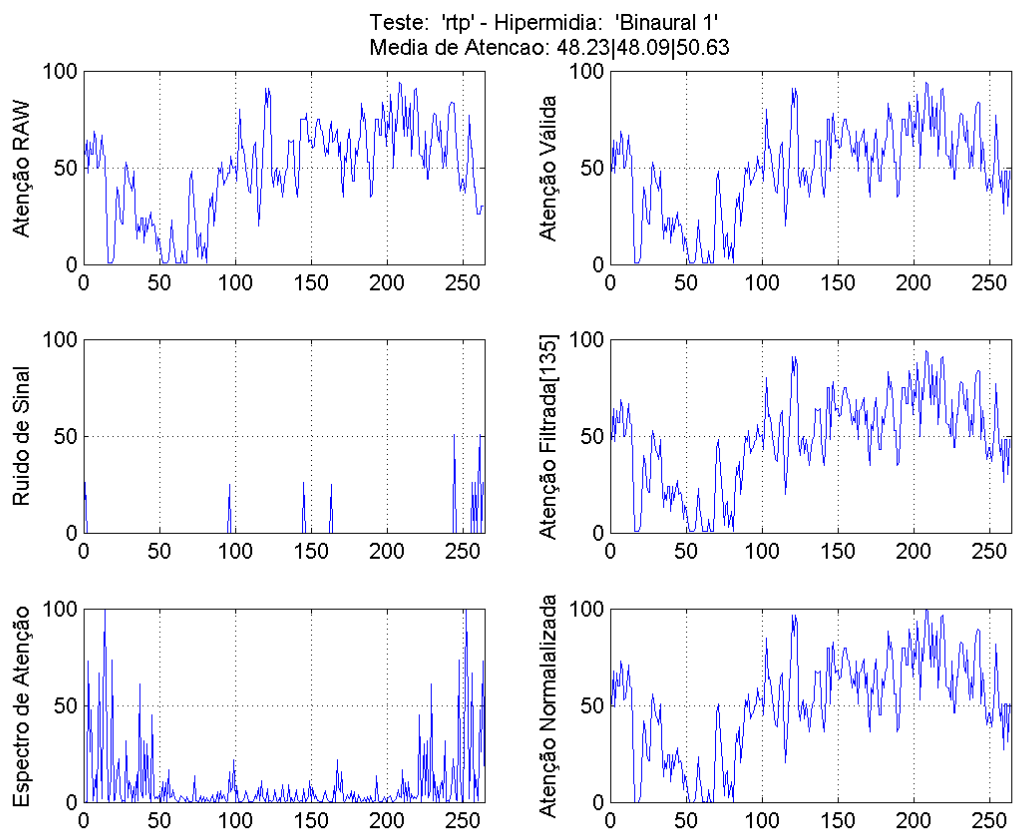


Teste: 'rtp' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 48.58|48.68|45.59

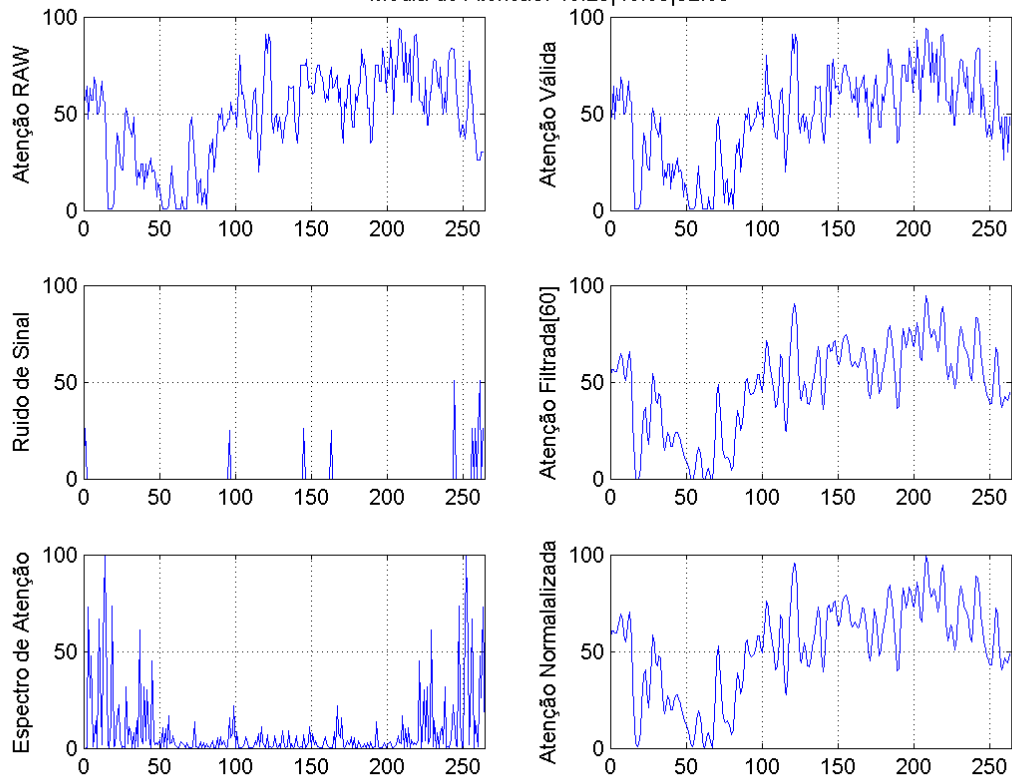


Teste: 'rtp' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 48.58|48.68|46.27

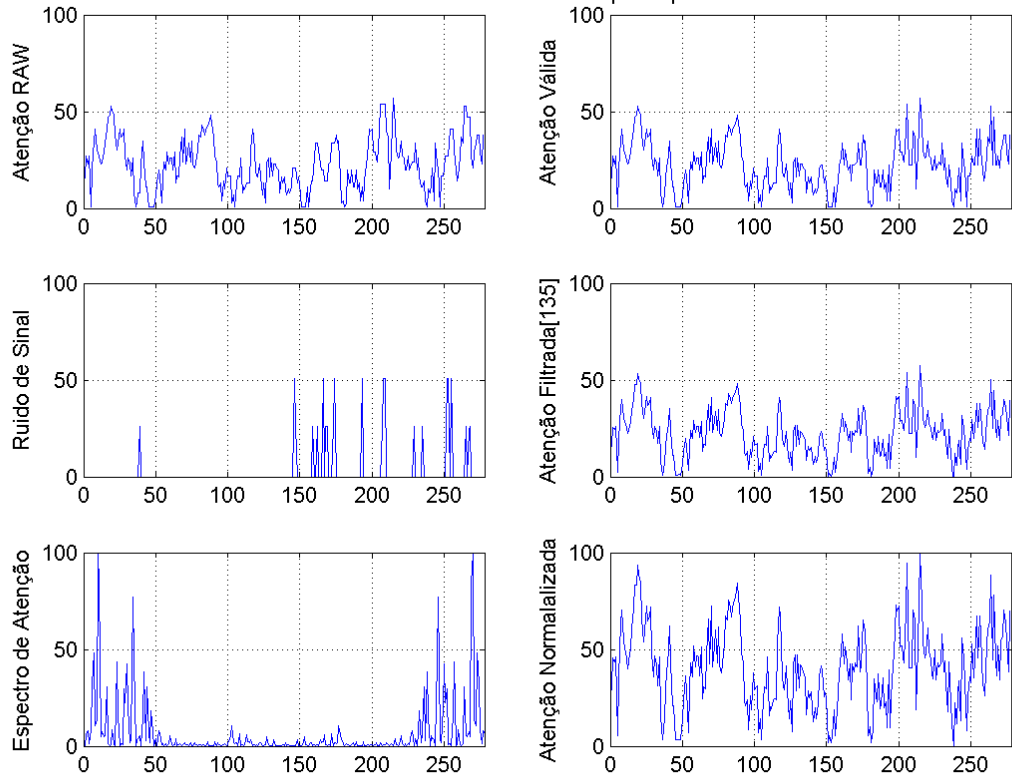




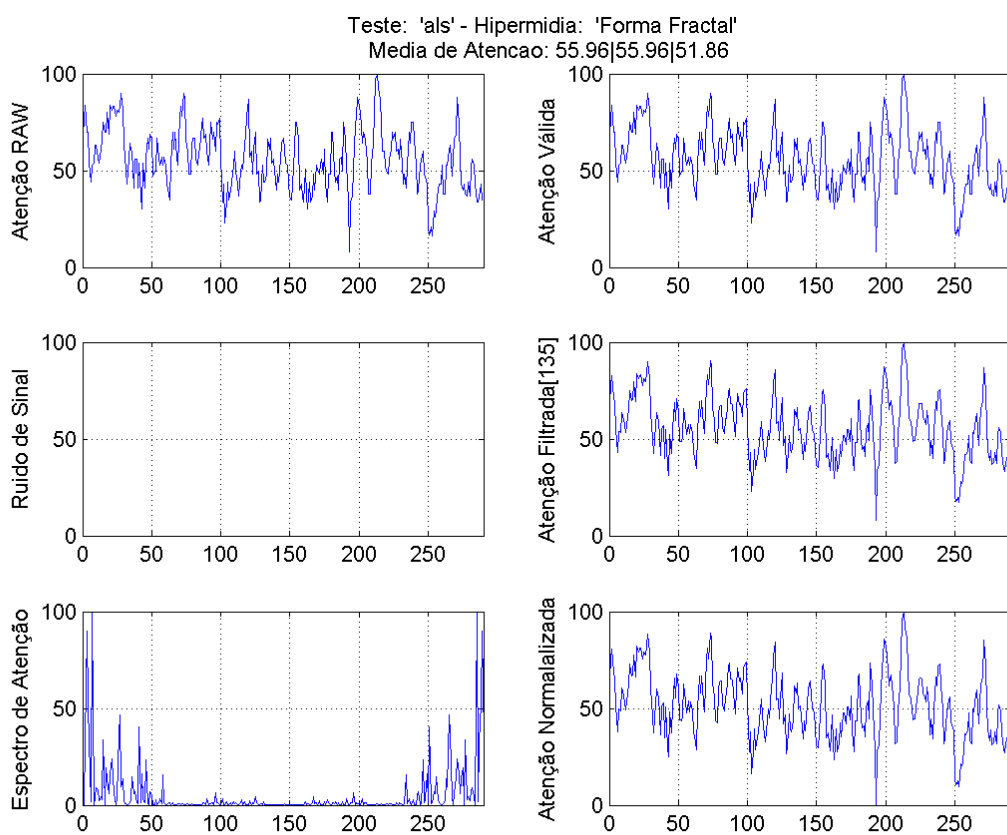
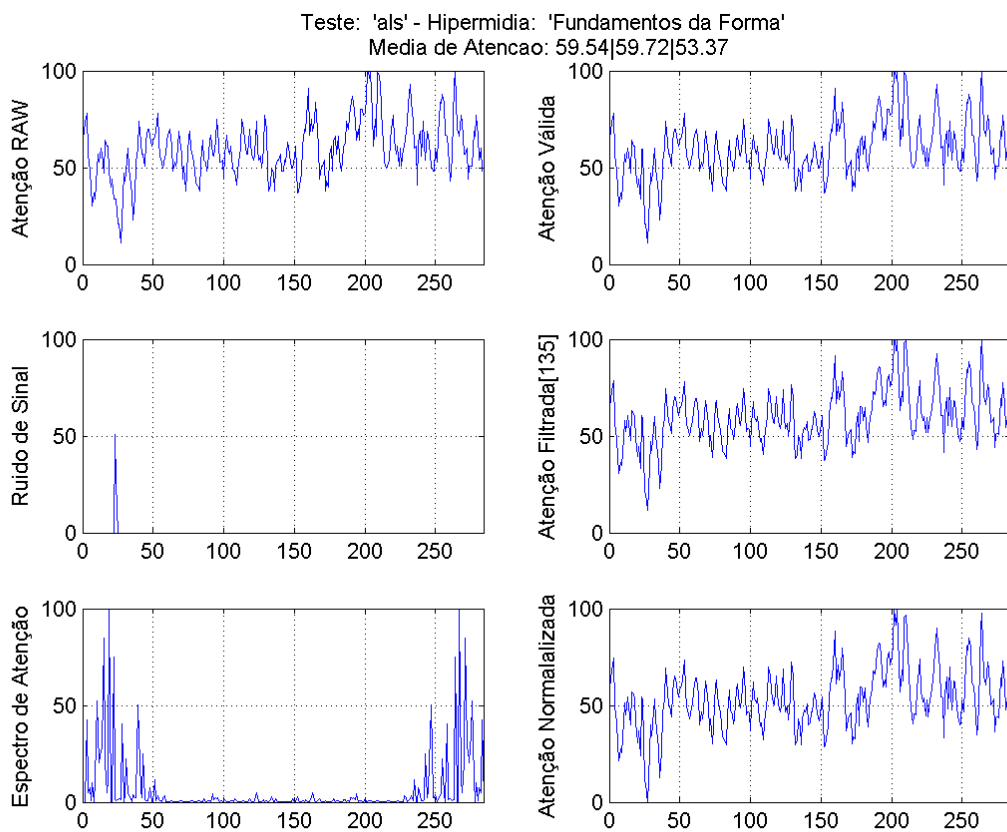
Teste: 'rtp' - Hipermidia: 'Binaural 1'
 Media de Atencao: 48.23|48.09|52.09



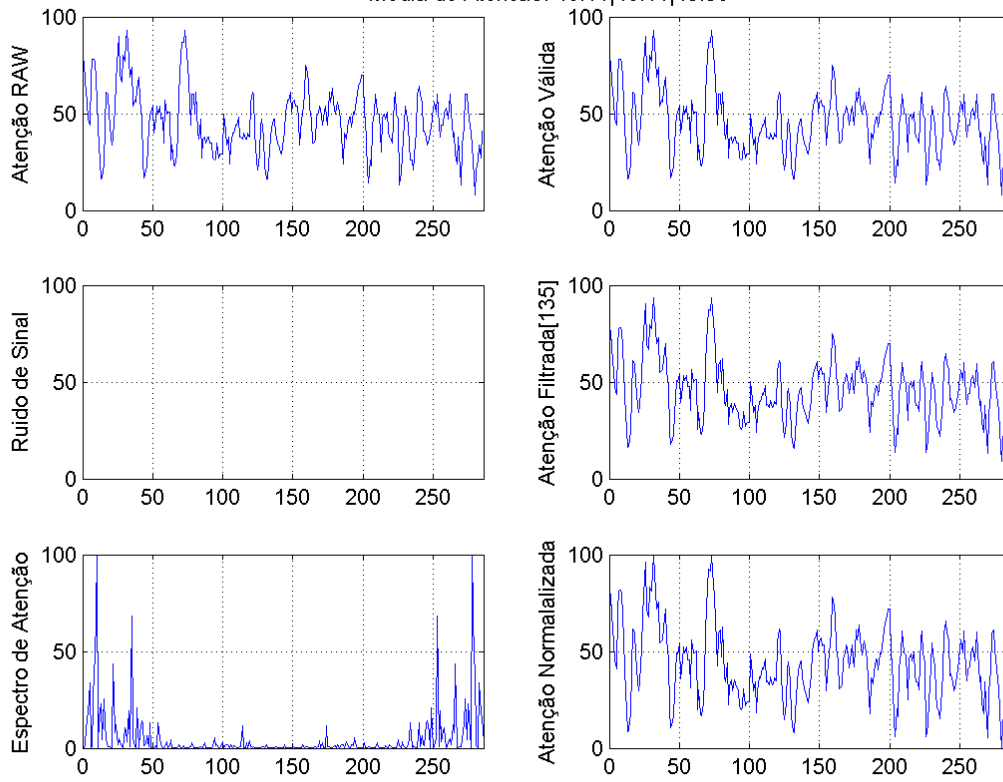
Teste: 'bap' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 23.10|22.49|40.39



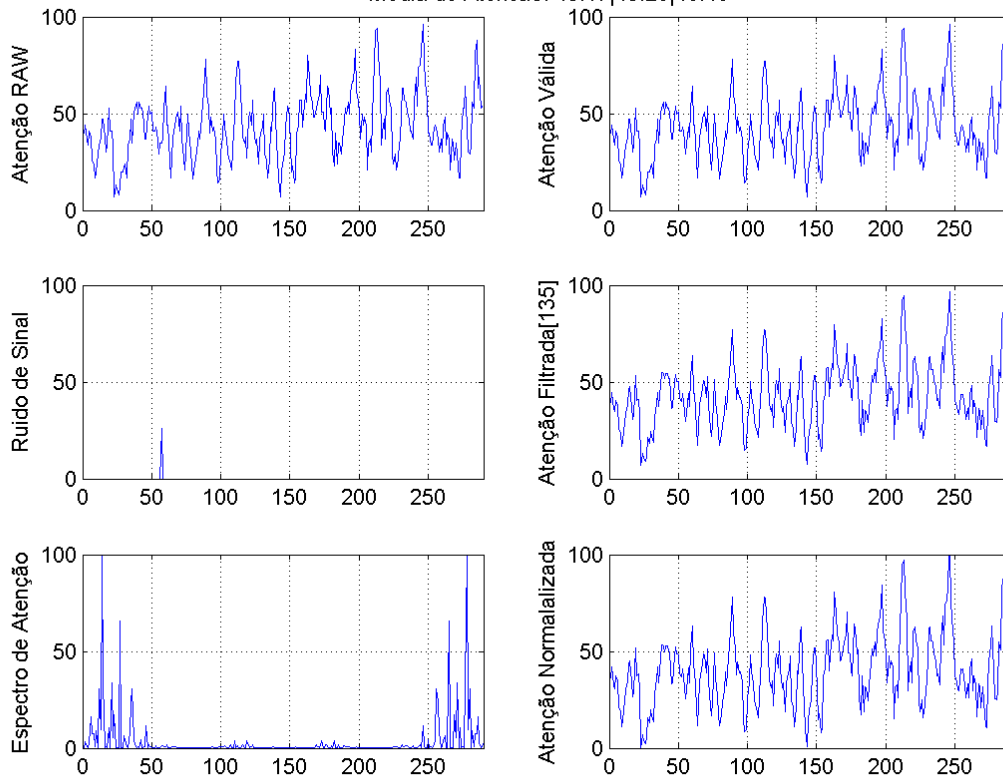
**APÊNDICE F – Dados dos Testes de *Atenção* - Sujeitos
com Formação em Design**



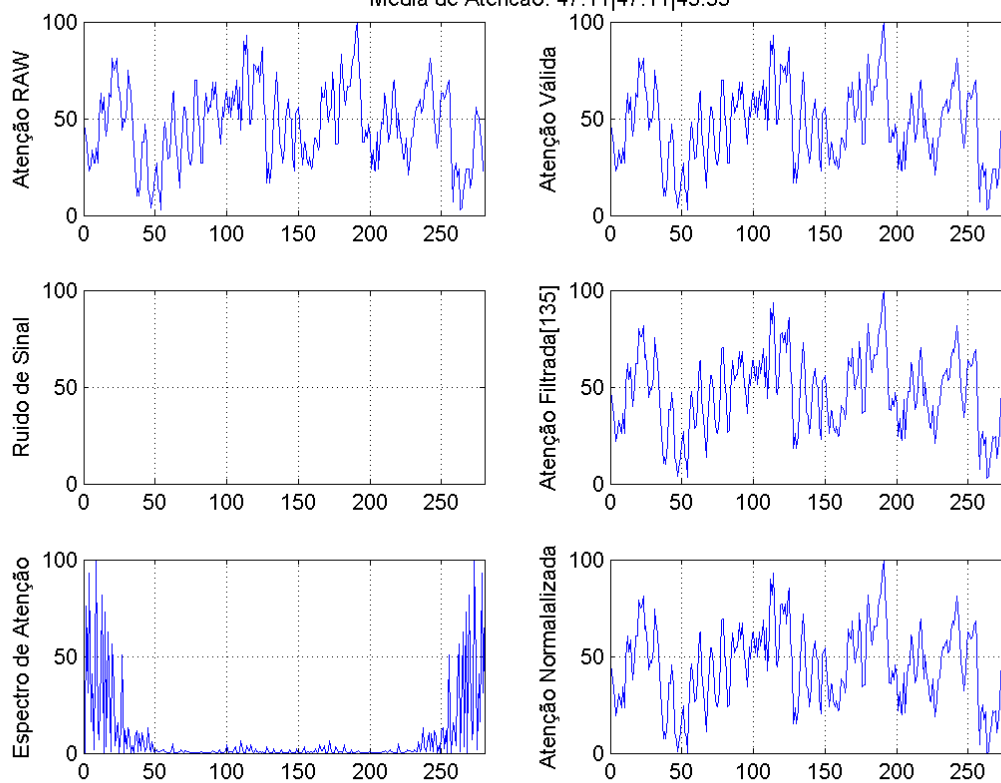
Teste: 'als' - Hipermidia: 'Tutorial Design'
Media de Atencao: 46.11|46.11|43.90



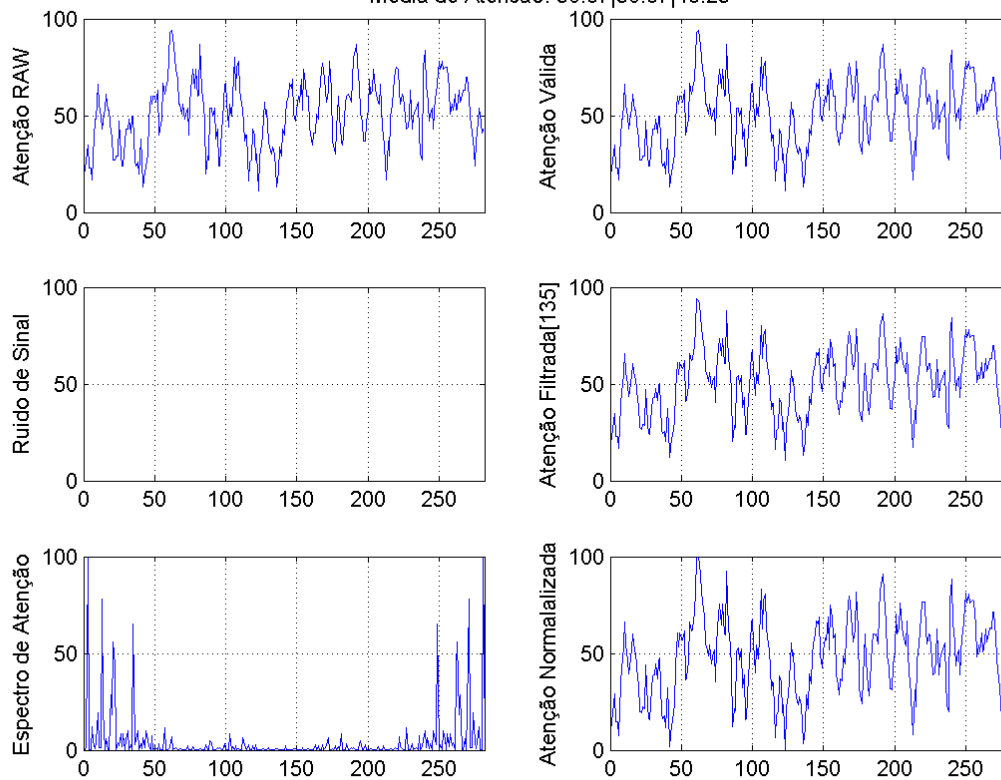
Teste: 'als' - Hipermidia: 'Blog Design'
Media de Atencao: 43.17|43.20|40.40



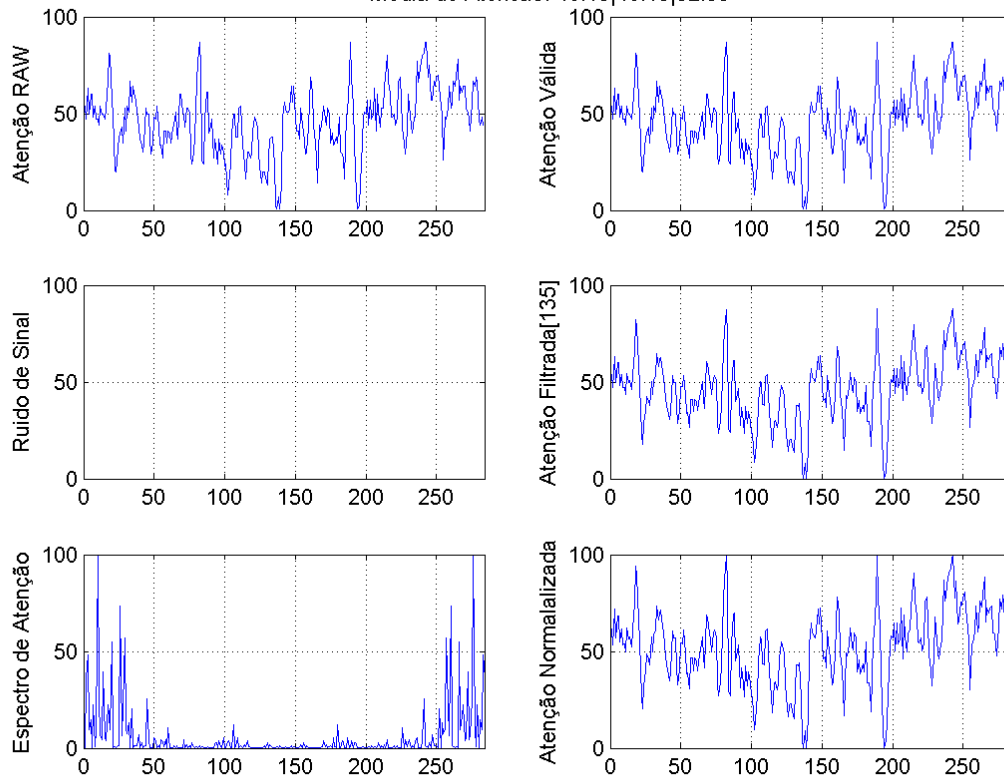
Teste: 'atrd' - Hipermidia: 'Fundamentos da Forma'
 Media de Atenção: 47.11|47.11|45.35



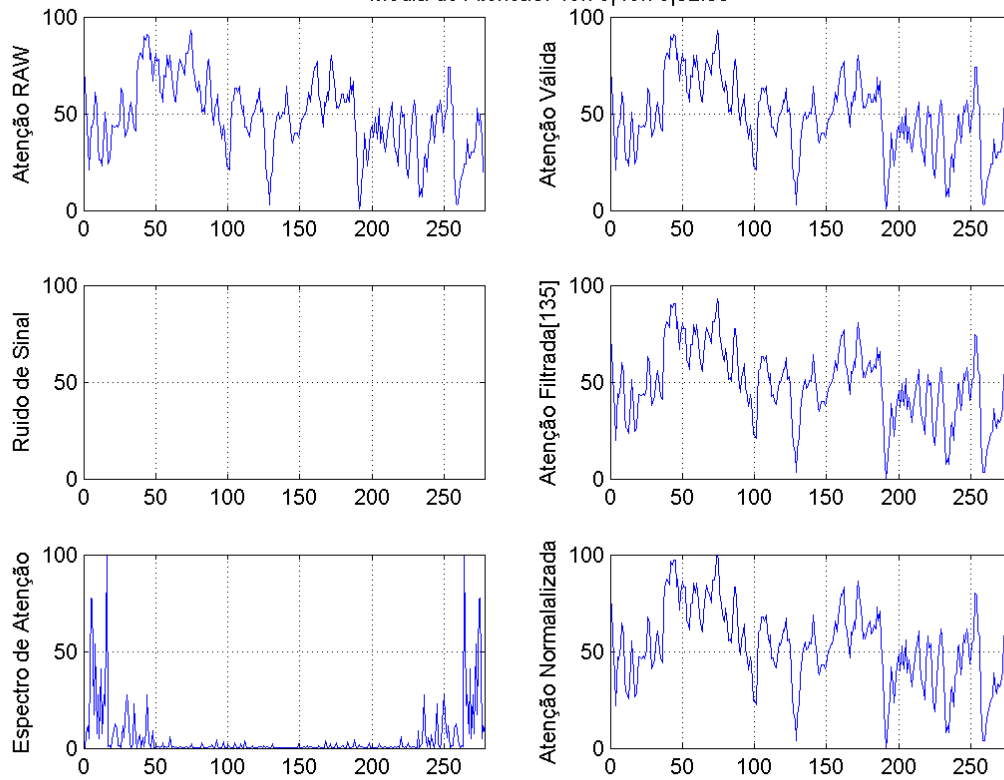
Teste: 'atrd' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 50.87|50.87|48.25



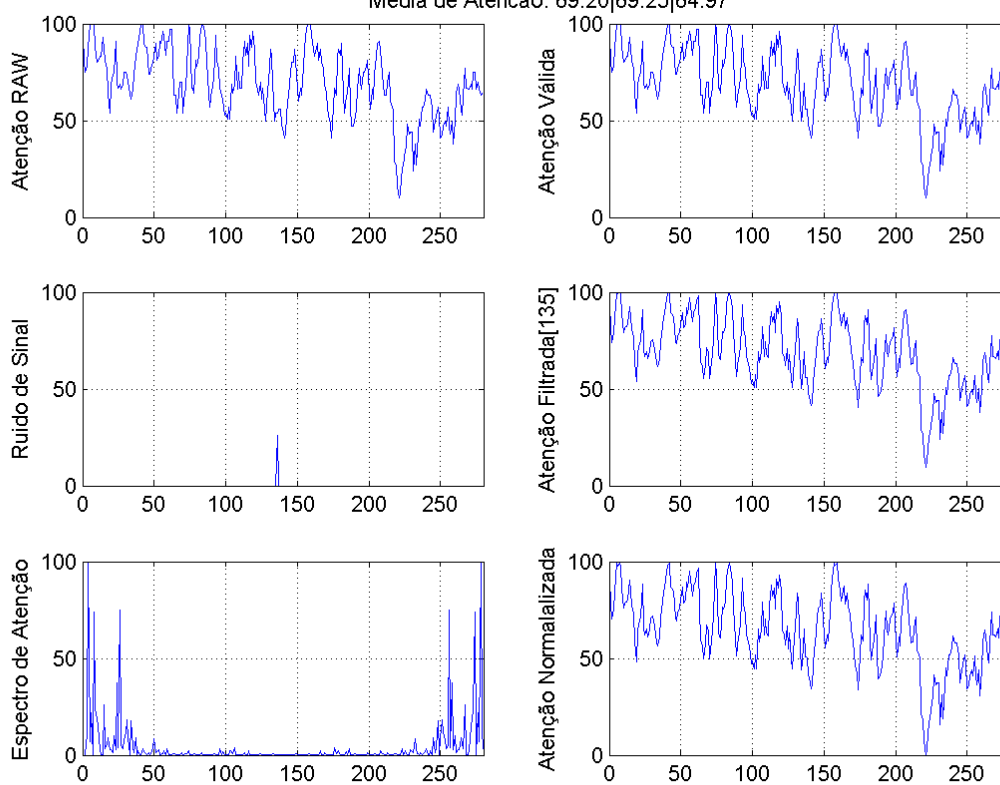
Teste: 'atrd' - Hipermidia: 'Tutorial Design'
 Media de Atencao: 46.19|46.19|52.59



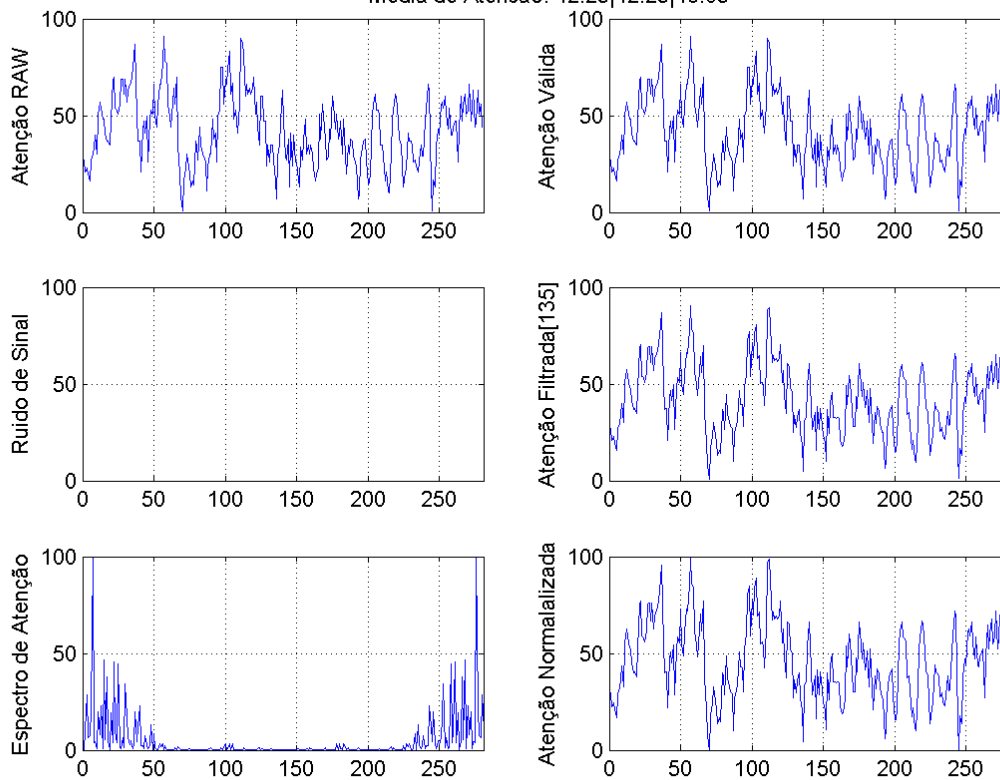
Teste: 'atrd' - Hipermidia: 'Blog Design'
 Media de Atencao: 48.78|48.78|52.53



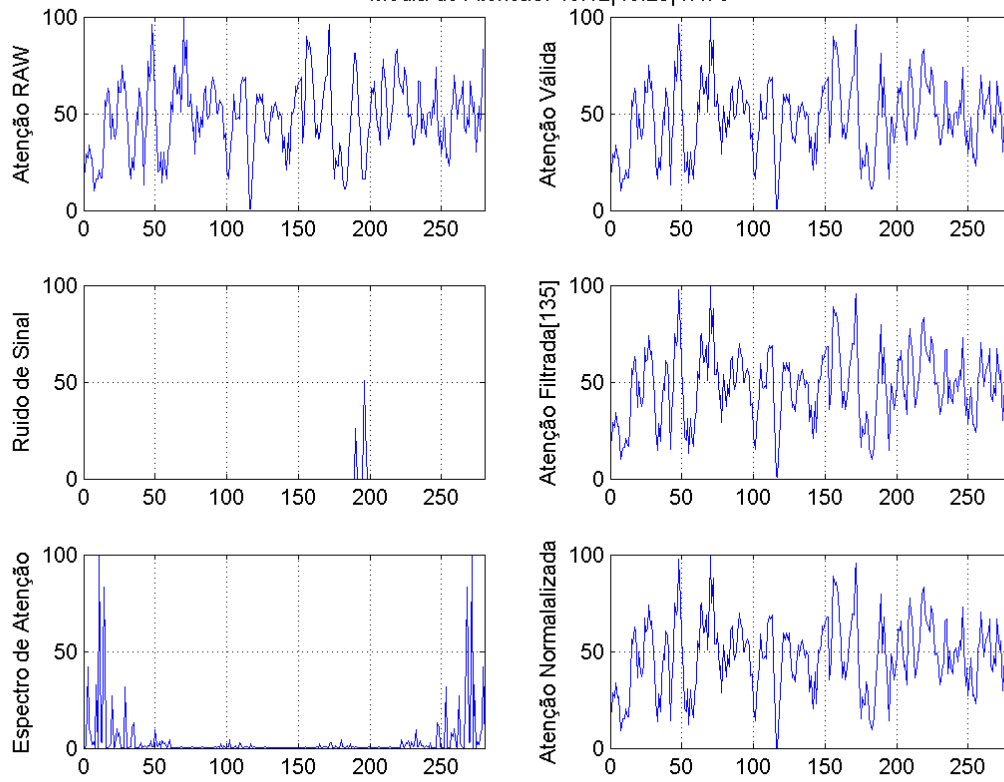
Teste: 'br' - Hipermidia: 'Fundamentos da Forma'
 Media de Atenção: 69.20|69.25|64.97



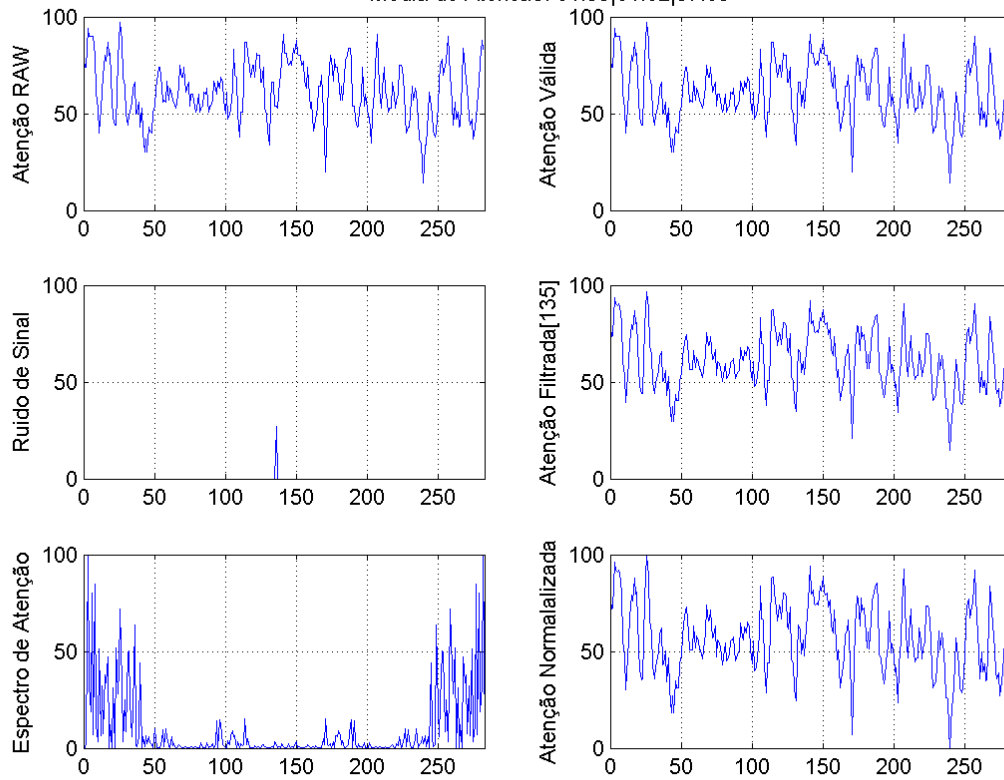
Teste: 'br' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 42.25|42.25|46.05



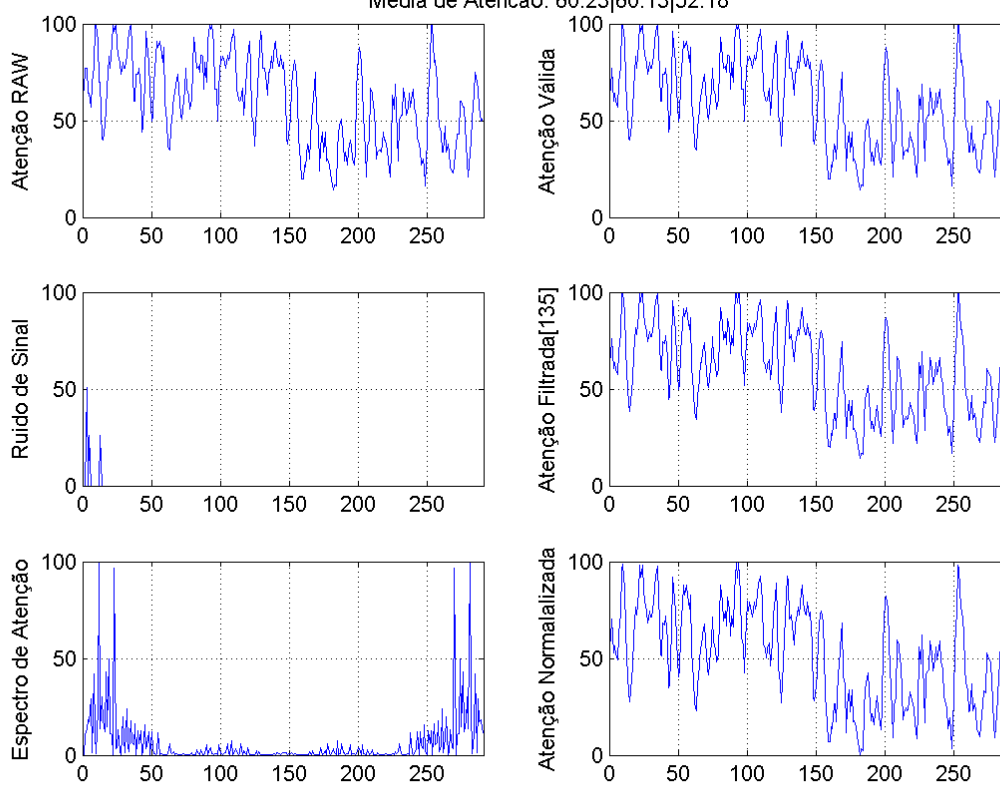
Teste: 'br' - Hipermidia: 'Tutorial Design'
 Media de Atencao: 48.12|48.23|47.78



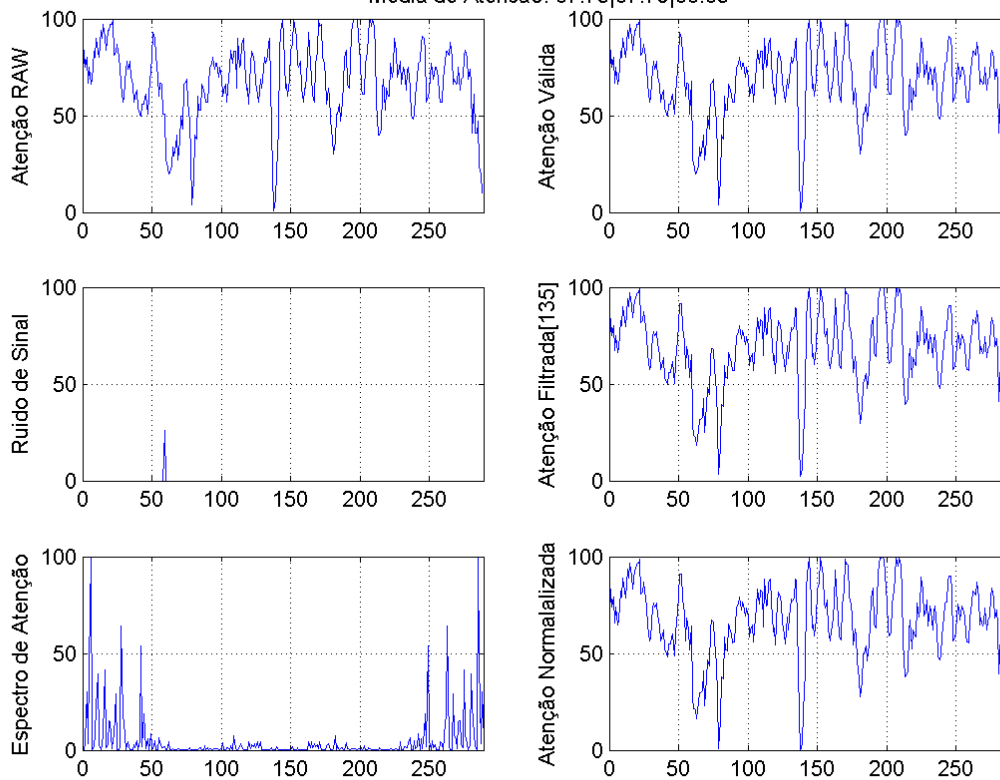
Teste: 'br' - Hipermidia: 'Blog Design'
 Media de Atencao: 61.59|61.62|57.05



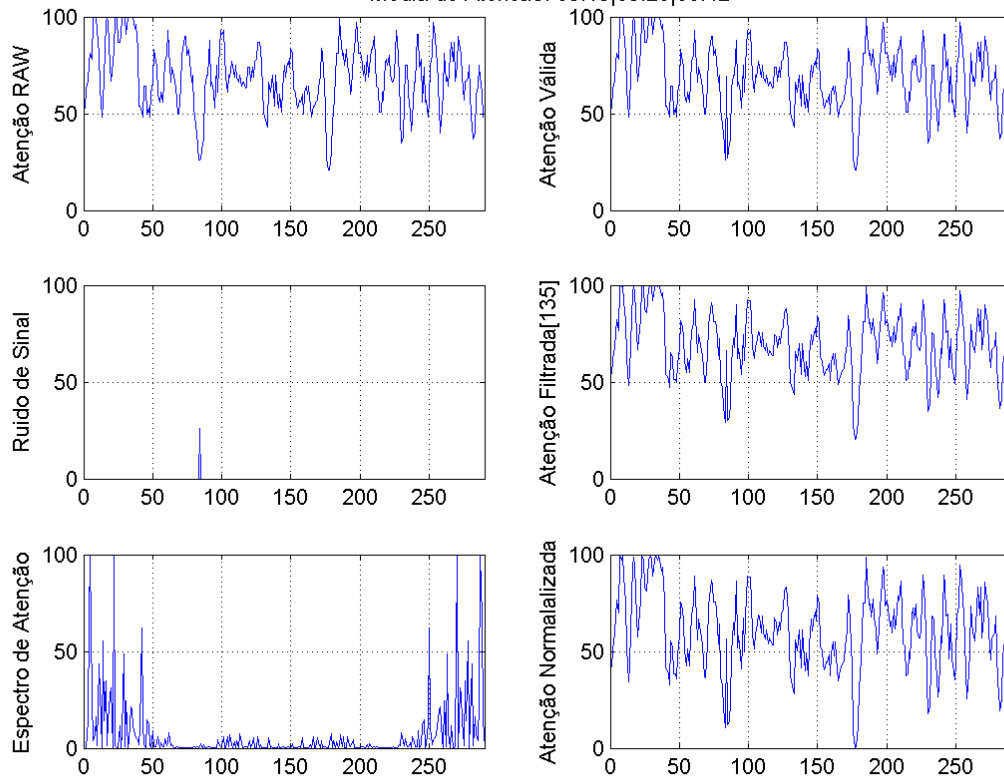
Teste: 'dgm' - Hipermidia: 'Fundamentos da Forma'
 Media de Atenção: 60.23|60.13|52.18



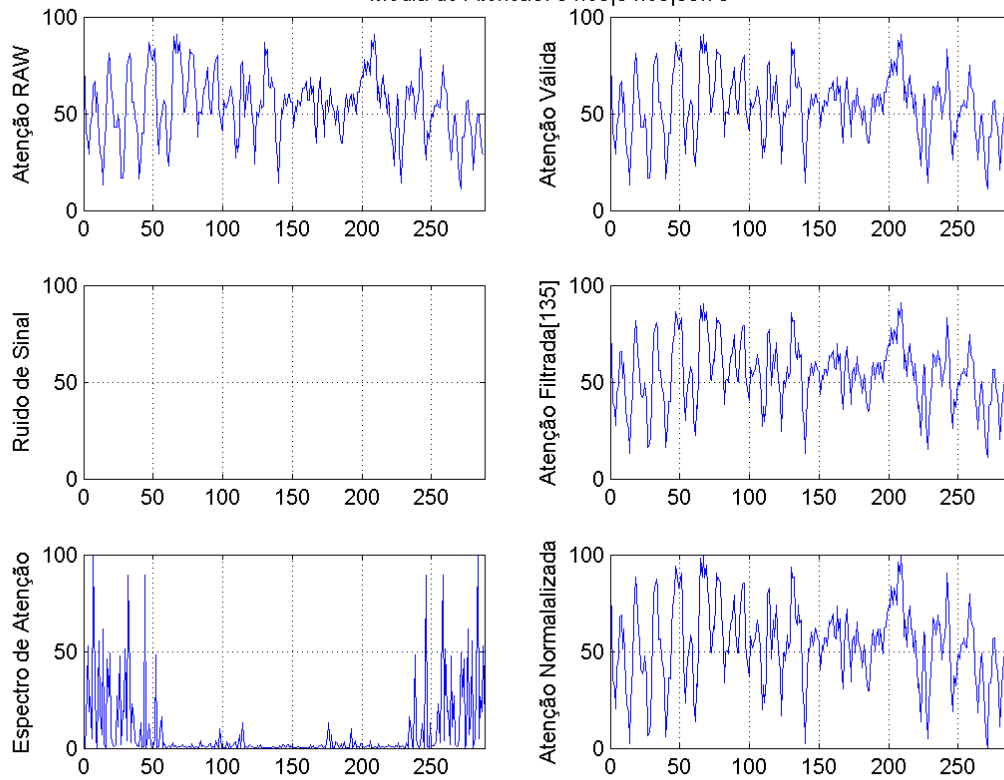
Teste: 'dgm' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 67.73|67.79|66.65



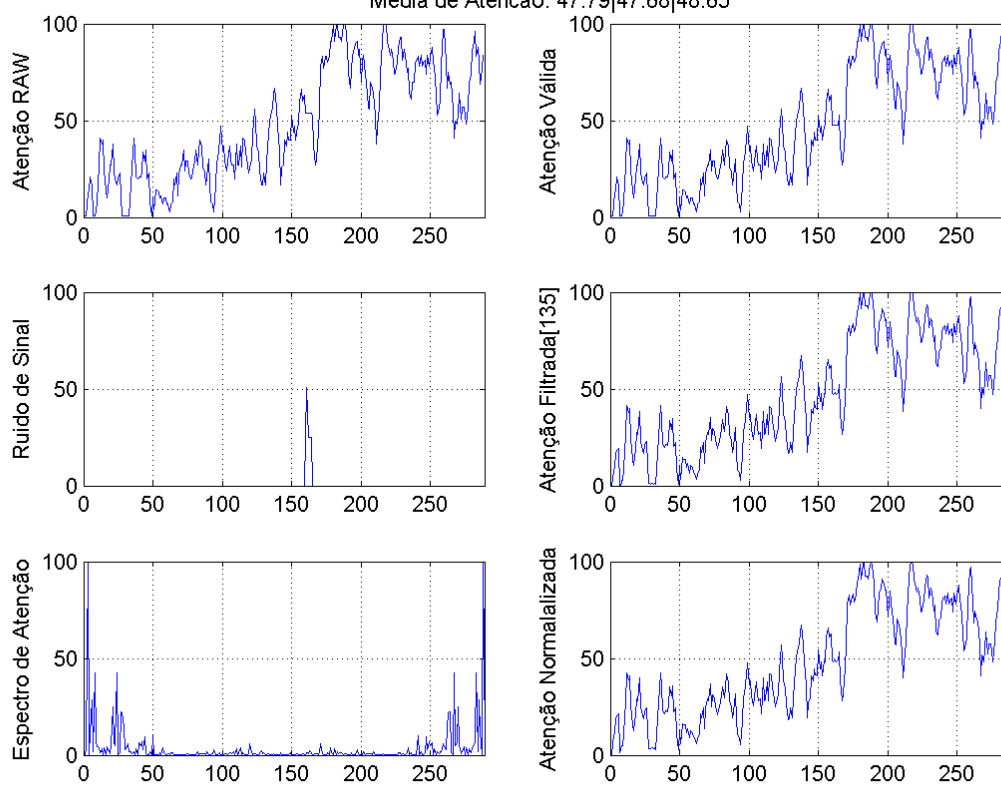
Teste: 'dgm' - Hipermidia: 'Tutorial Design'
 Media de Atencao: 69.13|69.28|60.42



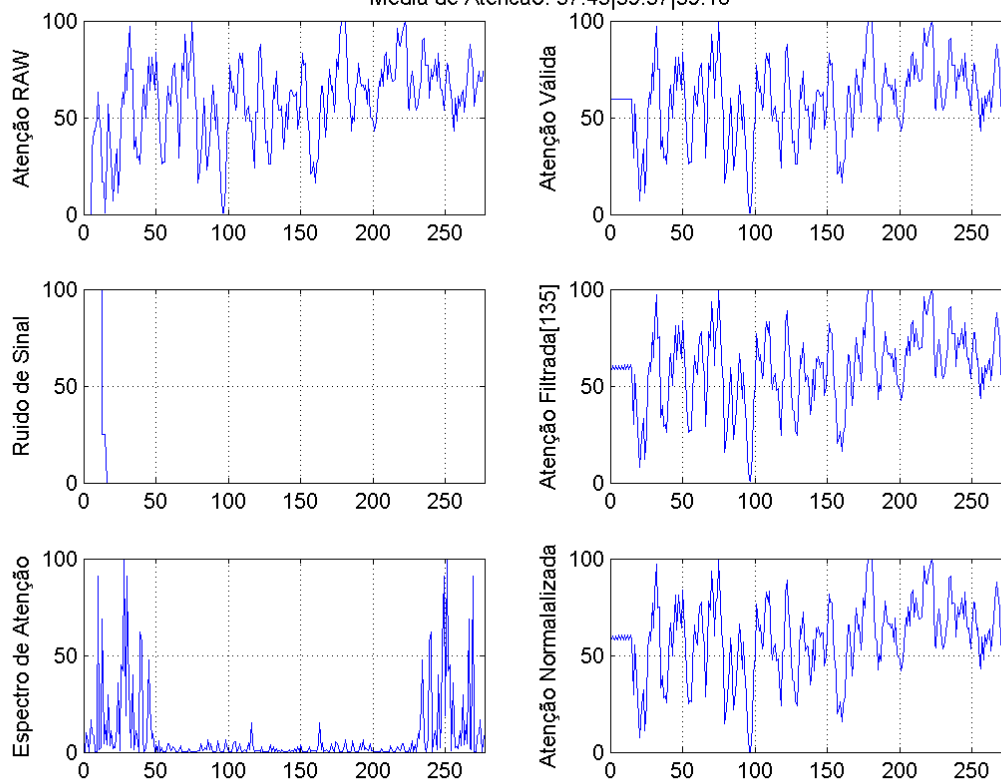
Teste: 'dgm' - Hipermidia: 'Blog Design'
 Media de Atencao: 54.09|54.09|53.75



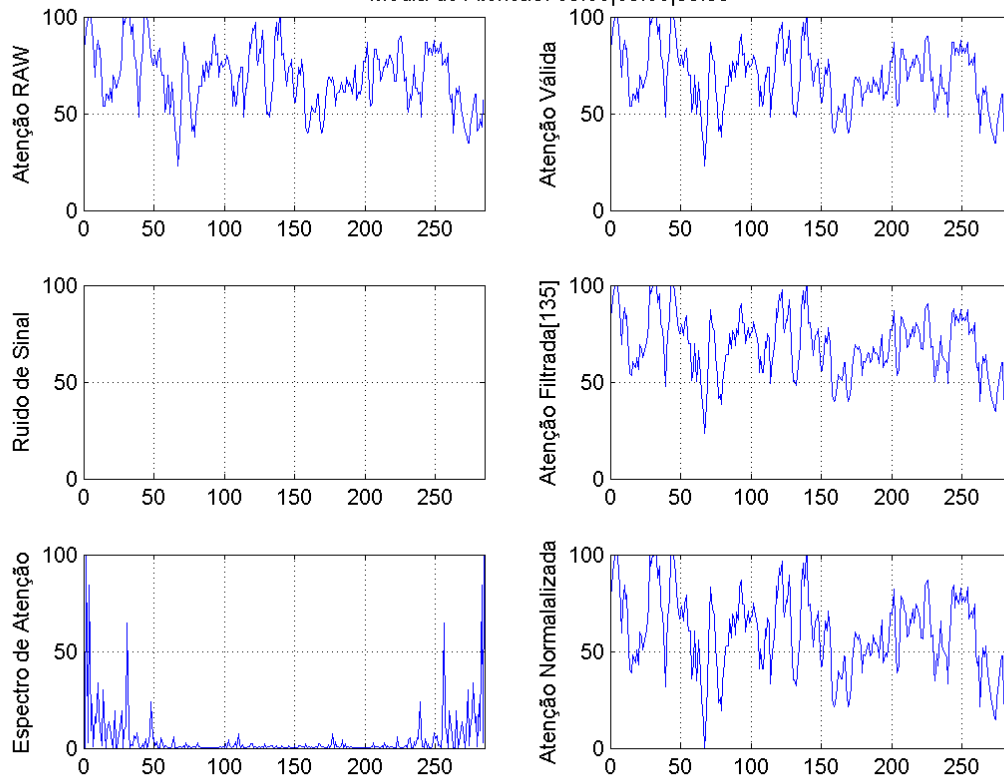
Teste: 'hdg' - Hipermidia: 'Fundamentos da Forma'
Media de Atencao: 47.79|47.68|48.65



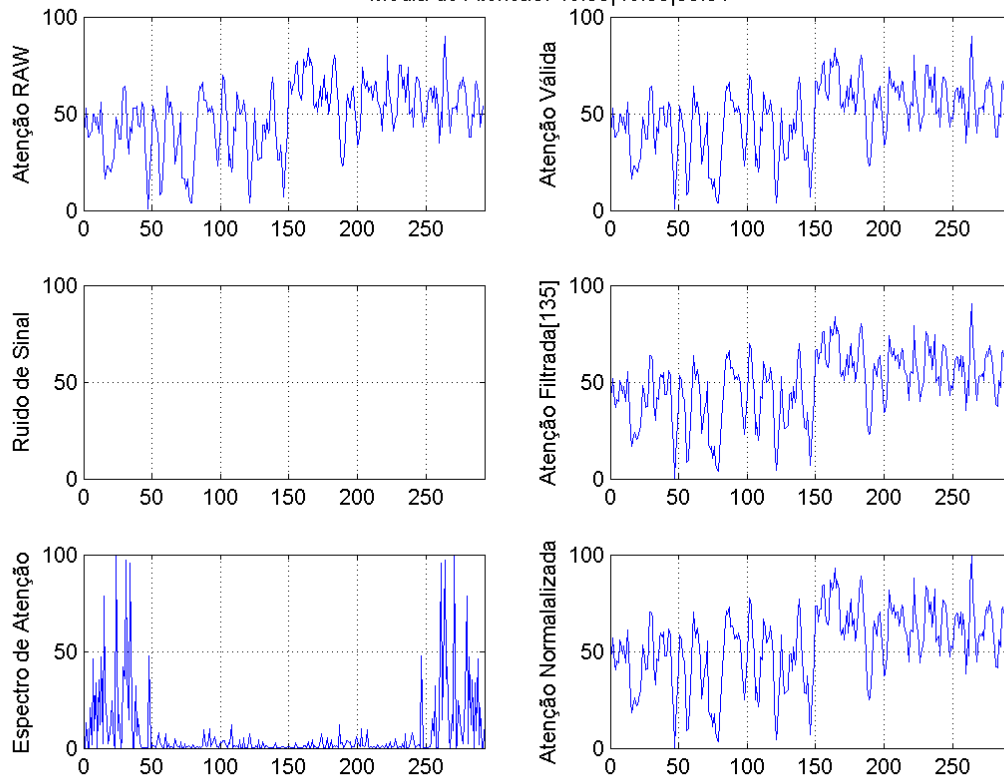
Teste: 'hdg' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atencao: 57.43|59.57|59.18



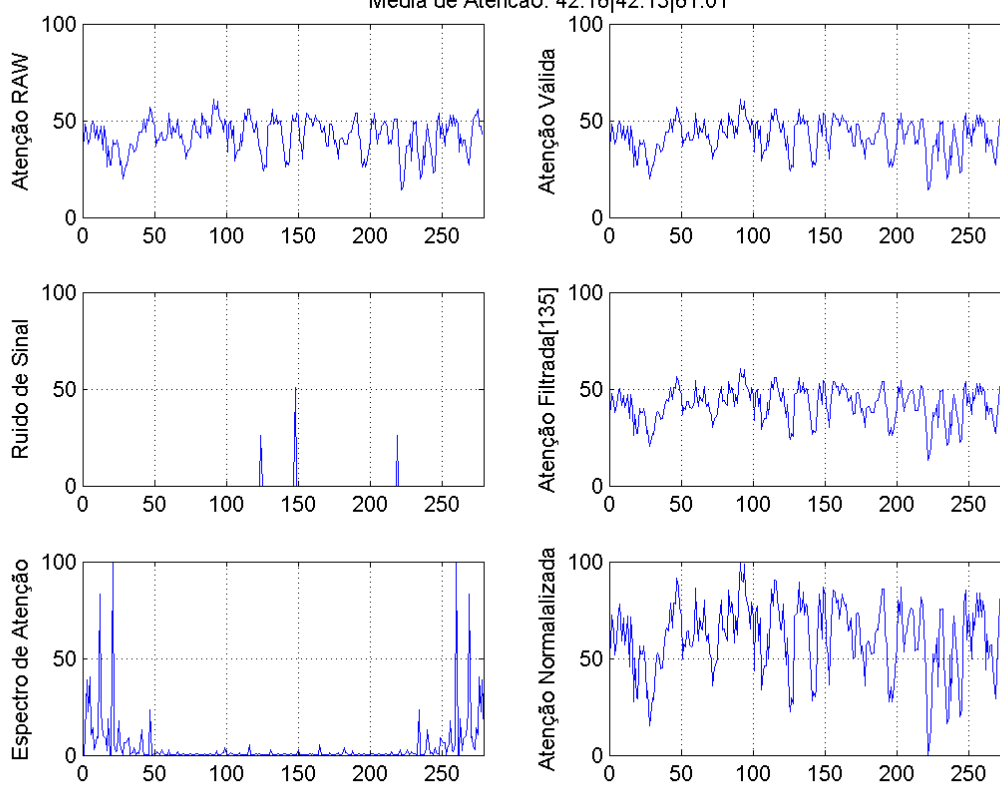
Teste: 'hdg' - Hipermidia: 'Tutorial Design'
 Media de Atencao: 69.08|69.08|59.33



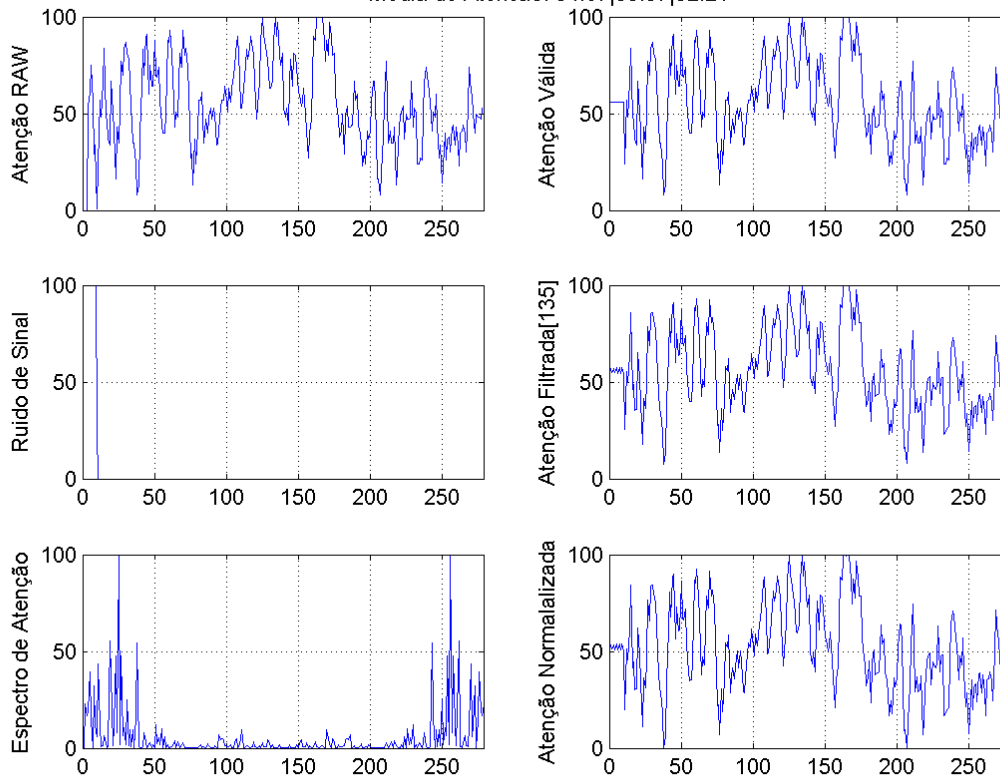
Teste: 'hdg' - Hipermidia: 'Blog Design'
 Media de Atencao: 48.39|48.39|53.31



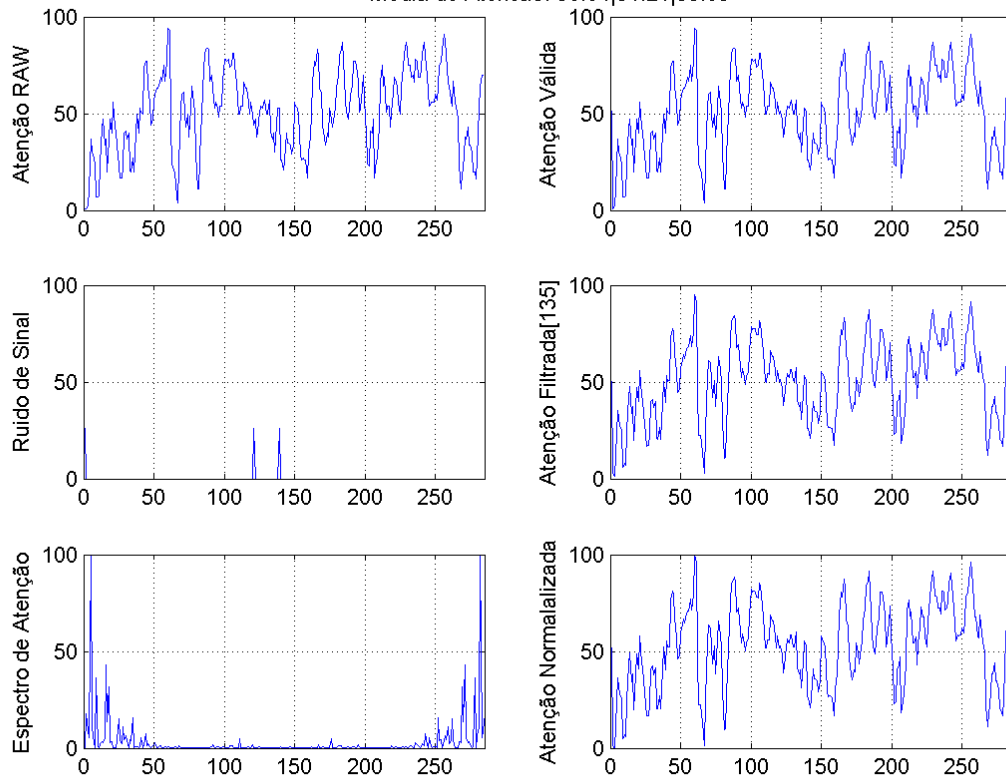
Teste: 'ip' - Hipermidia: 'Fundamentos da Forma'
 Media de Atenção: 42.16|42.13|61.01



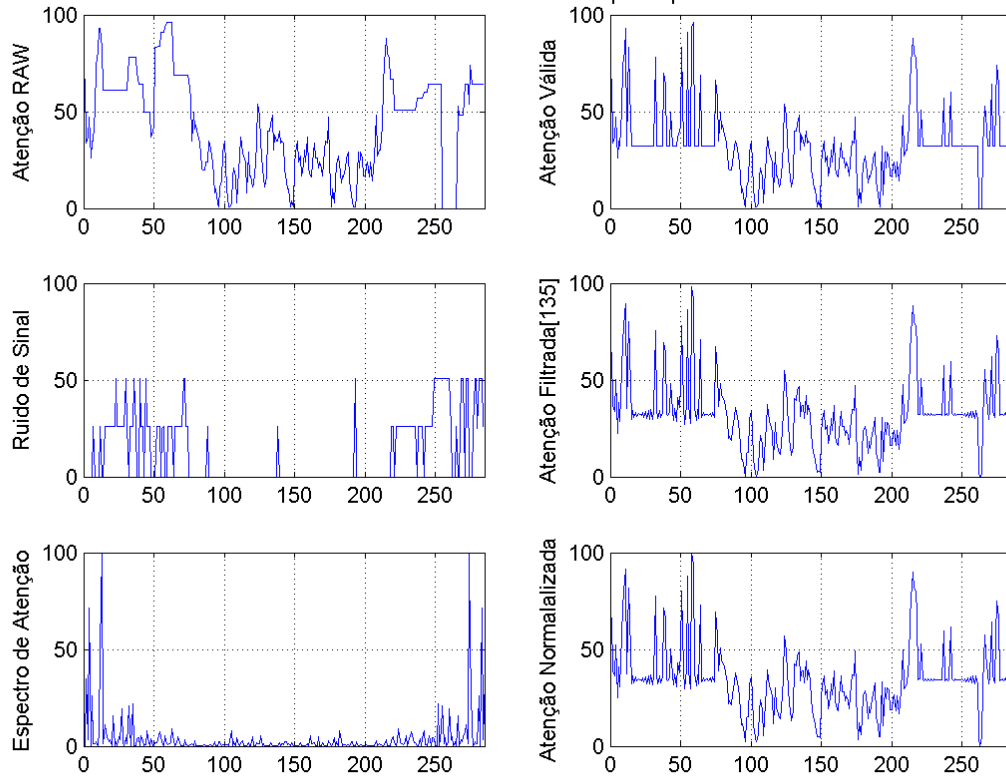
Teste: 'ip' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atenção: 54.87|55.97|52.21

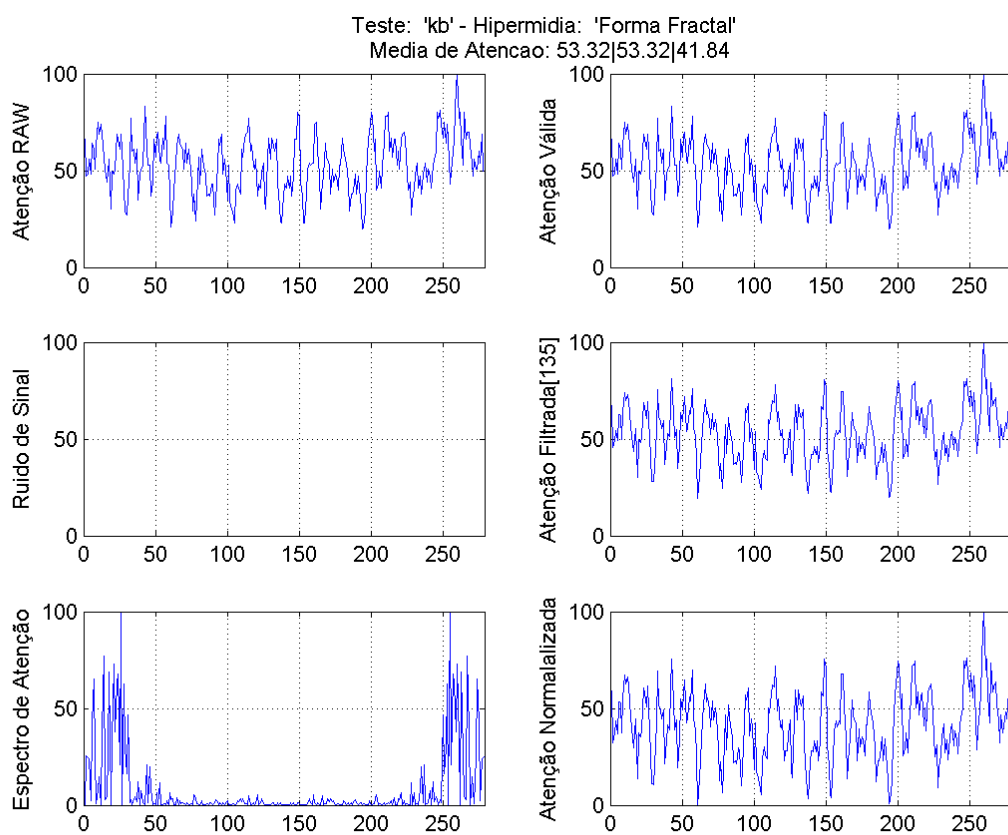
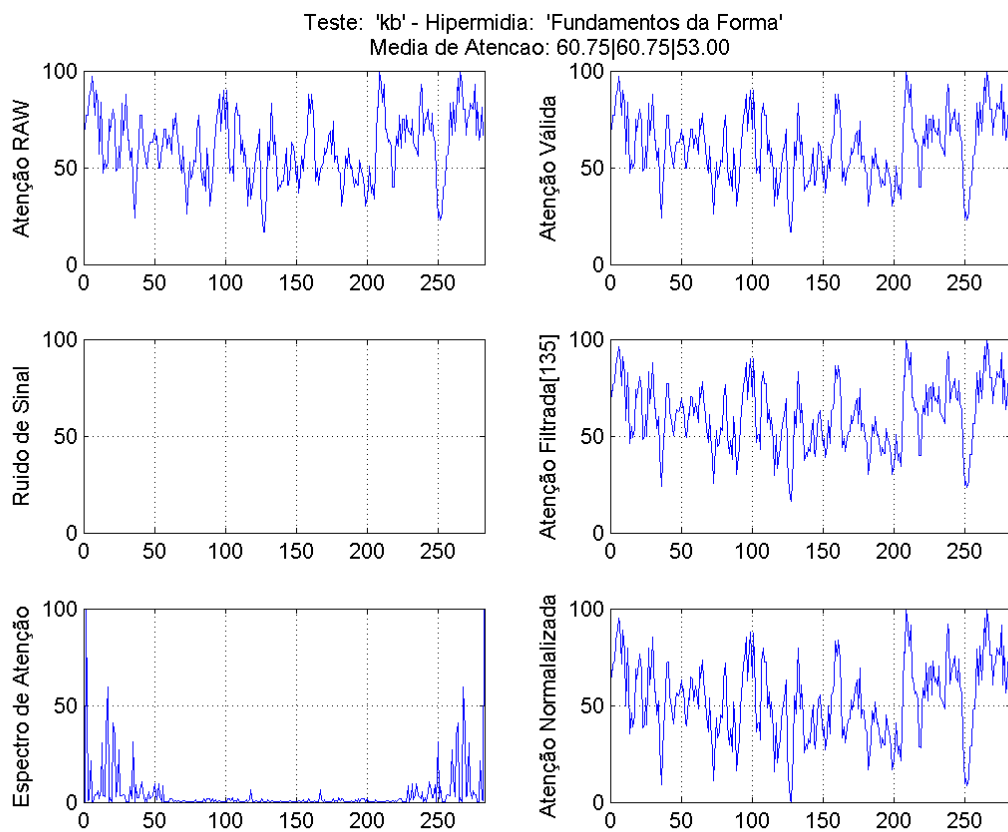


Teste: 'ip' - Hipermídia: 'Tutorial Design'
 Media de Atencao: 50.84|51.21|53.03

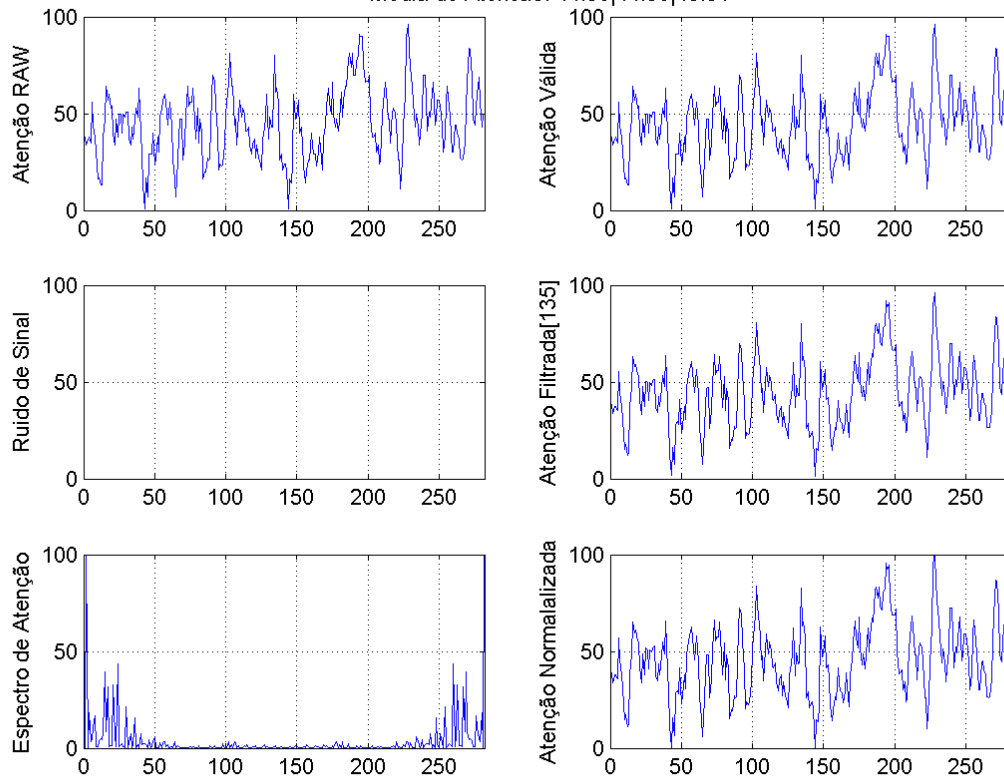


Teste: 'ip' - Hipermídia: 'Blog Design'
 Media de Atencao: 41.79|32.16|34.37

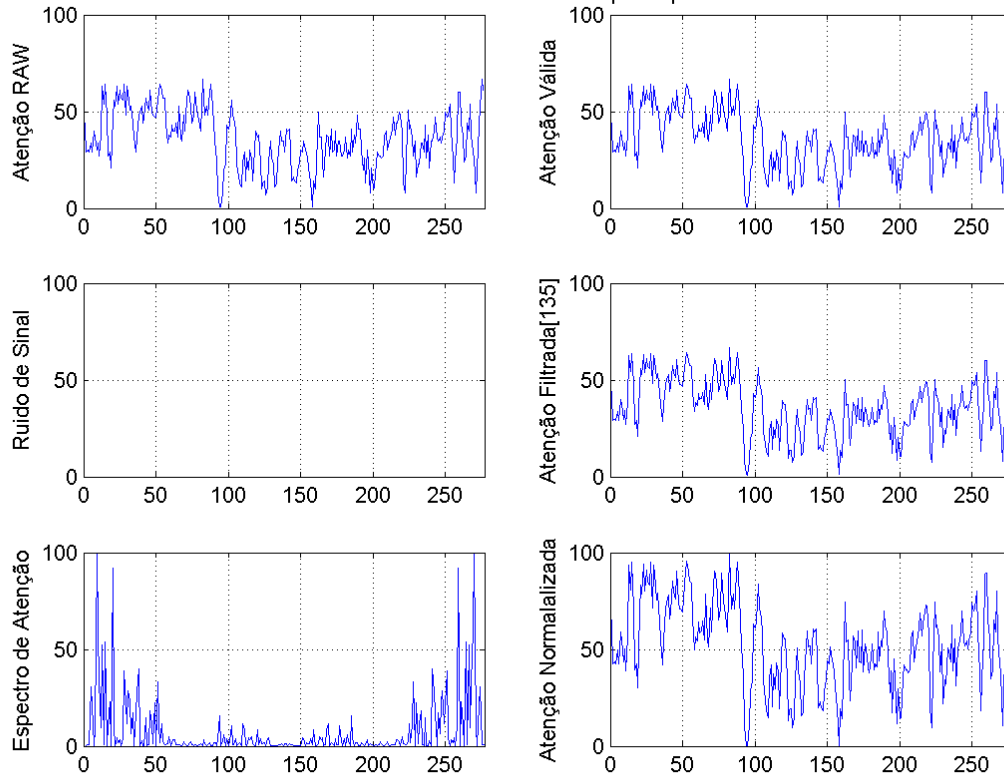




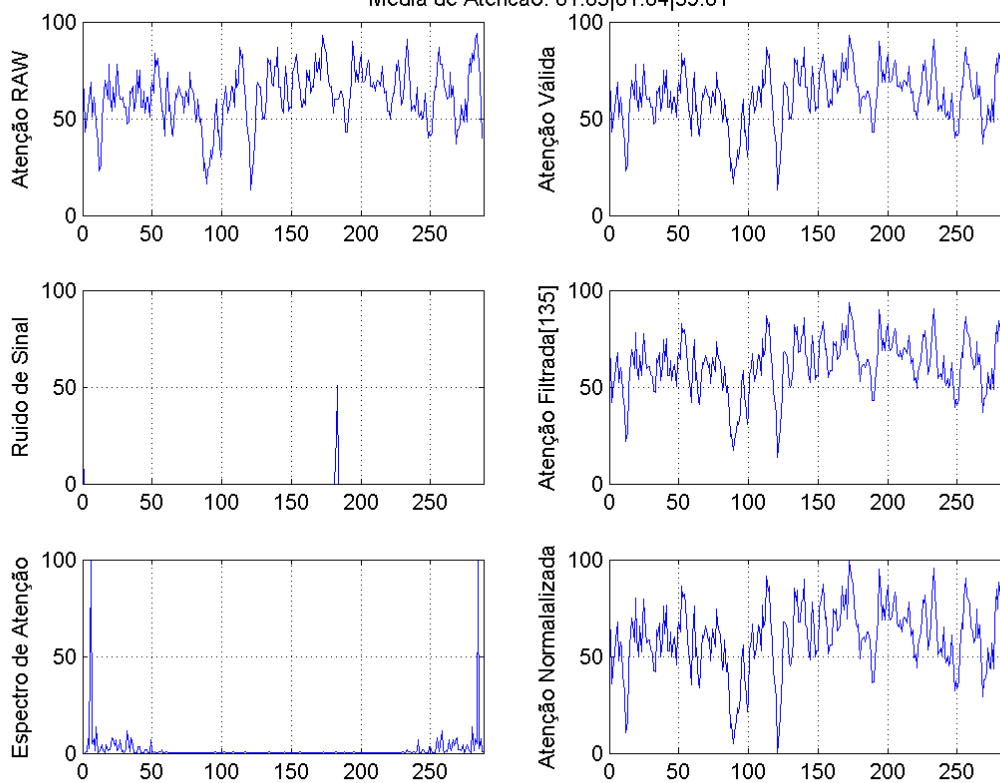
Teste: 'kb' - Hipermidia: 'Tutorial Design'
 Media de Atencao: 44.90|44.90|45.91



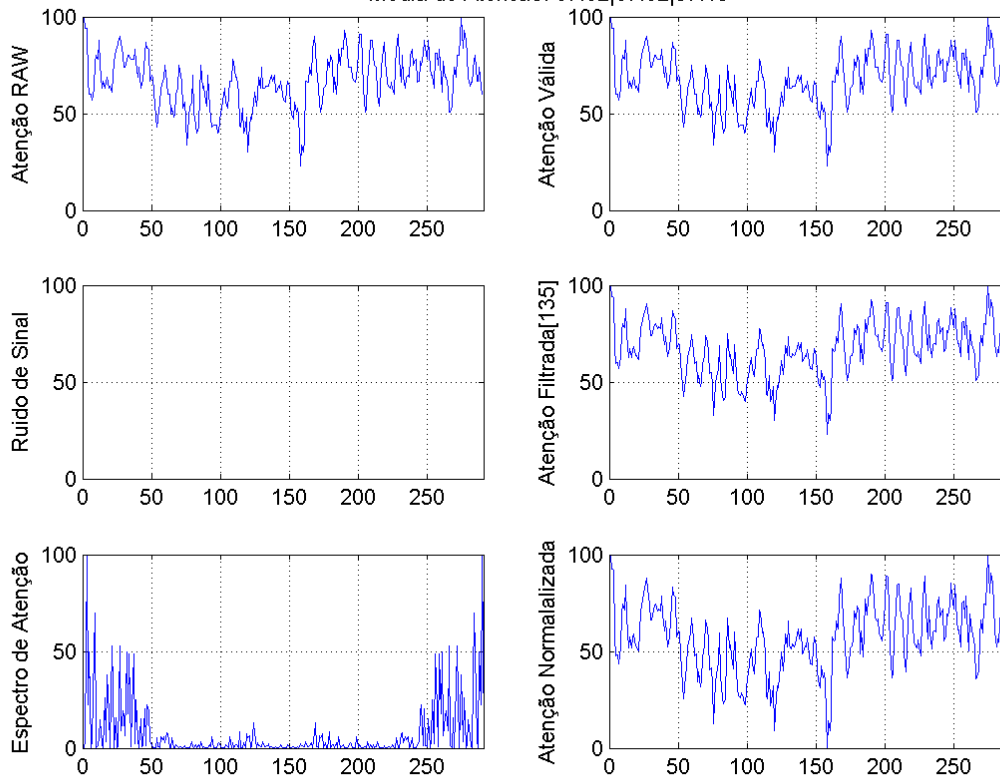
Teste: 'kb' - Hipermidia: 'Blog Design'
 Media de Atencao: 36.05|36.05|53.10



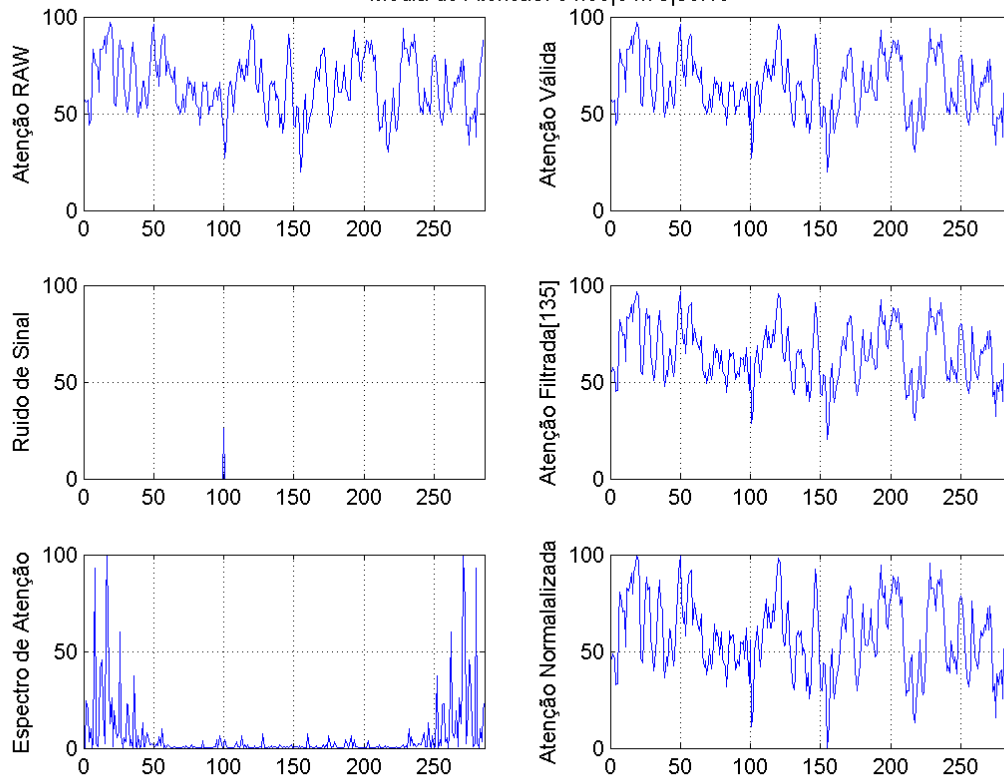
Teste: 'ld' - Hipermidia: 'Fundamentos da Forma'
Media de Atencao: 61.65|61.64|59.81



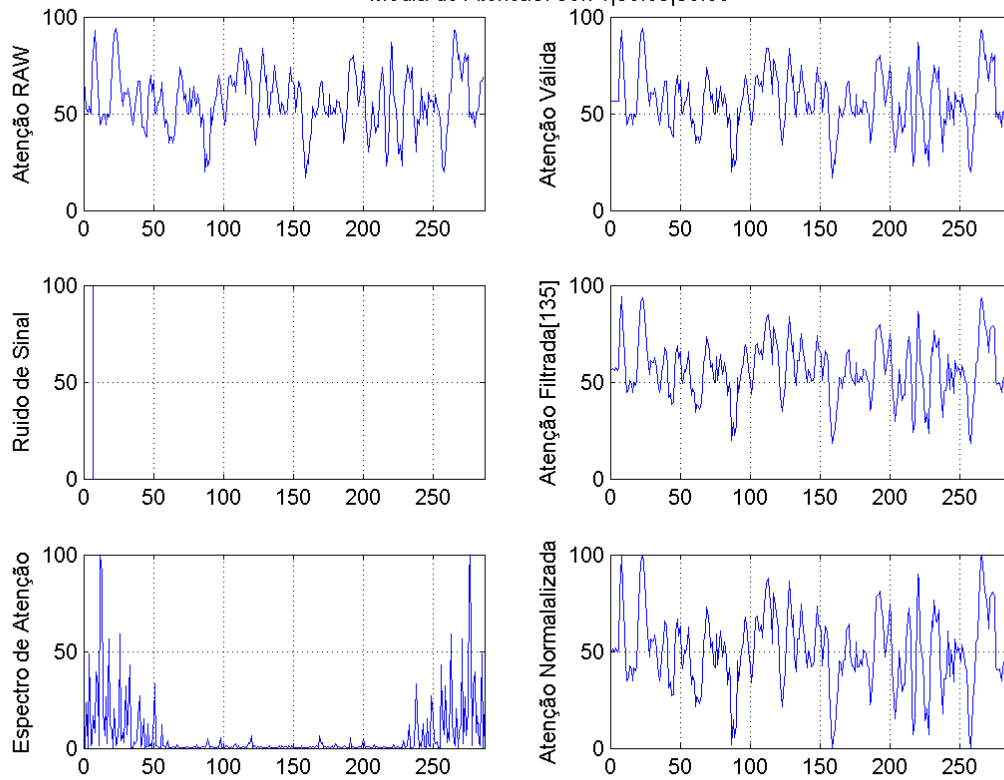
Teste: 'ld' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atencao: 67.02|67.02|57.19



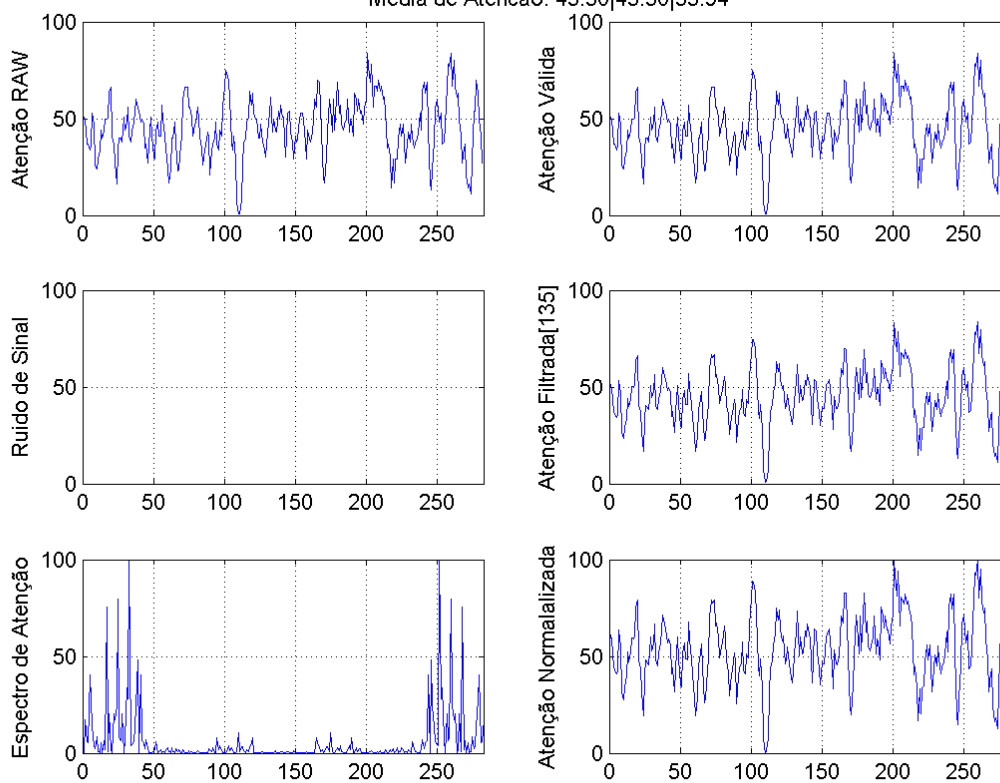
Teste: 'Id' - Hipermidia: 'Tutorial Design'
 Media de Atencao: 64.66|64.73|58.10



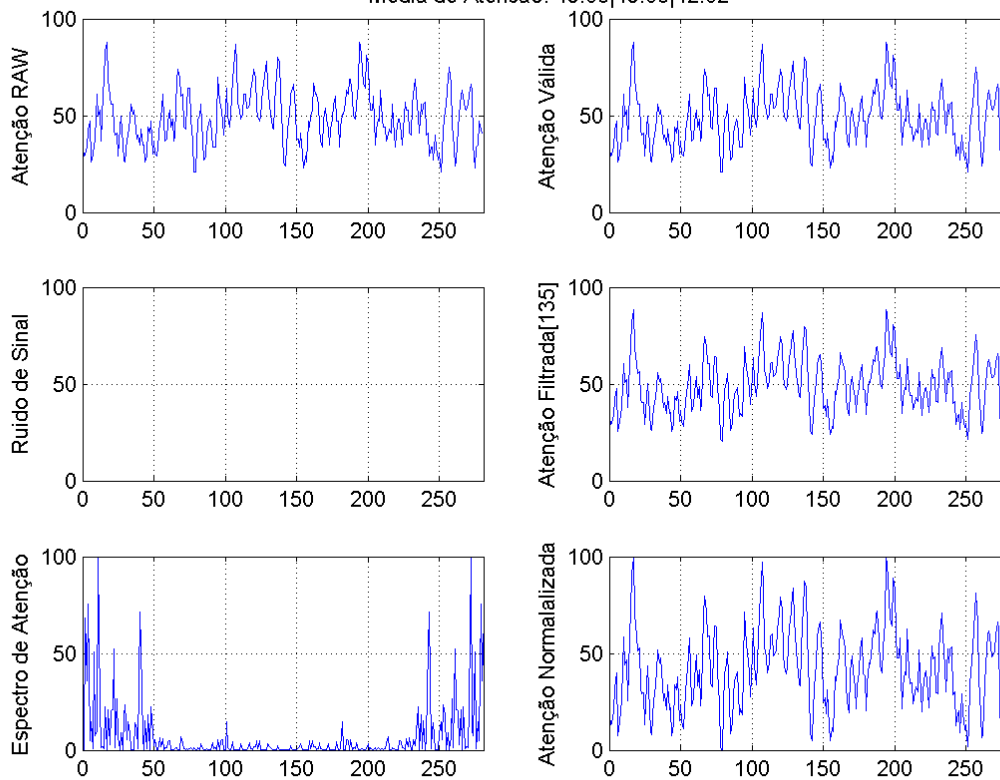
Teste: 'Id' - Hipermidia: 'Blog Design'
 Media de Atencao: 56.71|56.65|50.66



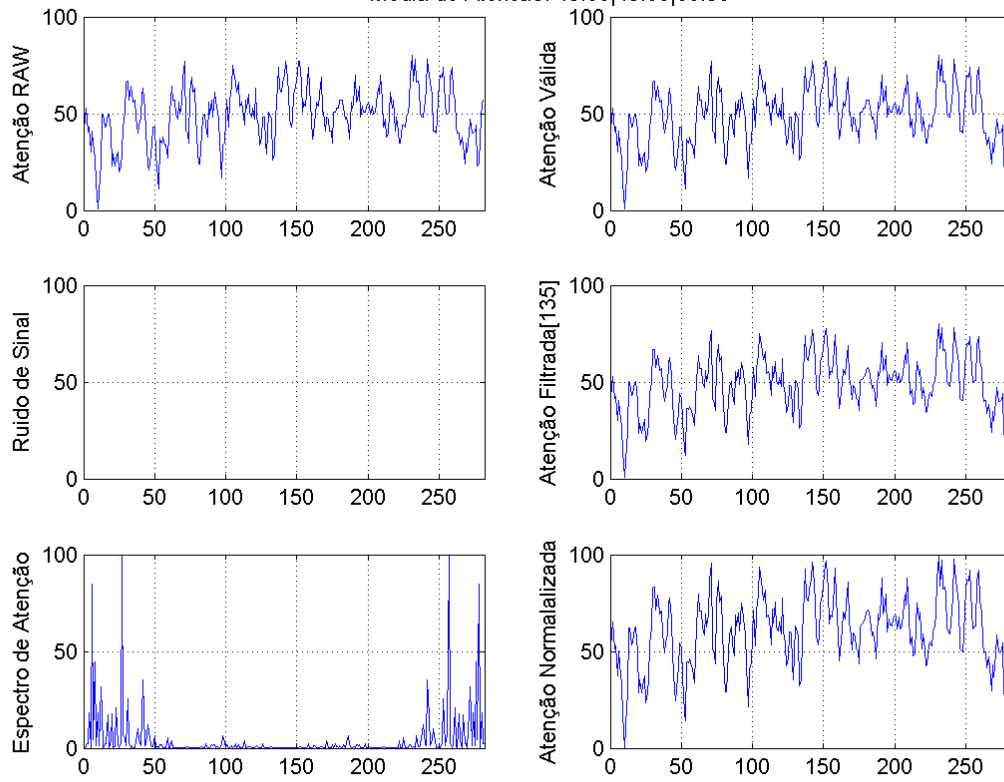
Teste: 'med' - Hipermidia: 'Fundamentos da Forma'
Media de Atenção: 45.50|45.50|53.94



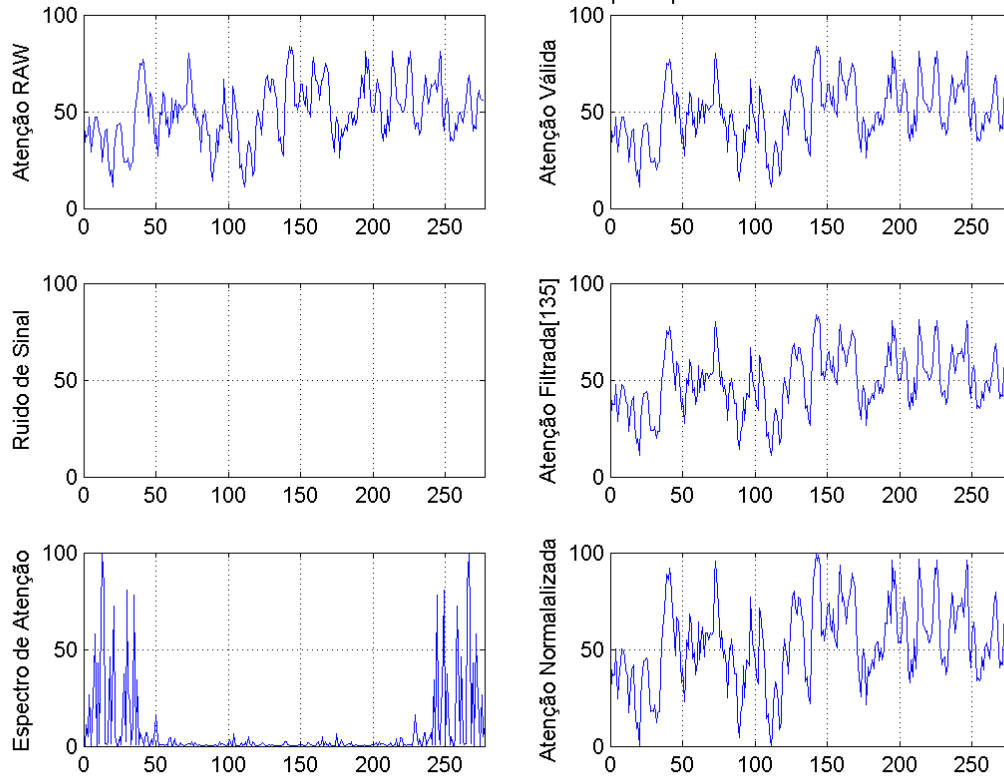
Teste: 'med' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atenção: 49.08|49.08|42.02



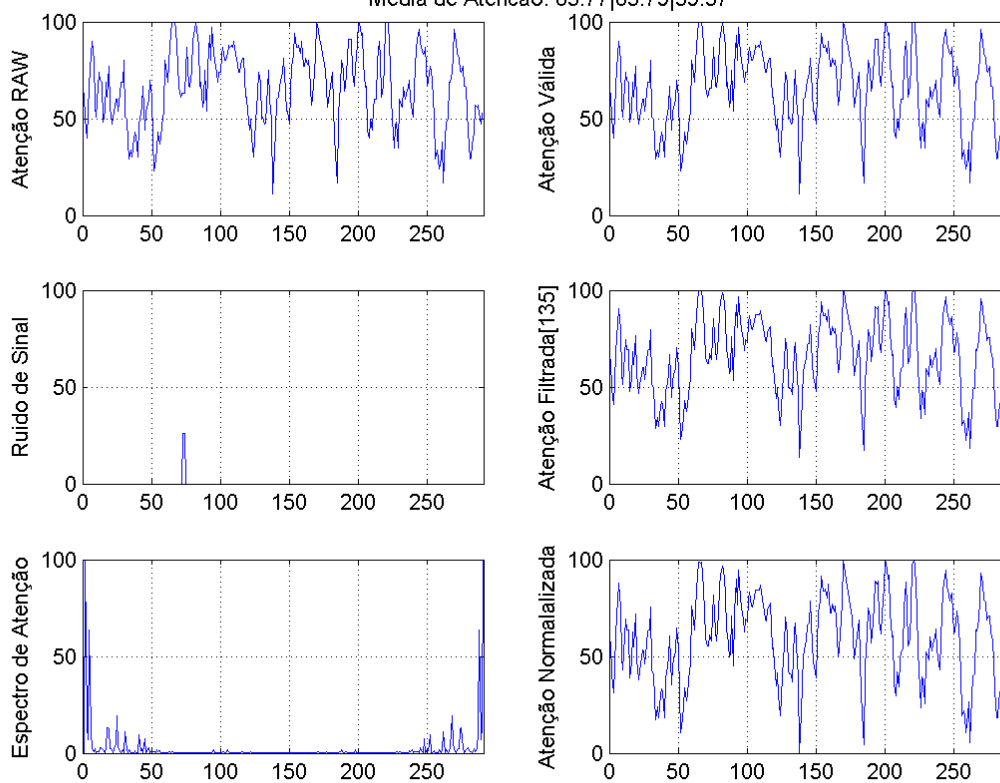
Teste: 'med' - Hipermídia: 'Tutorial Design'
 Media de Atenção: 49.08|49.08|60.96



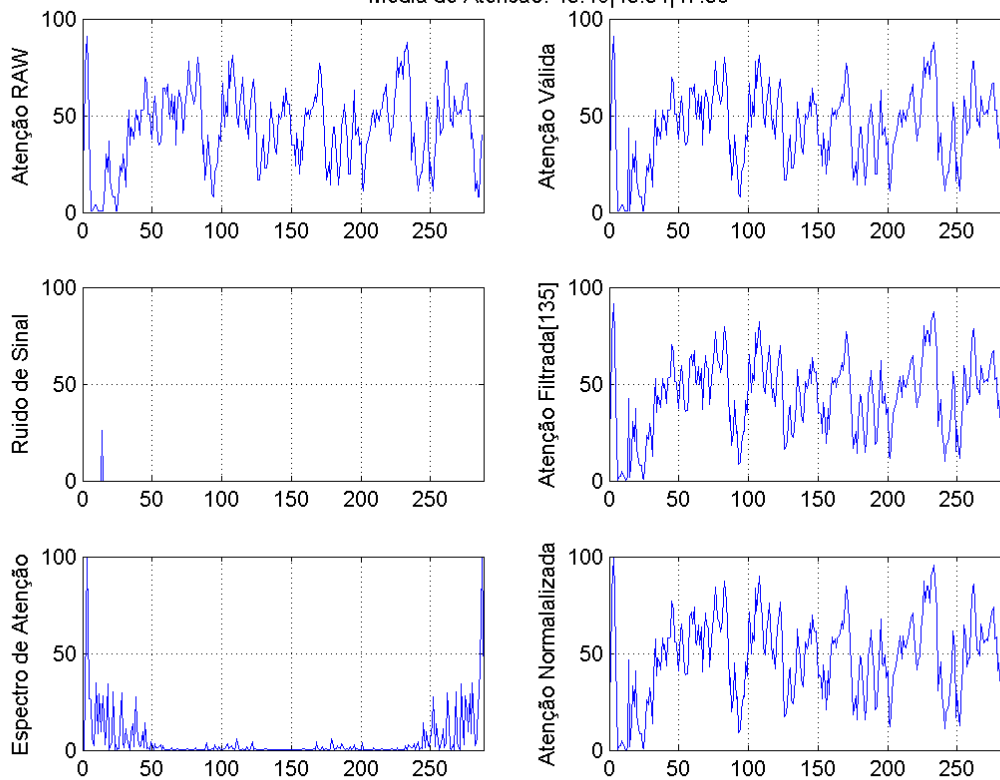
Teste: 'med' - Hipermídia: 'Blog Design'
 Media de Atenção: 49.47|49.47|53.11



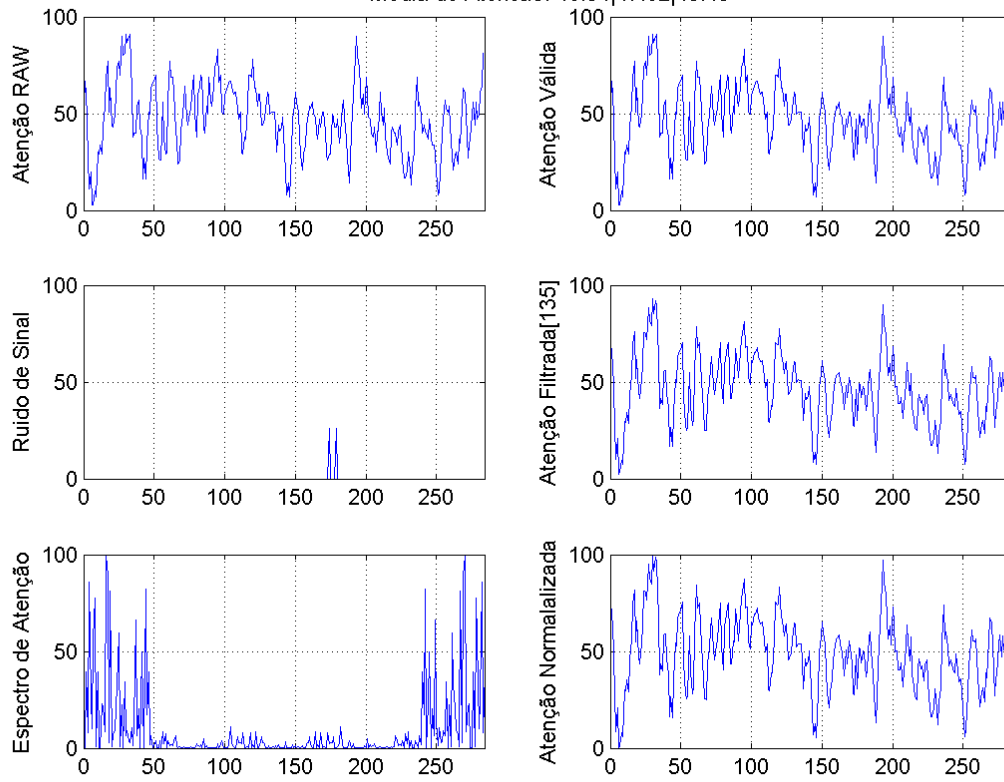
Teste: 'rgts' - Hipermidia: 'Fundamentos da Forma'
Media de Atencao: 65.77|65.79|59.57



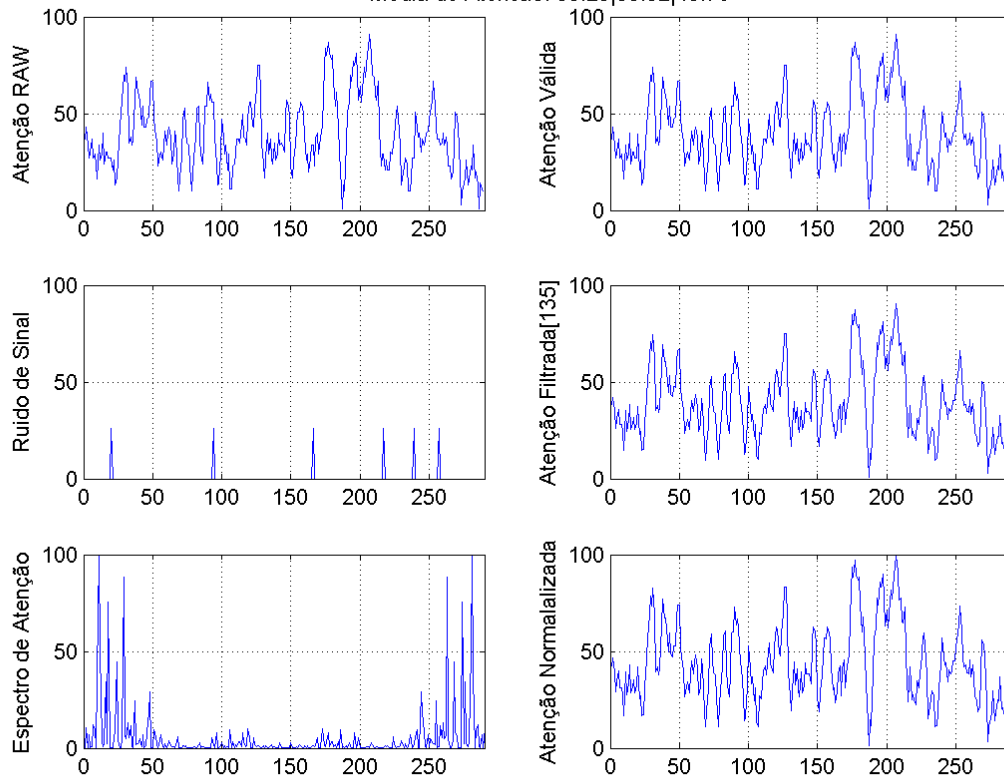
Teste: 'rgts' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atencao: 43.40|43.54|47.58



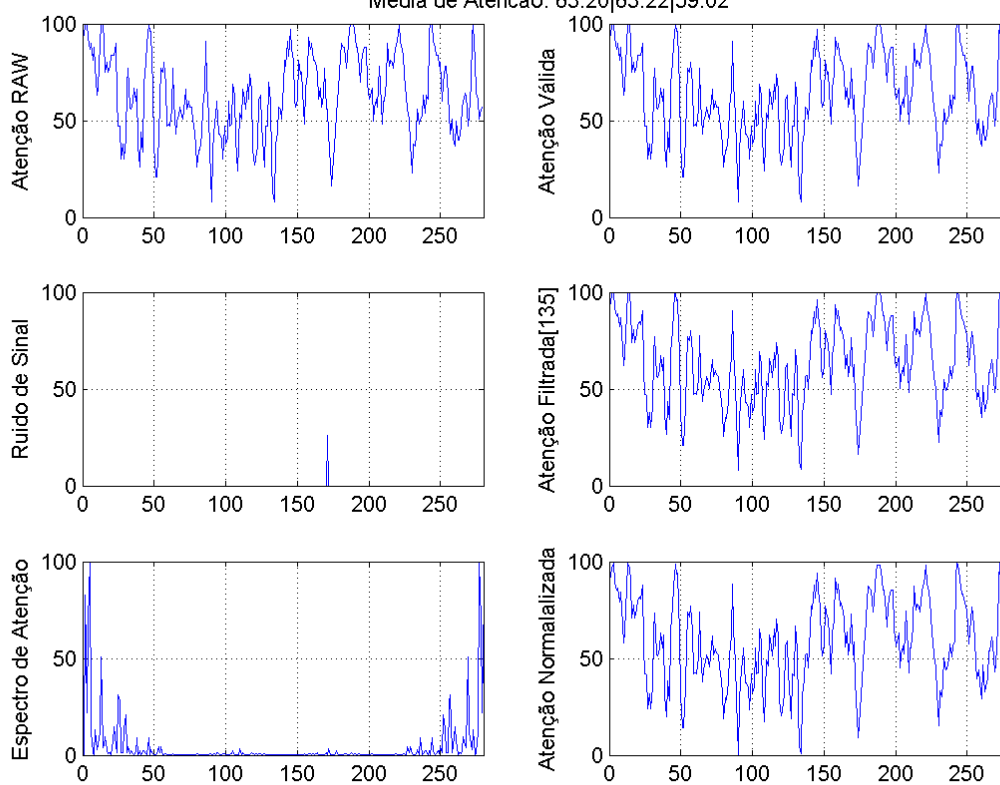
Teste: 'rgts' - Hipermidia: 'Tutorial Design'
 Media de Atencao: 46.94|47.02|49.49



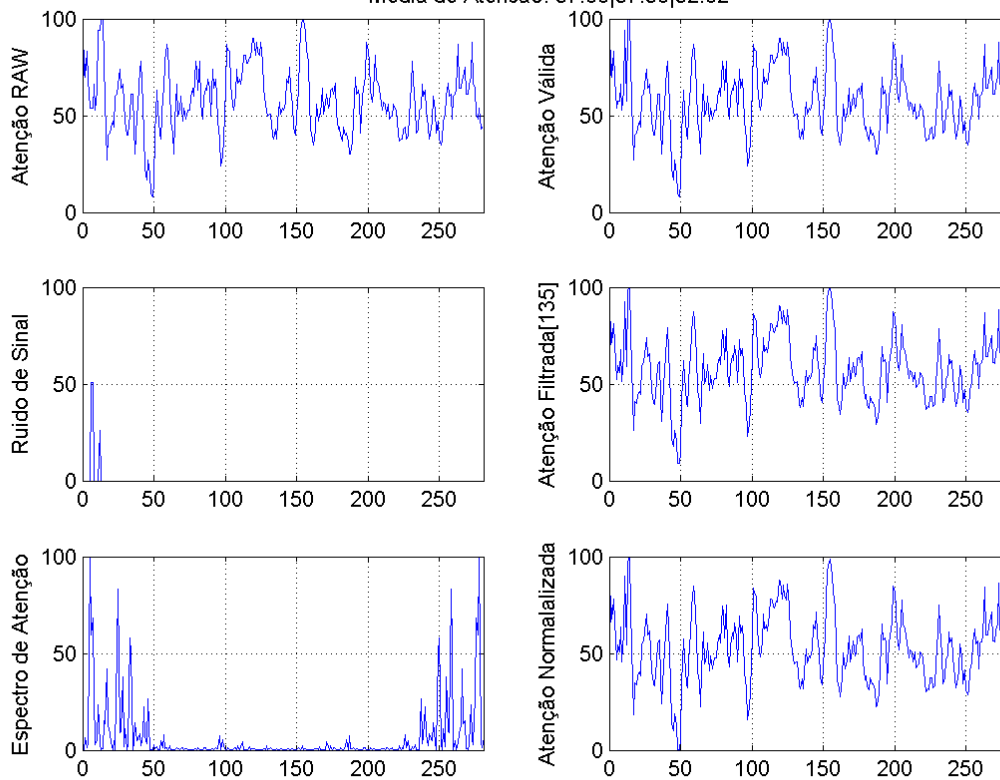
Teste: 'rgts' - Hipermidia: 'Blog Design'
 Media de Atencao: 39.23|39.32|43.78



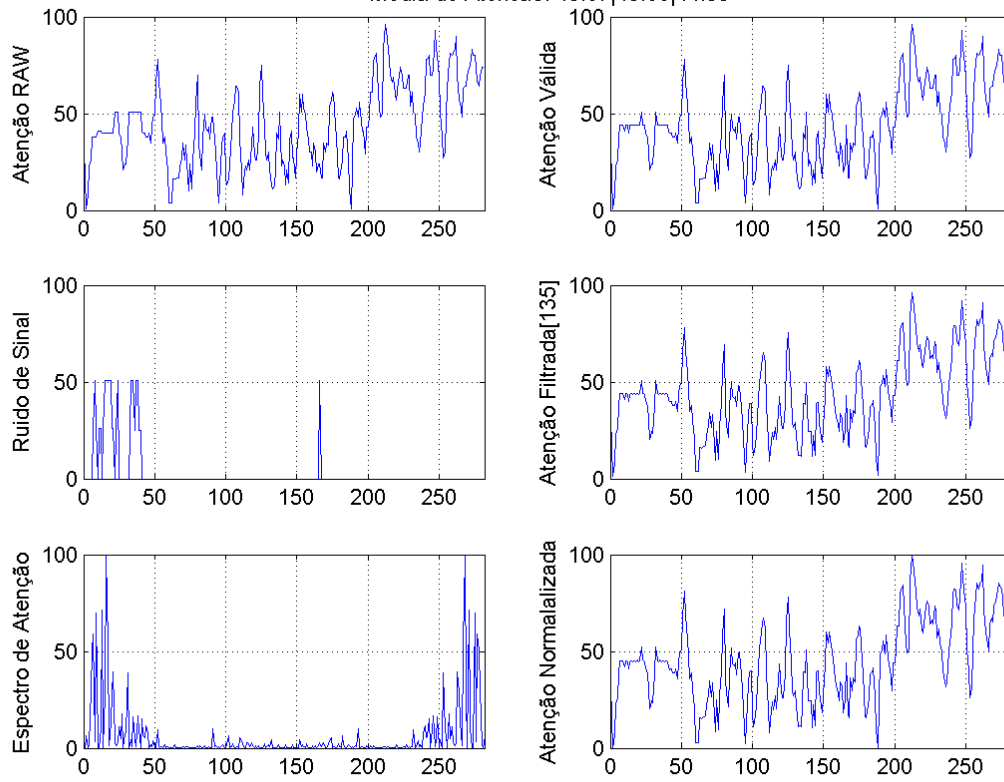
Teste: 'rtl' - Hipermidia: 'Fundamentos da Forma'
 Media de Atencao: 63.20|63.22|59.02



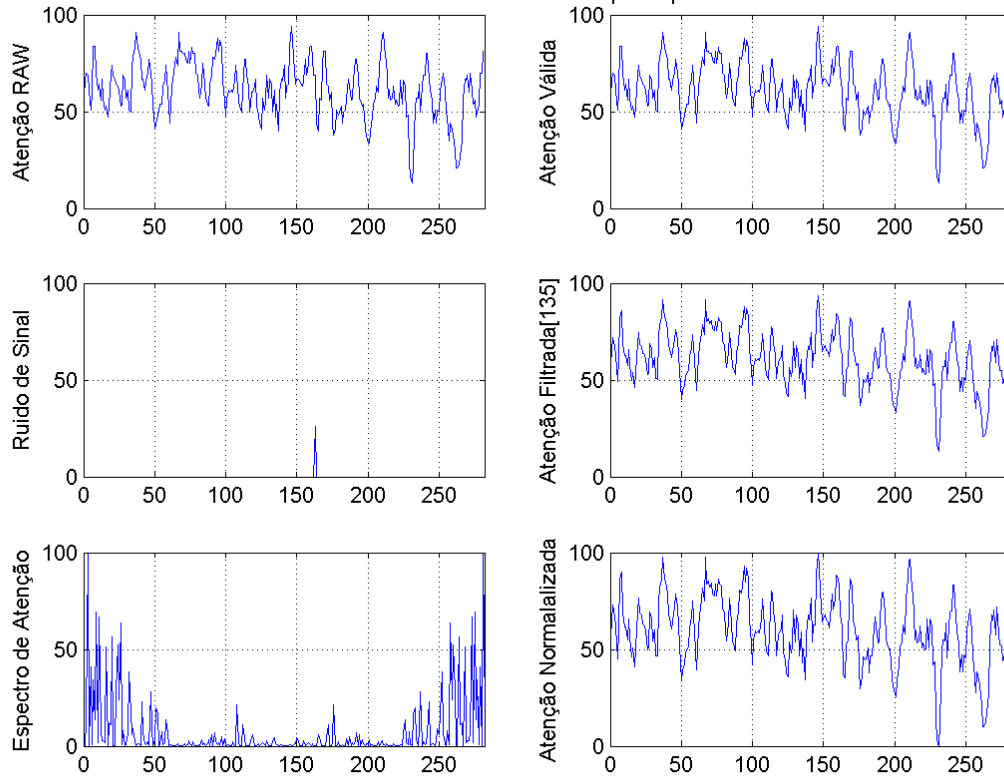
Teste: 'rtl' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 57.68|57.58|52.62



Teste: 'rtl' - Hipermidia: 'Tutorial Design'
 Media de Atencao: 43.87|43.88|44.99

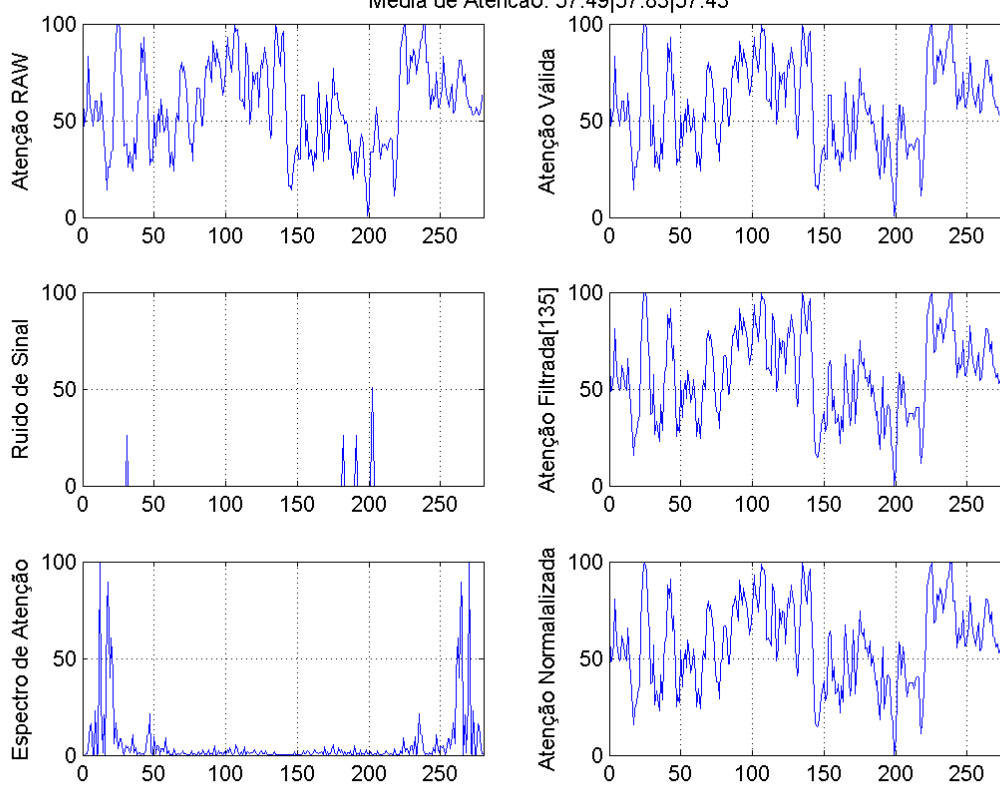


Teste: 'rtl' - Hipermidia: 'Blog Design'
 Media de Atencao: 61.30|61.27|60.00

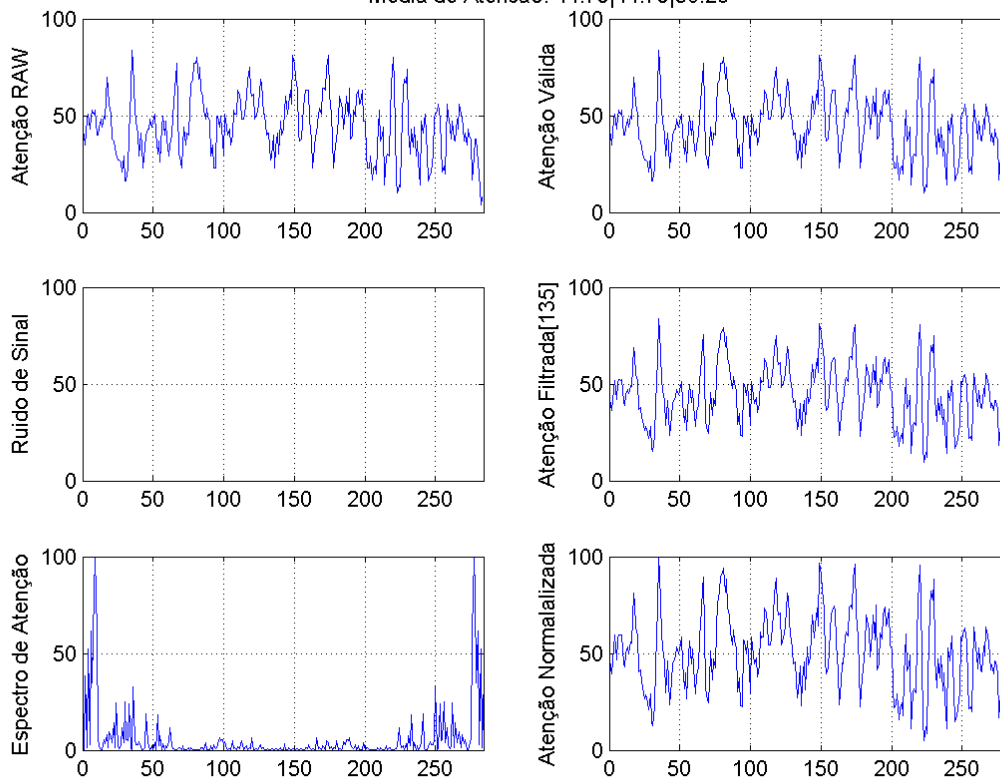


**APÊNDICE G - Dados dos Testes de *Atenção* - Sujeitos
com Formação em Arquitetura**

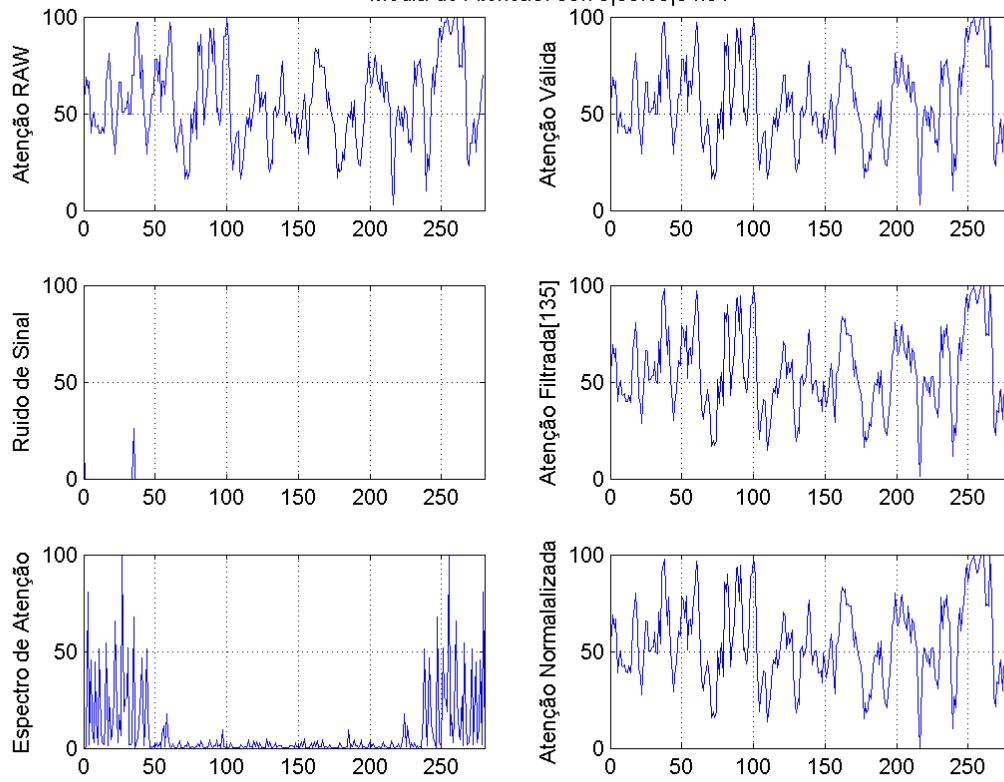
Teste: 'cj' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetonico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 57.49|57.83|57.43



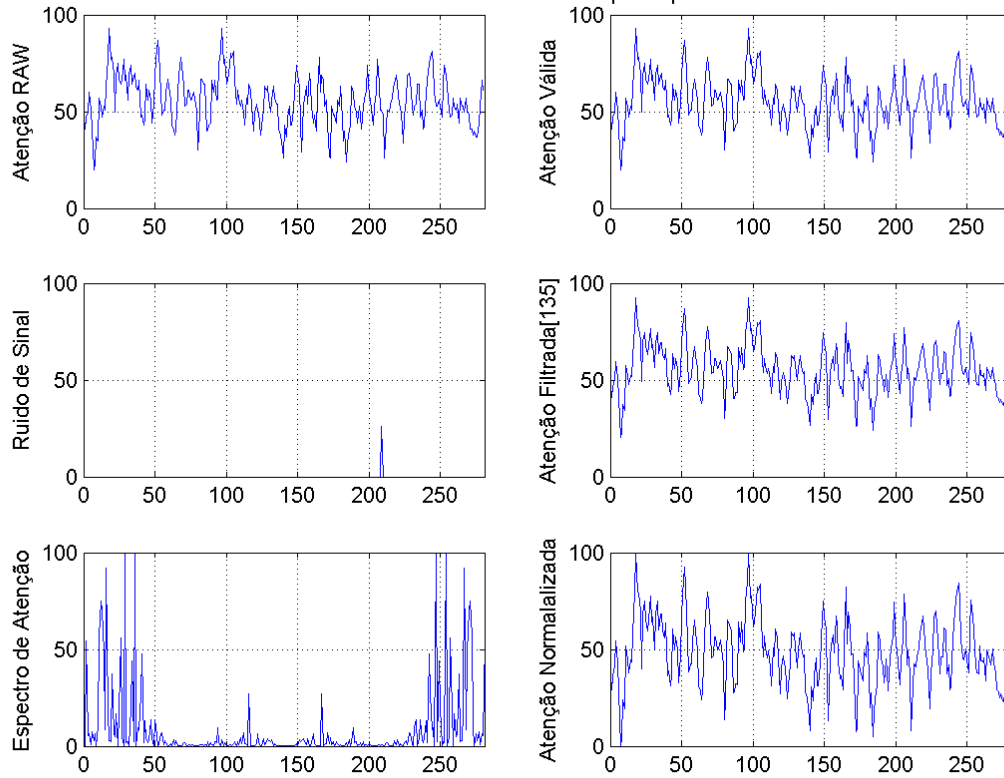
Teste: 'cj' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 44.79|44.79|50.26



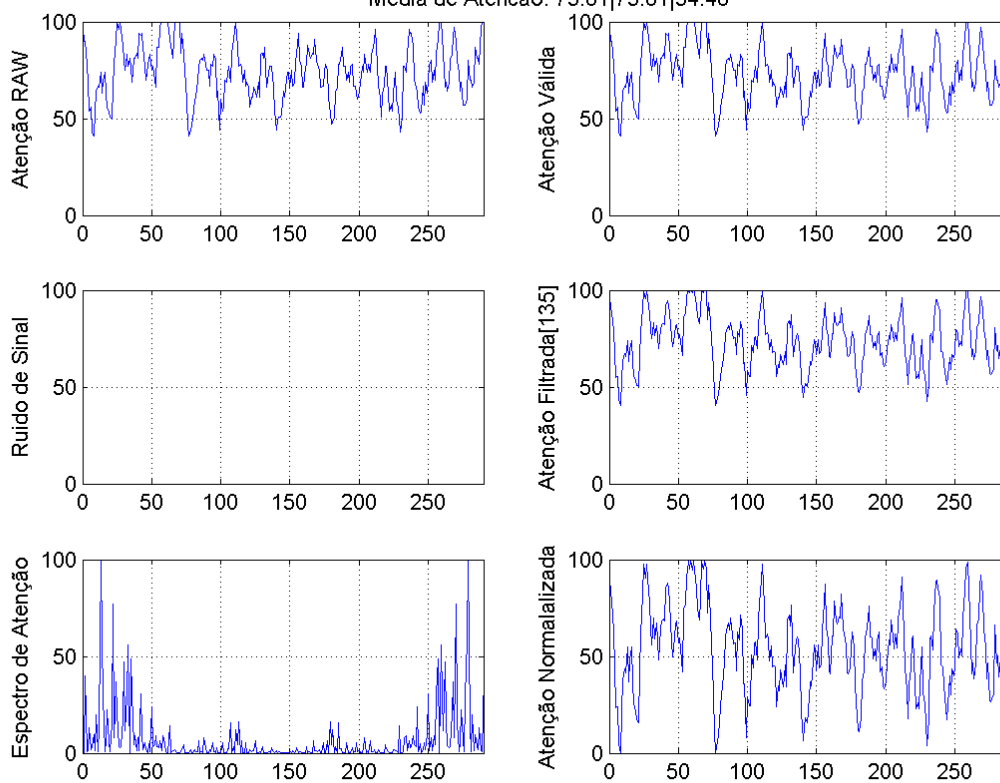
Teste: 'cj' - Hipermidia: 'Tutorial Arq.'
 Media de Atencao: 55.79|55.69|54.91



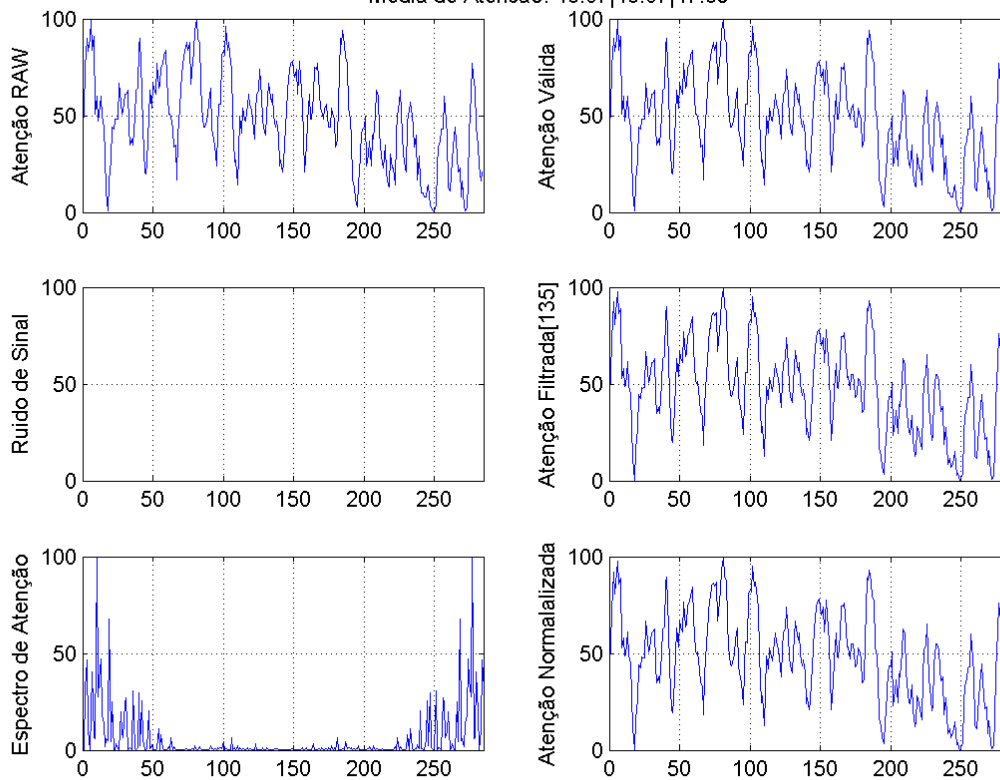
Teste: 'cj' - Hipermidia: 'Blog Arq.'
 Media de Atencao: 55.54|55.55|48.82



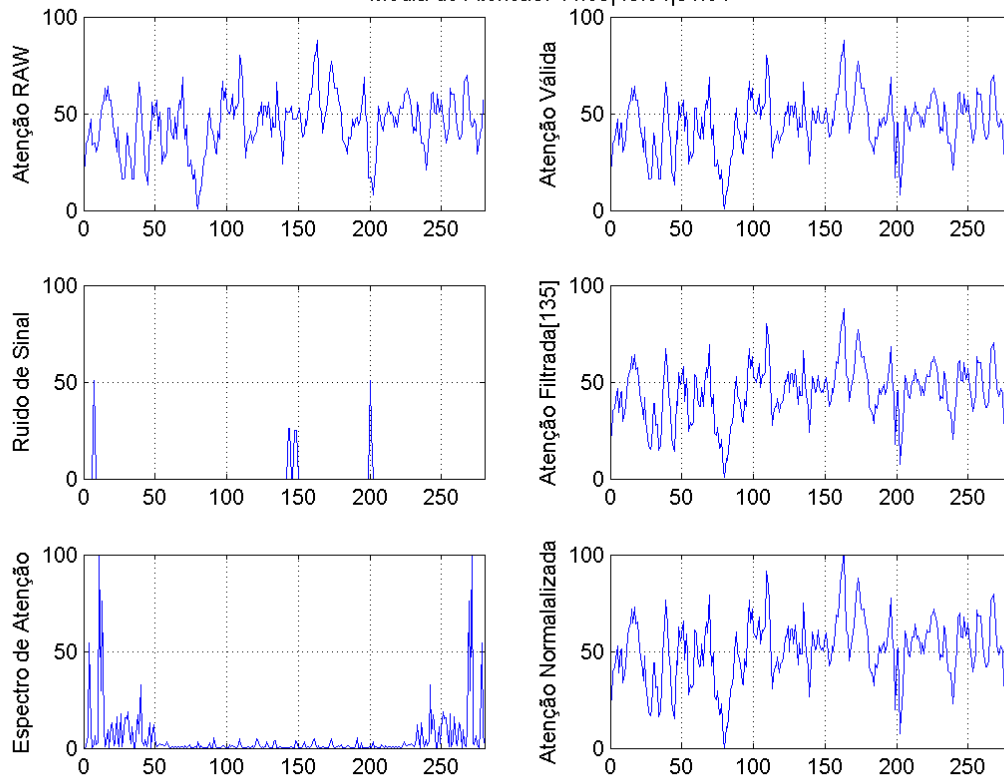
Teste: 'gjs' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetonico em Ferramentas Digitais'
Media de Atencao: 73.81|73.81|54.46



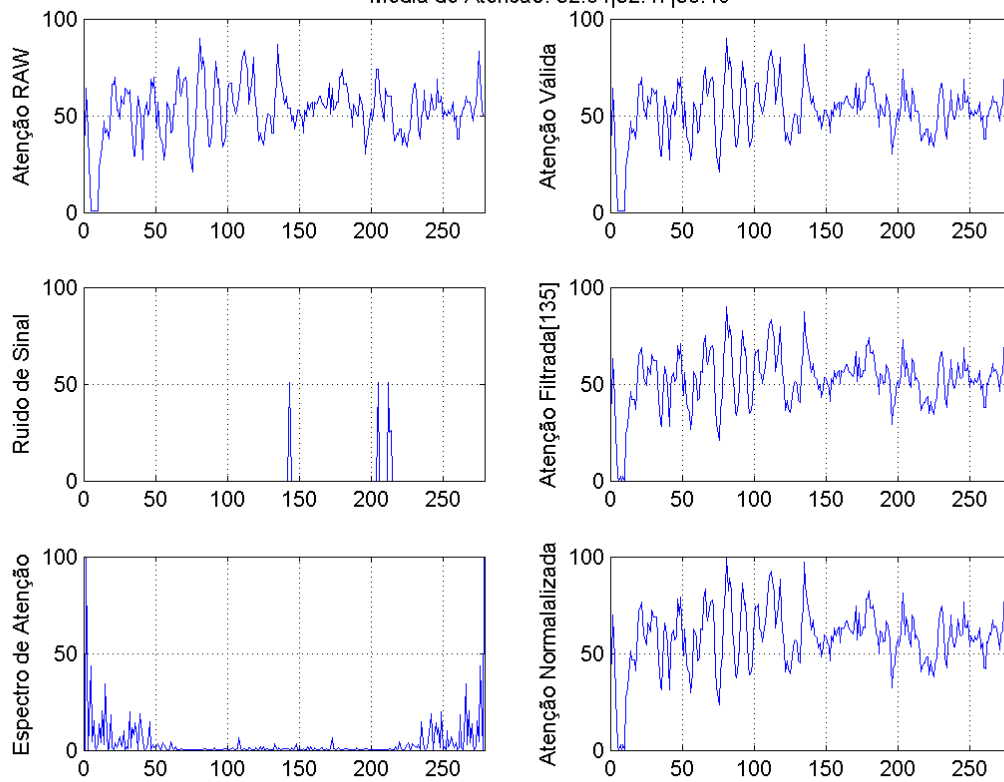
Teste: 'gjs' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atencao: 48.07|48.07|47.89



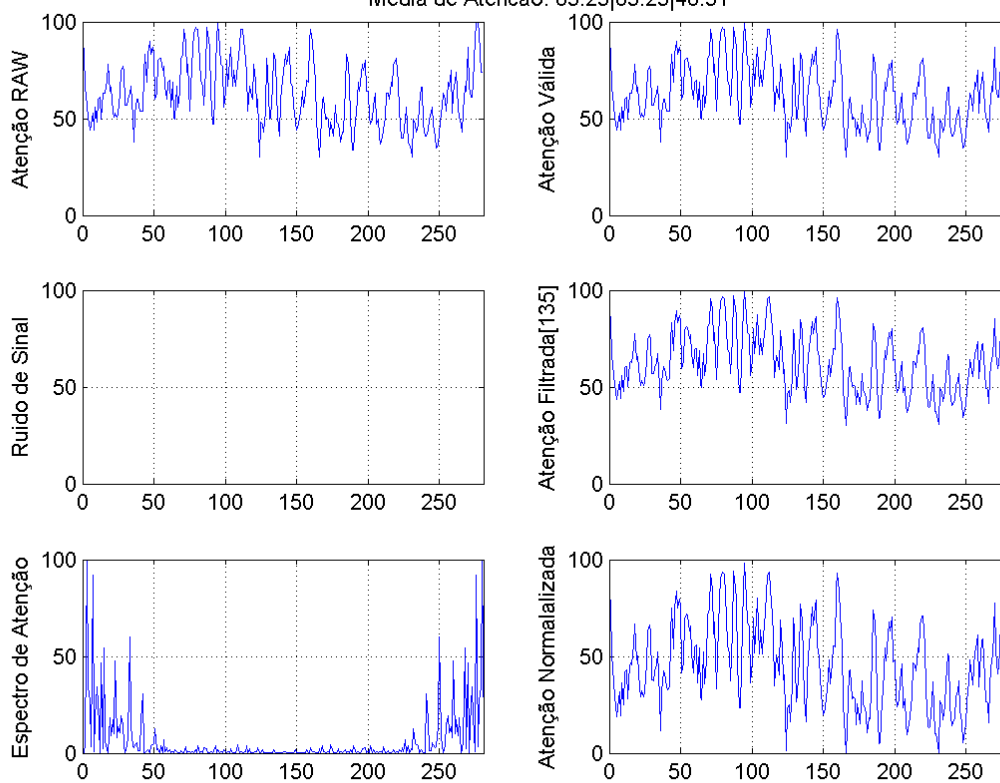
Teste: 'gjs' - Hipermidia: 'Tutorial Arq.'
 Media de Atencao: 44.83|45.04|51.04



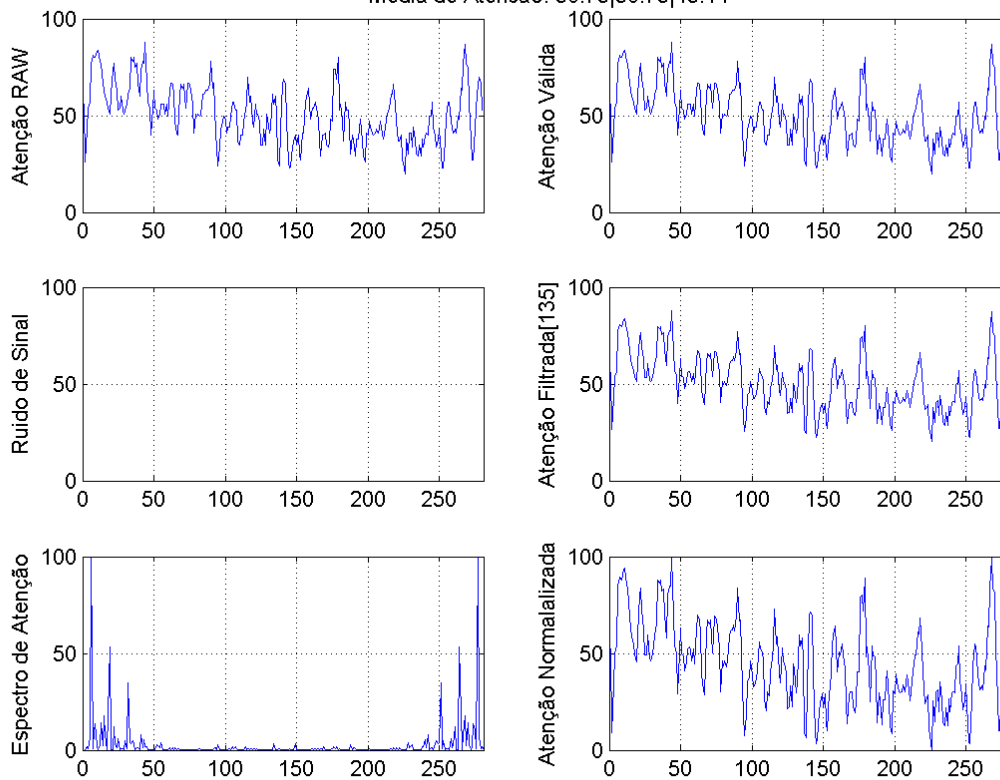
Teste: 'gjs' - Hipermidia: 'Blog Arq.'
 Media de Atencao: 52.64|52.47|58.40



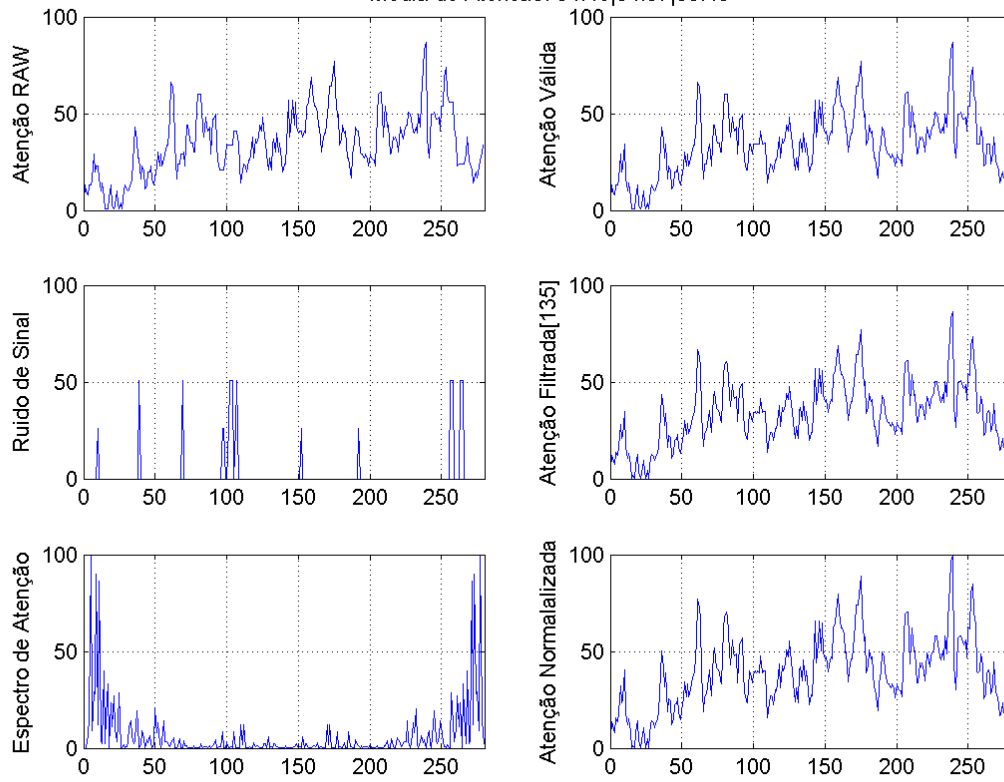
Teste: 'ixs' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetonico em Ferramentas Digitais'
Media de Atencao: 63.23|63.23|46.51



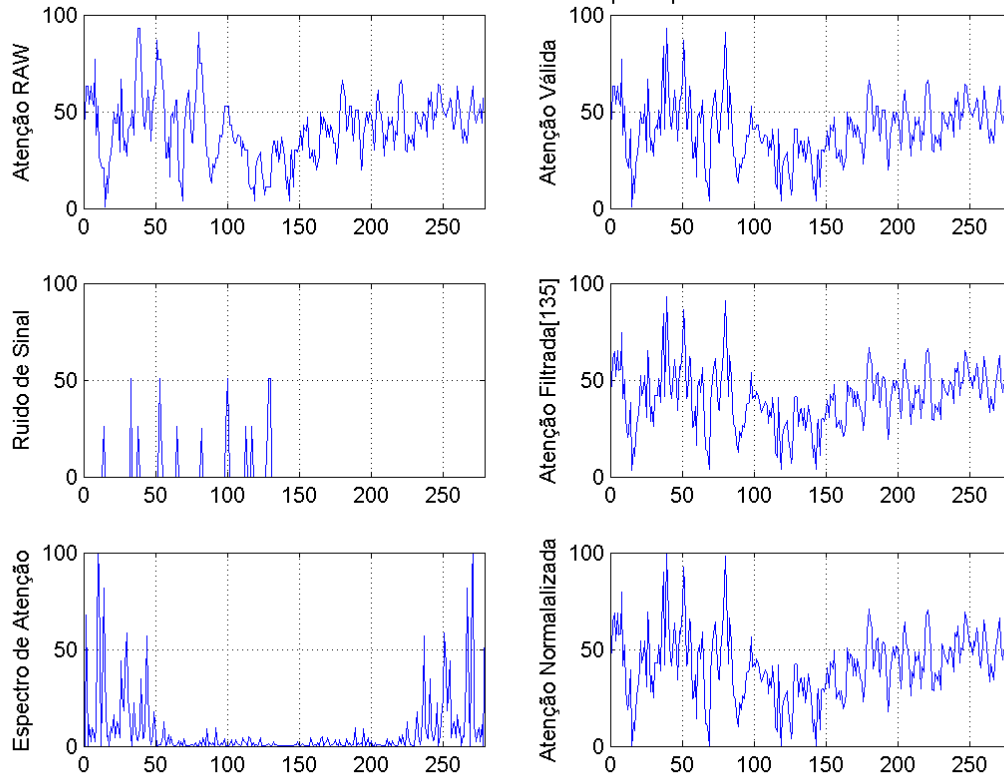
Teste: 'ixs' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atencao: 50.75|50.75|45.14



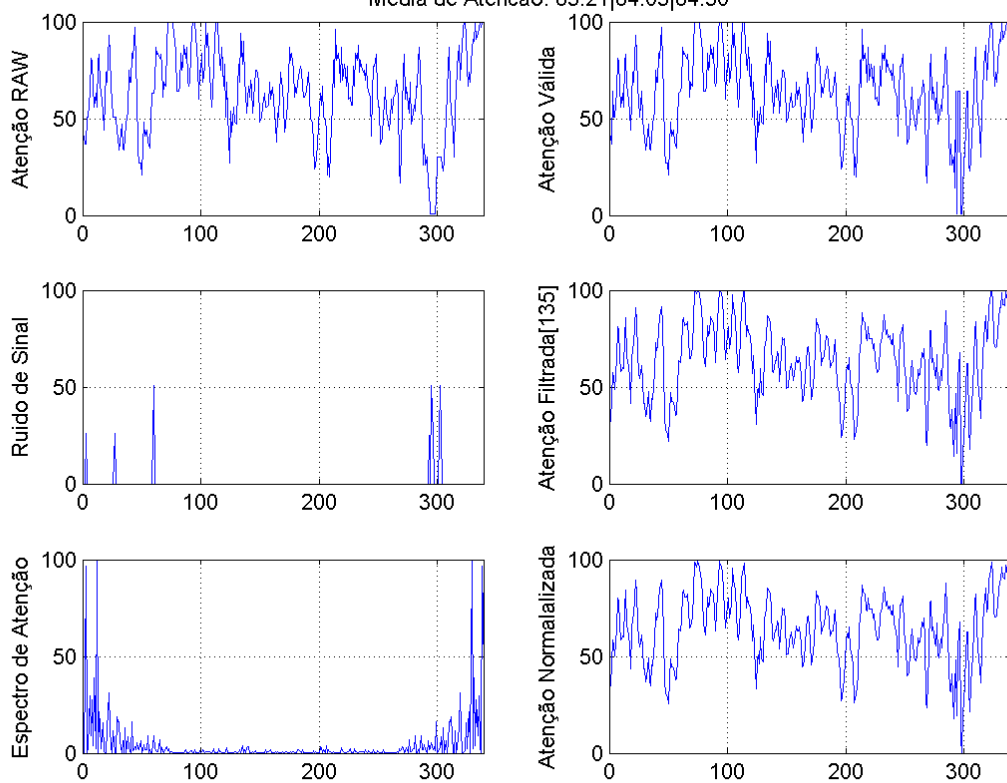
Teste: 'ixs' - Hipermidia: 'Tutorial Arq.'
 Media de Atencao: 34.40|34.37|39.45



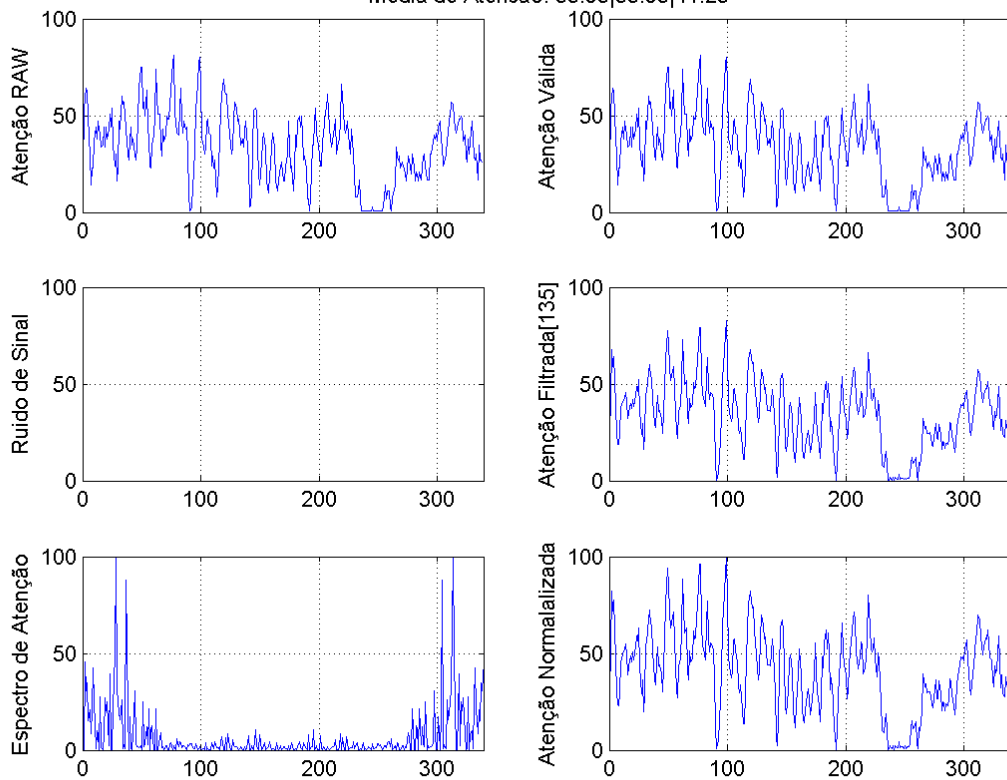
Teste: 'ixs' - Hipermidia: 'Blog Arq.'
 Media de Atencao: 41.41|41.21|42.14



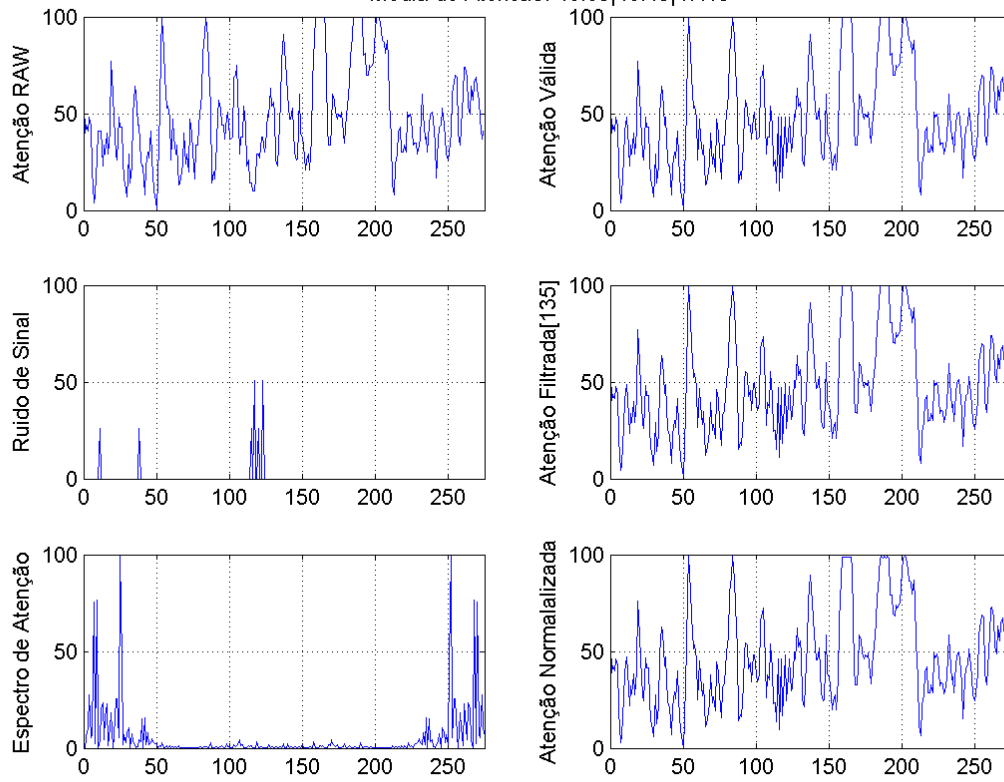
Teste: 'jdb' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetonico em Ferramentas Digitais'
 Media de Atencao: 63.21|64.05|64.30



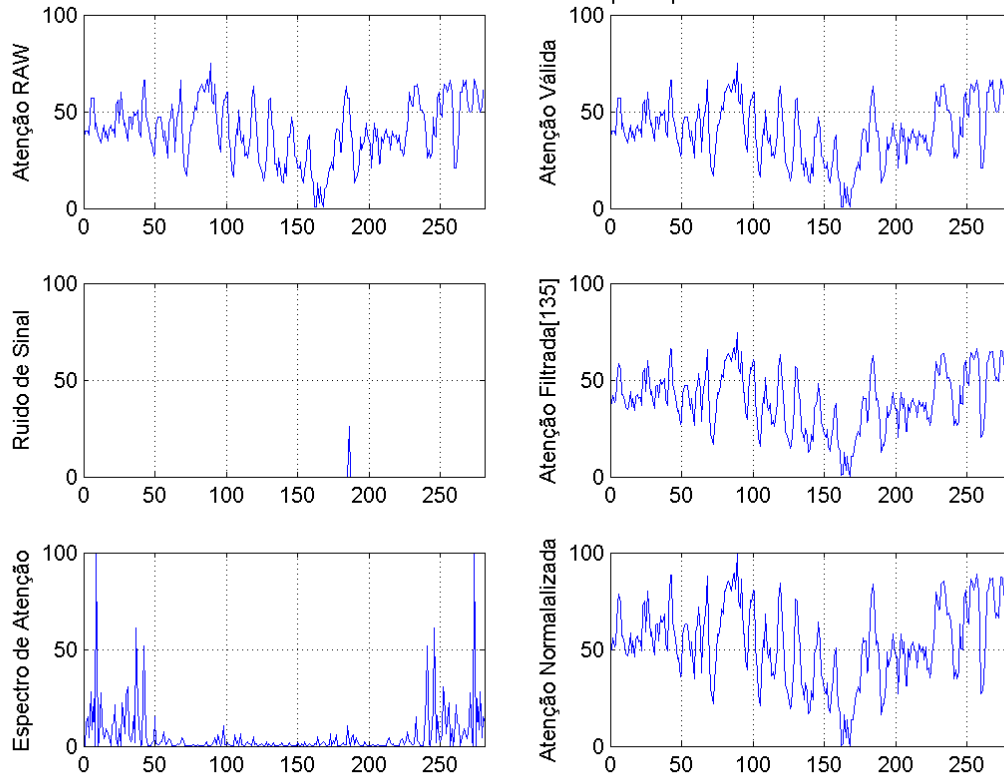
Teste: 'jdb' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
 Media de Atencao: 33.93|33.93|41.25



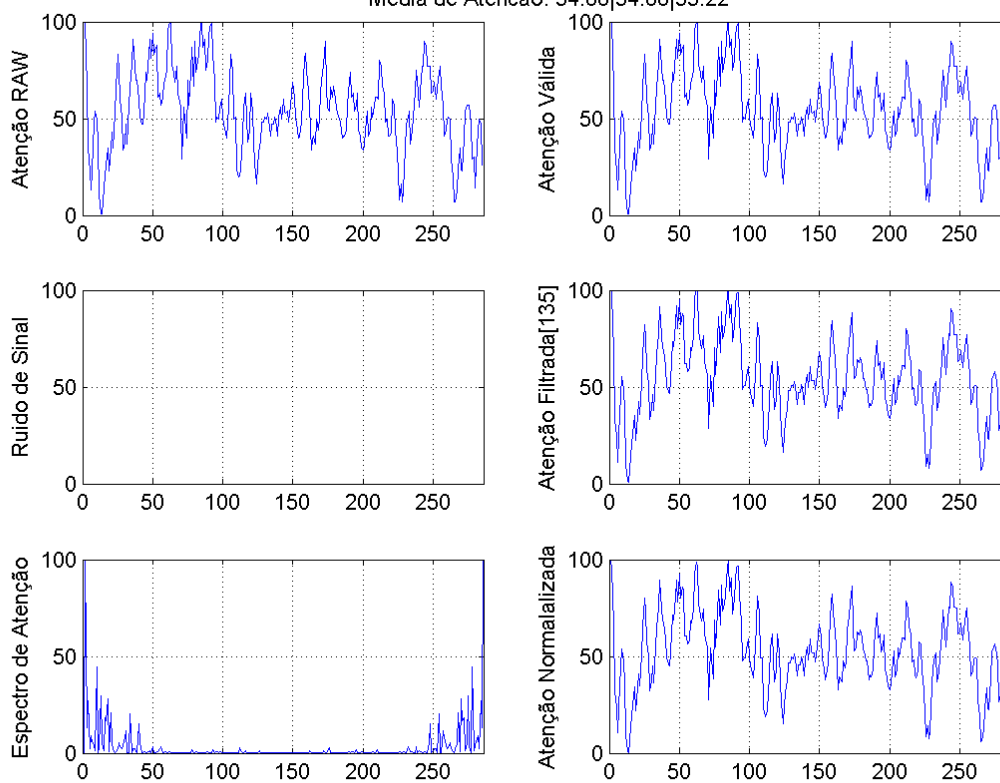
Teste: 'jdb' - Hipermidia: 'Tutorial Arq.'
 Media de Atencao: 48.03|48.45|47.13



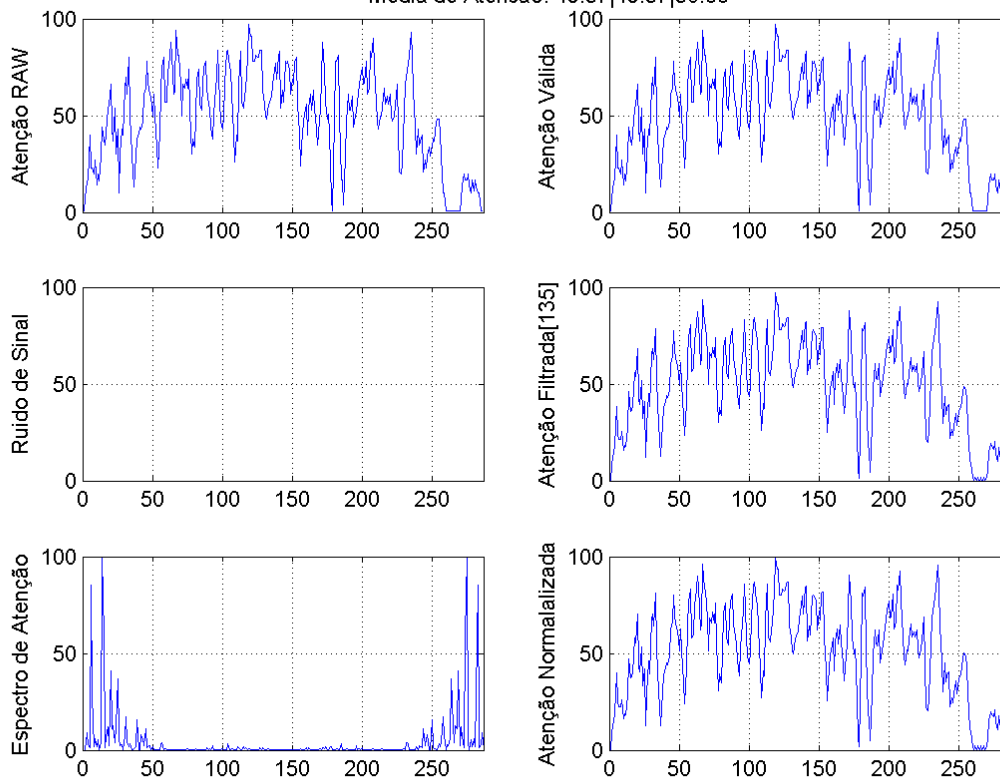
Teste: 'jdb' - Hipermidia: 'Blog Arq.'
 Media de Atencao: 39.96|39.90|53.31



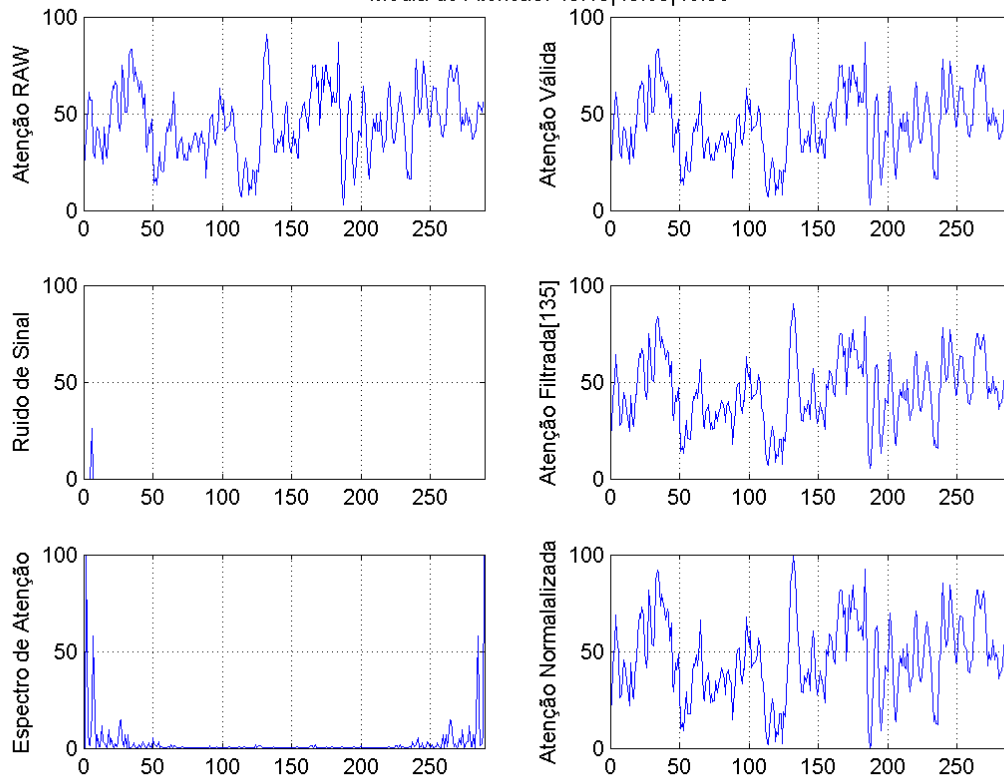
Teste: 'ra' - Hipermidia: 'Forma Fractal'
Media de Atenção: 54.66|54.66|53.22



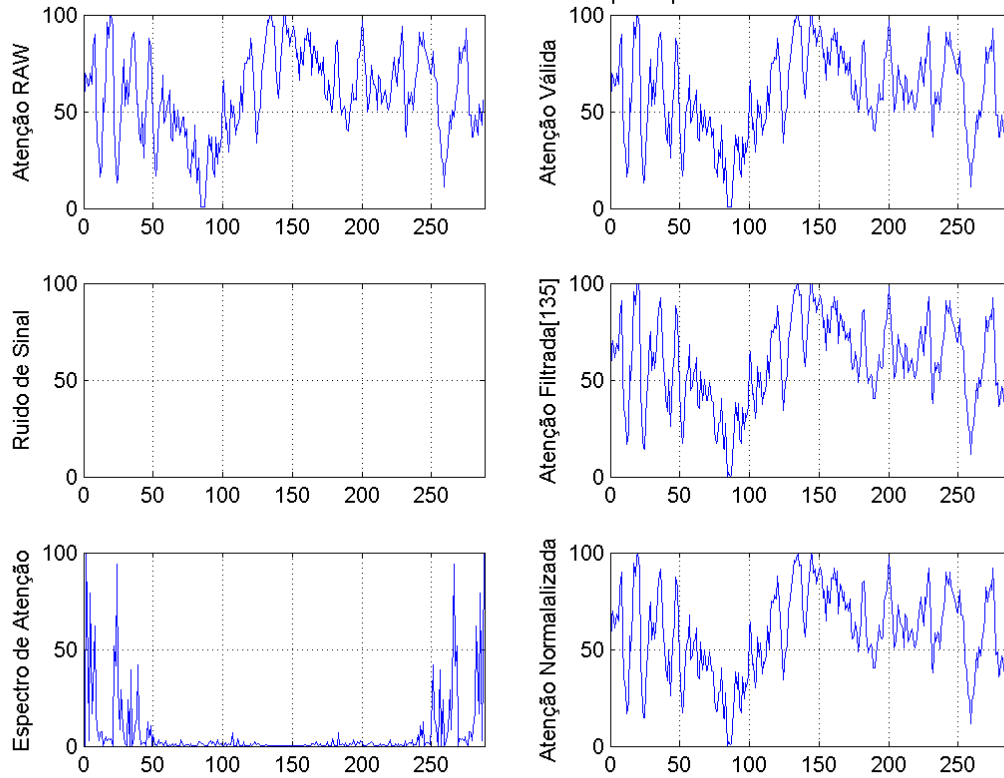
Teste: 'ra' - Hipermidia: 'Projeto Arquitetonico em Ferramentas Digitais'
Media de Atenção: 49.37|49.37|50.88



Teste: 'ra' - Hipermidia: 'Tutorial Arq.'
 Media de Atencao: 45.13|45.09|46.58



Teste: 'ra' - Hipermidia: 'Blog Arq.'
 Media de Atencao: 59.02|59.02|58.66



APÊNDICE H – Questionário de avaliação dos testes

H.1 QUESTIONÁRIO

Pesquisa de avaliação de nível de atenção.

*Obrigatório

Iniciais: *

Data de Nascimento *

Objeto de Aprendizagem *

Como você avalia seu nível de atenção durante o teste? *

1 2 3 4 5

Baixo ● ● ● ● Alto

Qual a sua Formação? *

[Continuar »](#)

 33% concluído

Pesquisa de avaliação de nível de atenção.



*Obrigatório

Sobre o objeto de aprendizagem

Quantas vezes você utilizou este objeto de aprendizagem? *

- 1 vez
- 2 vezes
- 3 ou mais vezes

Qual o seu nível de interesse no assunto do Objeto de Aprendizagem? *

Qual o seu conhecimento prévio dos assuntos abordados no Objeto de Aprendizagem? *

Quais elementos dos Objeto de Aprendizagem mais lhe chamaram atenção? *

Na sua opinião este Objeto de Aprendizagem pode contribuir para sua formação? *

Como você avalia o Objeto de Aprendizagem com relação a sua proposta de utilização? *

[« Voltar](#) [Continuar »](#)



66% concluído

Pesquisa de avaliação de nível de atenção.



*Obrigatório

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu Bruno Panerai Velloso, responsável pela pesquisa avaliação de atenção em objetos de aprendizagem, estou fazendo um convite para você participar como voluntário deste estudo. Esta pesquisa pretende obter dados relativos ao nível de atenção esperado de determinados objetos de aprendizagem. Acreditamos que ela seja importante porque pode ser aplicada diretamente em curso de EaD. Para sua realização será feito o seguinte: questionário; avaliação de atenção e correlação entre estes dados. Sua participação constará em ser avaliado durante a apreciação de um ou mais objetos de aprendizagem e responder um questionário. É possível que aconteçam os seguintes desconfortos ou riscos: nenhum risco e desconforto mínimo com o uso do equipamento(headset). Os benefícios que esperamos como estudo são relacionar as características de um objeto de aprendizagem com o nível de atenção esperado dos alunos. Durante todo o período da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato, com algum dos pesquisadores ou com o Conselho de Ética em Pesquisa da Universidade. Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão. As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Será também utilizada imagens. Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Você, ao aceitar estes termos, após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresse minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo. *

« Voltar Enviar

Nunca envie senhas em formulários do Google.

100% concluído.

H.2 RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS - PRIMEIRA APLICAÇÃO

Tabela 16 – Índice de Questões

| Questão | Resposta |
|----------------|---|
| 1 | Como você avalia seu nível de <i>Atenção</i> durante o teste? |
| 2 | Qual a sua Formação? |
| 3 | Qual o seu nível de interesse no assunto do Objeto de Aprendizagem ? |
| 4 | Qual o seu conhecimento prévio dos assuntos abordados no Objeto de Aprendizagem ? |
| 5 | Quais elementos dos Objeto de Aprendizagem mais lhe chamaram atenção? |
| 6 | Na sua opinião este Objeto de Aprendizagem pode contribuir para sua formação? |
| 7 | Como você avalia o Objeto de Aprendizagem com relação a sua proposta de utilização? |
| 8 | Quantas vezes você utilizou este objeto de aprendizagem? |

Resposta OEA Forma FractalTabela 17 – Iniciais do sujeito: **rtp** Data de Nascimento: 19/03/1962

| Questão | Resposta |
|----------------|---|
| 1 | 4 |
| 2 | Pos Doutorado em Engenharia Civil |
| 3 | Ainda especulativo. |
| 4 | Muito pouco |
| 5 | os ludicos. |
| 6 | nao para formacao, mas sim para informacao. |
| 7 | ainda nao captei a proposta.... |
| 8 | 1 vez |

Tabela 18 – Iniciais do sujeito: **gv** Data de Nascimento: 05/06/1978

| Questão | Resposta |
|----------------|---|
| 1 | 2 |
| 2 | Desenho Industrial (Design Industrial) |
| 3 | Baixo mas aumentou depois de ter acessado o ambiente virtual. |
| 4 | Baixo. |
| 5 | Os experimentos. |
| 6 | Sim. |
| 7 | Interessante. Poderia ser melhor diagramado. |
| 8 | 2 vezes |

Tabela 19 – Iniciais do sujeito: **nmb** Data de Nascimento: 01/06/1986

| Questão | Resposta |
|----------------|--|
| 1 | 3 |
| 2 | Arquiteta e Urbanista |
| 3 | Alto |
| 4 | Médio |
| 5 | Imagens e exercícios |
| 6 | Sim |
| 7 | Ótimo, pois dá possibilidade de fazer conforme meu tempo |
| 8 | 2 vezes |

Tabela 20 – Iniciais do sujeito: **bap** Data de Nascimento: 16/11/1986

| Questão | Resposta |
|----------------|-------------------------|
| 1 | 2 |
| 2 | Arquitetura e Urbanismo |
| 3 | Alto |
| 4 | Razoavel |
| 5 | Os exercicios sugeridos |
| 6 | sim |
| 7 | bom |
| 8 | 2 vezes |

Tabela 21 – Iniciais do sujeito: **jd** Data de Nascimento: 01/12/1990

| Questão | Resposta |
|----------------|---|
| 1 | 4 |
| 2 | Graduação em Arquitetura e Urbanismo |
| 3 | Acho interessante essa maneira de projetar e como essa maneira, utilizando formas fractais geram diferentes formas. |
| 4 | Tive um pouco de contato na graduação, porém nada muito aprofundado. |
| 5 | Elementos formais, exteriores ou interiores e também como esses elementos podem ser aplicados na parte funcional do projeto como um todo. |
| 6 | Sim, pois é necessário maior aprofundamento sobre o assunto. |
| 7 | Acho interessante a forma como é utilizada na arquitetura e como os arquitetos premiados utilizam este artifício tipo nos seus projetos. |
| 8 | 3 ou mais vezes |

Resposta OEA Projeto Arquitetônico em Ferramentas Digitais

Tabela 22 – Iniciais do sujeito: **jd** Data de Nascimento: 01/12/1990

| Questão | Resposta |
|---------|--|
| 1 | 5 |
| 2 | Graduação em Arquitetura e Urbanismo |
| 3 | Alta, pois é um assunto usado na arquitetura diariamente e é altamente importante a evolução desta área aliado ao desenho. |
| 4 | Tento estar em contato direto com todas as novidades que tenho acesso. |
| 5 | Os programas utilizados. |
| 6 | Sim, com certeza, quanto mais acesso a informação mais interessante pode ser o resultado do projeto como um todo. |
| 7 | Altamente coerente. |
| 8 | 3 ou mais vezes |

Tabela 23 – Iniciais do sujeito: **gv** Data de Nascimento: 06/05/1978

| Questão | Resposta |
|---------|---|
| 1 | 3 |
| 2 | Desenho Industrial (Design Industrial) |
| 3 | Médio pra alto. |
| 4 | Médio. |
| 5 | O vídeo na tela inicial. |
| 6 | Sim. |
| 7 | Interessante. Poderia melhorar a diagramação. |
| 8 | 1 vez |

Tabela 24 – Iniciais do sujeito: **n nb** Data de Nascimento: 01/06/1986

| Questão | Resposta |
|---------|---|
| 1 | 5 |
| 2 | Arquitetura e Urbanismo |
| 3 | Alto |
| 4 | Médio |
| 5 | Texto |
| 6 | Sim |
| 7 | Bom, apesar de não gostar de ler textos na tela do computador, mantive a <i>Atenção</i> porque os textos não eram extensos. |
| 8 | 1 vez |

Tabela 25 – Iniciais do sujeito: **b ap** Data de Nascimento: 16/11/1986

| Questão | Resposta |
|---------|-------------------------|
| 1 | 2 |
| 2 | Arquitetura e urbanismo |
| 3 | Alto |
| 4 | Alto |
| 5 | AutoCad |
| 6 | sim |
| 7 | Bom |
| 8 | 1 vez |

Tabela 26 – Iniciais do sujeito: **r tp** Data de Nascimento: 19/03/1962

| Questão | Resposta |
|---------|-----------------------------------|
| 1 | 2 |
| 2 | pos doutorado em engenharia civil |
| 3 | O assunto me atrai. |
| 4 | iniciante |
| 5 | o lúdico |
| 6 | nao. mas na informação. |
| 7 | nao percebi qual era a proposta |
| 8 | 1 vez |

Tabela 27 – Iniciais do sujeito: **IsI** Data de Nascimento: 11/07/1978

| Questão | Resposta |
|----------------|---|
| 1 | 3 |
| 2 | Graduado em Arquitetura e Urbanismo, Mestre em Arquitetura e Urbanismo |
| 3 | Alto, pois faz parte de área de conhecimento em que desenvolvo pesquisa. |
| 4 | Alto, já tive contato com o material enquanto aluno de pós-graduação. |
| 5 | Objetos interativos como no caso do Objeto "Criando fractais". Os demais são interessantes mas muito baseados em imagens, sem possibilidade de interação e manipulação direta pela interface. |
| 6 | Sim. Pois possibilita uma construção não linear do conhecimento, fato que permite uma reutilização tanto no sentido do conteúdo geral quanto à conteúdos específicos. A realização de exercício possibilita uma aprendizagem baseada na ação-reflexiva, a qual é fundamental na área de arquitetura. |
| 7 | Eficiente. Pois entendo que tem como proposta passar um conhecimento específico sobre uma área conceitual de arquitetura e as ferramentas apresentadas são eficientes. Poderia ter maior interação pela possibilidade de manipulação 3D, bem como ser complementado por vídeos e/ou animações no intuito de tornar o objeto mais dinâmico e por consequência mais atrativo. Dentro do universo possível das mídias digitais a atual interface não desperta muita motivação de acesso por estar em um ambiente desvinculado da rede, acessível apenas via senha específica para determinada tarefa |
| 8 | 2 vezes |

H.3 RESPOSTAS AOS QUESTIONÁRIOS - SEGUNDA APLICAÇÃO

Tabela 28 – Índice de Questões

| Questão | Resposta |
|----------------|---|
| 1 | Como você avalia seu nível de <i>Atenção</i> durante o teste? |
| 2 | Qual a sua Formação? |
| 3 | Qual o seu nível de interesse no assunto do Objeto de Aprendizagem ? |
| 4 | Qual o seu conhecimento prévio dos assuntos abordados no Objeto de Aprendizagem ? |
| 5 | Quais elementos dos Objeto de Aprendizagem mais lhe chamaram atenção? |
| 6 | Na sua opinião este Objeto de Aprendizagem pode contribuir para sua formação? |
| 7 | Como você avalia o Objeto de Aprendizagem com relação a sua proposta de utilização? |
| 8 | Quantas vezes você utilizou este objeto de aprendizagem? |

Tabela 29 – Iniciais do sujeito: **atrd** Data de Nascimento: 03/01/1982

| Questão | Resposta |
|----------------|--|
| 1 | 3 |
| 2 | Graduação em publicidade e propaganda, especialização em Design gráfico, Comunicação e Tecnologia, mestranda em design com ênfase em hipermedia. |
| 3 | Destes do teste, não. Nenhum. |
| 4 | ”Achei o primeiro monótono. O segundo sobre fractais achei mais interessante, provavelmente ficaria mais tempo estudando. O vídeo sobre edição de vídeos é interessante, mas o narrador é extremamente monótono. E o blog sobre design é muito bom, mas dispersivo.” |
| 5 | ”Eu conheço o aplicativo de vídeo, já usei na graduação. O blog não conhecia, mas entendo dos assuntos.” |
| 6 | O blog é bem atualizado e diverso, gostei bastante disso. |
| 7 | Os dois primeiros são mais voltados para arquitetura, e para mim não serve muito. Os outros dois achei bem relevantes. |
| 8 | Achei difícil prestar a <i>Atenção</i> durante a aula. Principalmente porque em um dado momento, a professora estava comentando sobre um assunto que realmente me interessa. Fiquei dispersa e não consegui prender a atenção em nada. |

Tabela 30 – Iniciais do sujeito: **gjs** Data de Nascimento: 06/08/1964

| Questão | Resposta |
|----------------|---|
| 1 | 4 |
| 2 | Engenharia de Produção Mecânica |
| 3 | Não |
| 4 | Médio para grande |
| 5 | Médio |
| 6 | O terceiro |
| 7 | Sim |
| 8 | São recursos que enriquecem o processo de ensino e aprendizagem, no sentido de tornar um processo mais prazeroso. |

Tabela 31 – Iniciais do sujeito: **ra** Data de Nascimento: 02/08/1973

| Questão | Resposta |
|---------|---|
| 1 | 4 |
| 2 | Arquiteto |
| 3 | ”Sim. |
| | <p>Conteúdos de aprendizado online, como os dos Fractais: recorro raramente</p> <p>You tube: com certa frequência recorro a aulas online</p> <p>Archdaily: uso diariamente”</p> |
| 4 | <p>”Projetos Arquitetônicos: baixo</p> <p>Fractais: alto</p> <p>You tube: massante, destento.</p> <p>Archdaily: alto”</p> |
| 5 | <p>”Projetos Arq: alto</p> <p>Fractais: iniciado, já conhecia</p> <p>Youtube: totalmente leigo</p> <p>Archdaily: alto conhecimento, assuntos de meu dia a dia”</p> |
| 6 | <p>”Nesta ordem</p> <p>1.Fractais</p> <p>2.Archdaily, um projeto em específico me chamou muito a atenção</p> <p>Demais: pouco ou nenhum interesse”</p> |
| 7 | A possibilidade de interação é fundamental, logo aqueles que oferecem essa possibilidade são os de maior validade. |
| 8 | <p>”Projetos Arq: Apresentação massante, conteúdo conhecido, direcionado a leigo</p> <p>Fractais: Interessante, mas os exercícios poderiam ser mais instigastes.</p> <p>Youtube: A introdução falada pouco atrativa. O locutor em monotom não prende a atenção. Inadequação do uso da mídia (que se propõe a apresentar vídeo) ao predomínio de locução.</p> <p>Archdaily: Perfeito. Mistura imagens e textos de modo a proporcionar uma navegação instigaste.</p> <p>”</p> |

Tabela 32 – Iniciais do sujeito: **als** Data de Nascimento: 18/08/1984

| Questão | Resposta |
|----------------|--|
| 1 | 3 |
| 2 | Design Gráfico |
| 3 | Sim. Inúmeras vezes. |
| 4 | Em muitos dos casos, um alto interesse. |
| 5 | Conhecimento parcial. |
| 6 | As imagens em movimentos e os vídeos. |
| 7 | Certamente. |
| 8 | Despendo da situação, podem ser muito úteis. |

Tabela 33 – Iniciais do sujeito: **br** Data de Nascimento: 31/12/1987

| Questão | Resposta |
|----------------|---|
| 1 | 3 |
| 2 | Designer Gráfico |
| 3 | Sim, o Youtube. Muitas vezes. |
| 4 | Baixo a médio |
| 5 | Pouco |
| 6 | Os vídeos e as notícias |
| 7 | Pouco |
| 8 | Poderia melhorar a estrutura de navegação, principalmente nos 2 primeiros apresentados. |

Tabela 34 – Iniciais do sujeito: **ip** Data de Nascimento: 08/02/1984

| Questão | Resposta |
|----------------|---|
| 1 | 4 |
| 2 | Pós Doutorado |
| 3 | Sim. Regularmente utilizo o youtube, tanto para lazer quanto para estudo. |
| 4 | Médio-alto. |
| 5 | Baixo. Em relação ao tema específico dos módulos, os fractais, já houve aprofundamento. |
| 6 | O próprio aparato de avaliação (EEG). |
| 7 | Sim. |
| 8 | Bons complementos ao ensino presencial. Ainda ineficientes para EaD pura. |

Tabela 35 – Iniciais do sujeito: **med** Data de Nascimento: 22/02/1989

| Questão | Resposta |
|----------------|--|
| 1 | 3 |
| 2 | Desenho Industrial |
| 3 | O blog. Diversas vezes. |
| 4 | Me interessei bastante pelo objeto sobre Gestalt e fractais. |
| 5 | Apenas possuía conhecimento sobre as leis da Gestalt e o assunto Cor, escolhido em uma das matérias do blog. |
| 6 | As imagens. |
| 7 | Sim. |
| 8 | Os que mais me prenderam a atencao foram o video e o blog. |

Tabela 36 – Iniciais do sujeito: **rtl** Data de Nascimento: 28/08/1981

| Questão | Resposta |
|----------------|--|
| 1 | 4 |
| 2 | Engenheiro químico |
| 3 | Já havia utilizado todos várias vezes. |
| 4 | Médio, começo a conhecer o assunto agora. Estou ficando bastante entusiasmado com a possibilidade de desenvolver unidades de aprendizado que facilitem o processo de aprendizado do aluno. |
| 5 | Pouco venho da área das exatas. |
| 6 | Os que possuíam interatividade, de vídeos, os links mais antigos de arquitetura achei chatos e ultrapassados. |
| 7 | Sim. |
| 8 | Na média achei os mesmos interessante. |

Tabela 37 – Iniciais do sujeito: **jdb** Data de Nascimento: 19/01/1990

| Questão | Resposta |
|----------------|--|
| 1 | 4 |
| 2 | Arquiteta e urbanismo |
| 3 | Sim, normalmente uso as possibilidades apresentadas. |
| 4 | Gosto muito de saber sobre o tema. |
| 5 | Ja tinha estudado sobre o tema, principalmente sobre fractais e revit. |
| 6 | Fractais e revit. |
| 7 | Podem, pois sempre o conhecimento e valido, principalmente na area de arquitetura. |
| 8 | Podem ser interessantes. |

Tabela 38 – Iniciais do sujeito: **kb** Data de Nascimento: 03/11/1987

| Questão | Resposta |
|----------------|---|
| 1 | 3 |
| 2 | Bacharel em Tecnologias Digitais |
| 3 | Nunca utilizei os objetos testados. |
| 4 | Nivel alto. |
| 5 | Conhecimento baixo. |
| 6 | Elementos que utilizam mais a interação do usuário. |
| 7 | Falando em objetos de aprendizagem em geral, sim, eles podem contribuir bastante para a minha formação. |
| 8 | Para o nivel de interação que eles estão propondo a utilização é agradável. |

Tabela 39 – Iniciais do sujeito: **rgts** Data de Nascimento: 07/03/1984

| Questão | Resposta |
|---------|--|
| 1 | 3 |
| 2 | Design Gráfico, Mestre. |
| 3 | Sim ja utilizei todos os objetos. O vídeo e o site em quantidade muito superior, do que os conteúdos em AVAs. |
| 4 | Nível médio de interesse |
| 5 | Ja possui um conhecimento básico prévio |
| 6 | ”Não-linearidade do sites, dinâmicas entre som e imagem do vídeo. Objetos animados/interativos, como na aula sobre fractal” |
| 7 | Sim, todos os objetos podem contribuir |
| 8 | ”O vídeo foi o mais dinâmico e envolvente (som-imagem) O site é o elemento que mais dispersa/dissipa/dilui a <i>Atenção</i> (muitos conteúdos). Contudo a exploração atrás do conteúdo relevante torna o processo de busca interessante para aqueles mais curiosos, ou com sede por informação. As objetos dentro de ambientes (avas) são adequadas ao propósito de memorização (texto-imagem) até uma avaliação posterior. ” |

Tabela 40 – Iniciais do sujeito: **dgm** Data de Nascimento: 08/09/1980

| Questão | Resposta |
|---------|--|
| 1 | 3 |
| 2 | Publicitário/Designer Gráfico |
| 3 | Não |
| 4 | Nível alto, pois pretendo me aprofundar mais nos assuntos tangíveis ao método de ensino-aprendizagem. |
| 5 | Praticamente nenhum. |
| 6 | Os tocantes ao método fractal. |
| 7 | Podem, e muito, pois pretendo levar minha dissertação de mestrado para assuntos relacionados a Design e o processo de ensino-aprendizagem. |
| 8 | Ainda não me sinto seguro o suficiente para falar mais a fundo sobre tais temas, pois sinto que preciso me aprofundar mais no tema. Confesso que fiquei com certa dificuldade em prestar <i>Atenção</i> nos testes, pois também estava tentando prestar <i>Atenção</i> à aula... |

Tabela 41 – Iniciais do sujeito: **hdg** Data de Nascimento: 03/07/1990

| Questão | Resposta |
|----------------|------------------------|
| 1 | 3 |
| 2 | Design |
| 3 | Não. |
| 4 | Intermediário. |
| 5 | Intermediário. |
| 6 | Elementos interativos. |
| 7 | Sim. |
| 8 | Parecem eficientes. |

**APÊNDICE I – Definição Formal do Novo Conjunto de
Metadados Proposto**

Tabela 42 – Definição formal do Metadado: Seleção Tipográfica

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|---|
| Identificador | EXTERNAL::DES0001 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Seleção Tipográfica |
| Definição | Representa a avaliação subjetiva da escolha de tipos para o OEA |
| Indicador Linguístico | linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788—1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | “Muito Ruim”, “Ruim”, “Regular”, “Bom”, “Muito Bom” |
| Regras de conteúdo | “Muito Ruim” - a seleção de tipos compromete a compreensão do conteúdo; “Ruim” - a seleção de tipos dificulta, mas não compromete, a compreensão do conteúdo; “Regular” - a seleção de tipos não tem impacto sobre a compreensão dos conteúdos; “Bom” - a seleção de tipos favorece a compreensão dos conteúdos; “Muito Bom” - a seleção de tipos apresenta ligação forte com os conteúdos e desempenha papel fundamental para a compreensão. |
| Refinamento | - |
| Exemplos e Notas | Levar em consideração o texto principal, títulos e tipos em imagens. |

Tabela 43 – Definição formal do Metadado: Contraste

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|---|
| Identificador | EXTERNAL::DES0002 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Contraste |
| Definição | Faz referência a diferença de cor entre o primeiro plano e o fundo e está diretamente ligado à seleção tipográfica. |
| Indicador Linguístico | non-linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788—1 : 2010 :: RC0002)</i> |

| | |
|--------------------|--|
| Faixa de Valores | Definido pelo calculo de relação de contraste do W3C(w3C, 2011) com base nos valores das propriedade EXTERNAL::DES0003 e EXTERNAL::DES0004 |
| Regras de conteúdo | - |
| Refinamento | - |
| Exemplos e Notas | - |

Tabela 44 – Definição formal do Metadado: Cor predominante de Fonte

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|---|
| Identificador | EXTERNAL::DES0003 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Cor predominante de Fonte |
| Definição | Valor numérico correspondente a cor predominante da fonte ou do primeiro plano. |
| Indicador Linguístico | non-linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788-1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | Hexadecimais de #000000 a #FFFFFF |
| Regras de conteúdo | - |
| Refinamento | EXTERNAL::DES0002 |
| Exemplos e Notas | Valores expressos no formato RGC Hexadecimal #RRGGBB - Exemplos: Preto: #000000, Branco: #FFFFFF, Azul: #0000FF, Cinza: #777777 |

Tabela 45 – Definição formal do Metadado: Cor predominante de Fundo

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|--|
| Identificador | EXTERNAL::DES0004 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Cor predominante de Fundo |
| Definição | Valor numérico correspondente a cor predominante de fundo. |
| Indicador Linguístico | non-linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788-1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | Hexadecimais de #000000 a #FFFFFF |
| Regras de conteúdo | - |

| | |
|------------------|---|
| Refinamento | EXTERNAL::DES0002 |
| Exemplos e Notas | Valores expressos no formato RGC Hexadacimal #RRGGBB - Exemplos: Preto: #000000, Branco: #FFFFFF, Azul: #0000FF, Cinza: #777777 |

Tabela 46 – Definição formal do Metadado: Visibilidade de Status

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|---|
| Identificador | EXTERNAL::DES0005 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Visibilidade de Status |
| Definição | Avaliação da disponibilidade de elementos de interface relativos ao estado atual do sistema e do aluno. |
| Indicador Linguístico | linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788—1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | Nunca; Poucas Vezes; Regularmente; Muitas Vezes; Sempre. |
| Regras de conteúdo | Nunca - O sistema não apresenta nenhuma indicação de seu estado atual; Poucas Vazes - O sistema apresenta eventualmente indicações do estado atual, ou permite sua inferência por parte do usuário; Regularmente - O sistema mantém o usuário constantemente ciente do seu estado atual; Muita Vezes - O usuário tem ciência constantemente do estado do sistema e pode inferir os estados futuros e passados; Sempre - O sistema mantém o usuário constantemente ciente do seu estado atual e estados passados e indica os possíveis estados futuros |
| Refinamento | - |
| Exemplos e Notas | Este metadado é influenciado pela existência de elementos de navegação contextualizados, trilhas de migalhas, paginação, sistemas de acompanhamento de progresso, etc. |

Tabela 47 – Definição formal do Metadado: Classificação de Design de Informação

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|---|
| Identificador | EXTERNAL::DES0006 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Classificação de Design de Informação |
| Definição | Classificação tipológica de design de informação mais apropriada. |
| Indicador Linguístico | linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788–1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | Quadro Centralizado; Colunas; Quadro Único. |
| Regras de conteúdo | Definir a classificação baseado no proposto em Pereira (2014d) |
| Refinamento | - |
| Exemplos e Notas | - |

Tabela 48 – Definição formal do Metadado: Consistência de Padrão visual

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|--|
| Identificador | EXTERNAL::DES0007 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Consistência de Padrão visual |
| Definição | Representa a avaliação subjetiva da consistência visual do OEA. |
| Indicador Linguístico | linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788–1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | Muito Ruim; Ruim; Regular; Bom; Muito Bom. |

| | |
|--------------------|---|
| Regras de conteúdo | Muito Ruim - O sistema não apresenta relação visual entre parte relacionadas; Ruim - O sistema apresenta falhas e alterações visuais entre partes relacionadas; Regular - O sistema apresenta, na grande maioria dos casos, um padrão de identidade visual consistente; Bom - O sistema apresenta uma forte relação entre conteúdo e identidade visual; Muito Bom - O sistema apropria sua identidade visual a todos os aspectos relacionados a sua utilização. |
| Refinamento | - |
| Exemplos e Notas | - |

Tabela 49 – Definição formal do Metadado: Consistência de Padrão mecânico

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|---|
| Identificador | EXTERNAL::DES0008 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Consistência de Padrão mecânico |
| Definição | Representa a avaliação subjetiva da consistência mecânica do OEA. |
| Indicador Linguístico | linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788—1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | Muito Ruim; Ruim; Regular; Bom; Muito Bom. |
| Regras de conteúdo | Muito Ruim - O sistema não apresenta relação de usabilidade entre parte relacionadas; Ruim - O sistema apresenta falhas e alterações na interface de usabilidade entre partes relacionadas; Regular - O sistema apresenta, na grande maioria dos casos, um padrão de utilização consistente; Bom - O sistema apresenta uma forte preocupação com o padrão de usabilidade em todos seus aspectos; Muito Bom - O sistema apropria sua interface de usabilidade a todos os aspectos relacionados a sua utilização e a sistemas relacionados. |

| | |
|------------------|---|
| Refinamento | - |
| Exemplos e Notas | - |

Tabela 50 – Definição formal do Metadado: Consistência de Padrão conceitual

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|--|
| Identificador | EXTERNAL::DES0009 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Consistência de Padrão conceitual |
| Definição | Representa a avaliação subjetiva da consistência conceitual do OEA. |
| Indicador Linguístico | linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788–1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | Muito Ruim; Ruim; Regular; Bom; Muito Bom. |
| Regras de conteúdo | Muito Ruim - O sistema não apresenta relação de conceitual e semântica entre partes relacionadas; Ruim - O sistema apresenta falhas e alterações no uso de conceitos e termos entre partes relacionadas; Regular - O sistema apresenta, na grande maioria dos casos, um padrão no uso de conceitos e termos; Bom - O sistema apresenta uma forte preocupação com o padrão no uso de termos e conceitos em todos seus aspectos; Muito Bom - O sistema apropria seus termos e conceitos a todos os aspectos relacionados a sua utilização e a sistemas relacionados. |
| Refinamento | - |
| Exemplos e Notas | - |

Tabela 51 – Definição formal do Metadado: Adaptação Semântica ao Público alvo

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|-------------------|
| Identificador | EXTERNAL::DES0010 |

| Atributos do metadado | |
|------------------------------|--|
| Nome da Propriedade | Adaptação Semântica ao Público alvo |
| Definição | Representa a avaliação subjetiva do nível de adaptação dos textos ao publico alvo do OEA. |
| Indicador Linguístico | linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788—1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | Muito Ruim; Ruim; Regular; Bom; Muito Bom. |
| Regras de conteúdo | Muito Ruim - o sistema apresenta termos que dificultam uso utilização pelo publico alvo; Ruim - o sistema não apresenta preocupação com sua adaptação para um determinado público; Regular - o sistema não apresenta incompatibilidades para ser aplicado a um determinado público; Bom - a grande maioria do sistema esta direcionada ao público a que se destina; Muito Bom - o sistema é completamente adaptado ao publico alvo e sua aplicação a este publico fica potencializada com relação a outros públicos. |
| Refinamento | - |
| Exemplos e Notas | - |

Tabela 52 – Definição formal do Metadado: Prolixidade

| Especificação de Metadado | |
|----------------------------------|--|
| Identificador | EXTERNAL::DES0011 |
| Atributos do metadado | |
| Nome da Propriedade | Prolixidade |
| Definição | Representa a quantidade de texto empregada em cada unidade de informação do OEA. |
| Indicador Linguístico | non-linguistic |
| Domínio | <i>LearningResource(ISO_IEC_19788—1 : 2010 :: RC0002)</i> |
| Faixa de Valores | Muito Baixa; Baixa; Regular; Alta; Muito Alta. |

| | |
|--------------------|---|
| Regras de conteúdo | Muito Baixa - Apresenta somente unidades de texto pequenas e independentes, com grande destaque com relação ao resto do sistema; Baixa - Apresenta, na maioria dos casos, unidades de texto pequenas e possivelmente independentes tendo algum destaque em relação ao resto do sistema; Regular - Apresenta, na maioria dos casos, unidades de texto parcialmente dependentes entre si e sem grande destaque individual; Alta - Apresenta como recurso instrucional principal o uso de texto em unidade fortemente encadeadas; Muito Alta - Faz uso de texto sem preocupação com a prolixidade e sem outros recursos. |
| Refinamento | - |
| Exemplos e Notas | - |

**APÊNDICE J – Metadados Completos dos OEAs utilizados
nos testes**

Metadados dos OEAs aplicados ao grupo com formação em Design

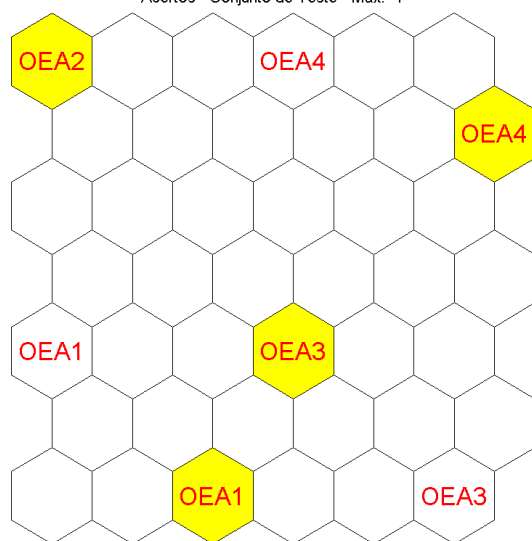
| | OEA 1 | OEA 2 | OEA 3 | OEA 4 |
|--|--------------|--------------|---------------------|--------------|
| Estrutura | Networked | Networked | Atomic | Networked |
| Granularidade | curso | curso | Video | Topicos |
| Status | revisada | revisada | final | Revisada |
| Tipo-interatividade | mista | mista | expositiva | mista |
| Exercícios | Não | Sim | Não | Não |
| Slides | Não | Sim | Não | Sim |
| Apresentação-de-problema | Não | Sim | Sim | Sim |
| Índice | Sim | Sim | Não | Não |
| Experimento | Não | Sim | Não | Não |
| Diagrama | Não | Não | Não | Sim |
| Prova | Não | Não | Não | Não |
| Questionário | Não | Não | Não | Sim |
| Texto-narrativo | Sim | Sim | Não | Sim |
| Figura | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Gráfico | Não | Não | Sim | Sim |
| Aula-Palestra | Não | Não | Sim | Sim |
| Simulações | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Tabela | Não | Não | Não | Sim |
| Auto-avaliação | Não | Não | Não | Não |
| Nível-interatividade | médio | alto | Baixo | regular |
| Densidade-semântica | baixo | médio | médio | médio |
| Perfil-Professor | Não | Não | Sim | Sim |
| Perfil-Aluno | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Perfil-Autor | Não | Não | Não | Não |
| Perfil-Administrador | Não | Não | Não | Não |
| Contexto-Superior | Sim | Sim | Não | Sim |
| Contexto-Básico | Não | Não | Não | Não |
| Contexto-Treinamentos | Não | Não | Sim | Não |
| Contexto-Outros | Não | Não | Não | Sim |
| Dificuldade | fácil | fácil | fácil | médio |
| Tempo-aprendizagem | 40 | 200 | 10 | 200 |
| Seleção Tipográfica | Bom | Bom | Bom | Bom |
| Contraste | 8,27 | 8,27 | 7,55 | 12,08 |
| Cor predominante de Fonte | #00477F | #00477F | #FFBFE | #363636 |
| Cor Predominante de Fundo | #EFEFEF | #EFEFEF | #545254 | #FFFFFF |
| Visibilidade de Status | Muitas Vezes | Muitas Vezes | Regularmente | Regularmente |
| Classificação de Design de Informação | Coluna | Coluna | Quadro Centralizado | Quadro Único |
| Consistência de Padrão visual | Muito Bom | Muito Bom | Muito Bom | Muito Bom |
| Consistência de Padrão mecânico | Bom | Bom | Muito Bom | Muito Bom |
| Consistência de Padrão conceitual | Bom | Bom | Muito Bom | Muito Bom |
| Adaptação Semântica ao Público alvo | Bom | Bom | Bom | mregular |
| Prolixidade | Regular | Baixa | Baixa | Baixa |

Metadados dos OEAs aplicados ao grupo com formação em Arquitetura

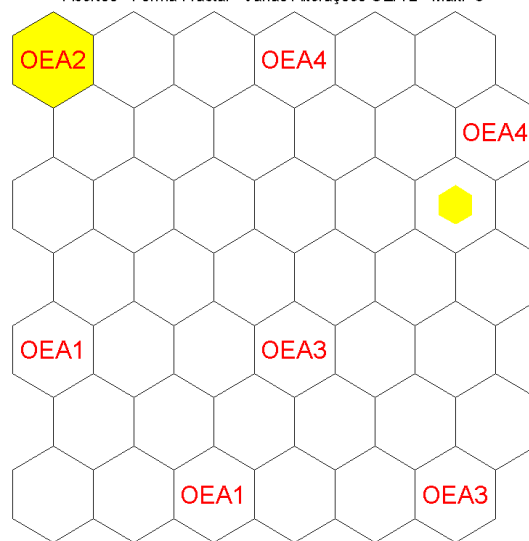
| | OEA 1 | OEA 2 | OEA 3 | OEA 4 |
|---------------------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|
| Estrutura | Hierarchical | Networked | Atomic | Networked |
| Granularidade | disciplina | curso | Video | Topicos |
| Status | final | revisada | final | Revisada |
| Tipo-interatividade | mista | mista | expositiva | mista |
| Exercícios | Não | Sim | Não | Não |
| Slides | Sim | Sim | Não | Sim |
| Apresentação-de-problema | Não | Sim | Sim | Sim |
| Índice | Sim | Sim | Não | Não |
| Experimento | Não | Sim | Não | Não |
| Diagrama | Não | Não | Não | Sim |
| Prova | Não | Não | Não | Não |
| Questionário | Não | Não | Não | Sim |
| Texto-narrativo | Sim | Sim | Não | Sim |
| Figura | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Gráfico | Não | Não | Sim | Sim |
| Aula-Palestra | Não | Não | Sim | Sim |
| Simulações | Não | Sim | Sim | Sim |
| Tabela | Não | Não | Não | Sim |
| Auto-avaliação | Não | Não | Não | Não |
| Nível-interatividade | baixo | alto | Baixo | regular |
| Densidade-semântica | baixo | médio | Baixo | médio |
| Perfil-Professor | Sim | Não | Sim | Sim |
| Perfil-Aluno | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Perfil-Autor | Não | Não | Não | Não |
| Perfil-Administrador | Não | Não | Não | Não |
| Contexto-Superior | Sim | Sim | Não | Sim |
| Contexto-Básico | Não | Não | Não | Não |
| Contexto-Treinamentos | Não | Não | Sim | Não |
| Contexto-Outros | Não | Não | Não | Sim |
| Dificuldade | fácil | fácil | médio | médio |
| Tempo-aprendizagem | 30 | 200 | 30 | 200 |
| Seleção Tipográfica | Bom | Bom | Ruim | Bom |
| Contraste | 8,27 | 8,27 | 7,75 | 13,2 |
| Cor predominante de Fonte | #00477F | #00477F | #016100 | #303030 |
| Cor Predominante de Fundo | #EFEFEF | #EFEFEF | #FFFFFF | #FFFFFF |
| Visibilidade de Status | Muitas Vezes | Muitas Vezes | Regularmente | Regularmente |
| Classificação de Design de Informação | Coluna | Coluna | Quadro Centralizado | Quadro Único |
| Consistência de Padrão visual | Muito Bom | Muito Bom | Muito Bom | Muito Bom |
| Consistência de Padrão mecânico | Bom | Bom | Muito Bom | Muito Bom |
| Consistência de Padrão conceitual | Bom | Bom | Muito Bom | Muito Bom |
| Adaptação Semântica ao Público alvo | Bom | Bom | Bom | RegulaR |
| Prolixidade | Regular | Baixa | Alta | Baixa |

**APÊNDICE K - Resultados dos testes com Rede de
Kohonen**

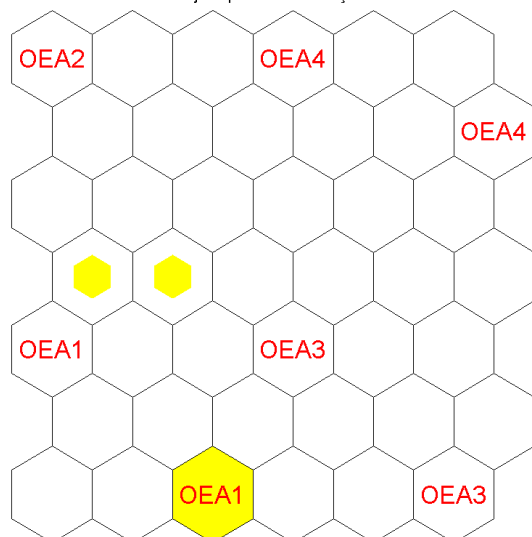
Acertos - Conjunto de Teste - Max.=1



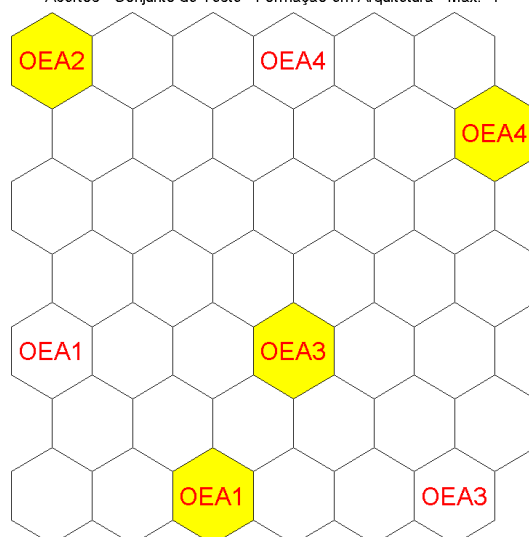
Acertos - Forma Fractal - Várias Alterações OEA 2 - Max.=6



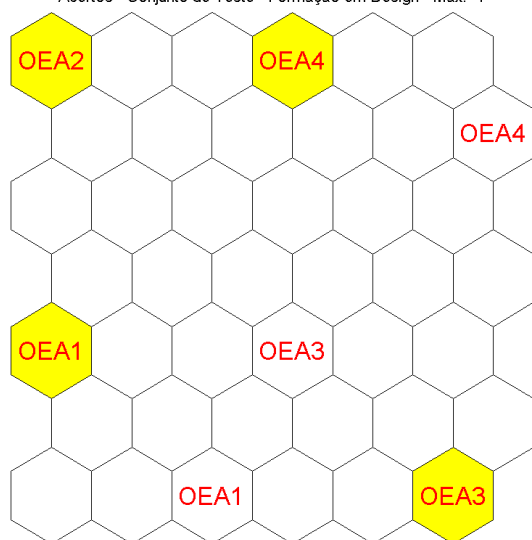
Acertos - Fer. D. Poj. Arq. - Várias Alterações OEA 1 - Max.=5



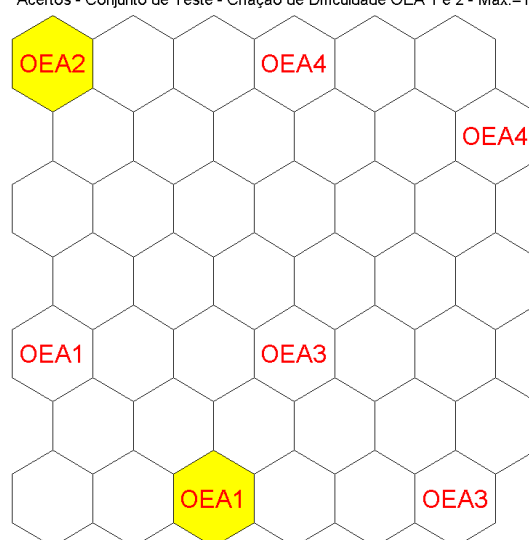
Acertos - Conjunto de Teste - Formação em Arquitetura - Max.=1



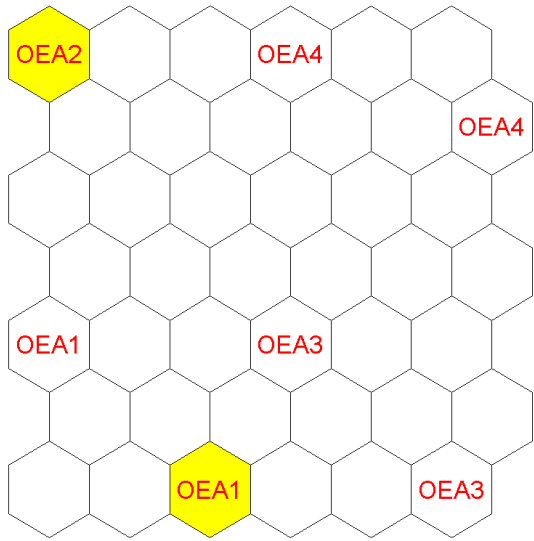
Acertos - Conjunto de Teste - Formação em Design - Max.=1



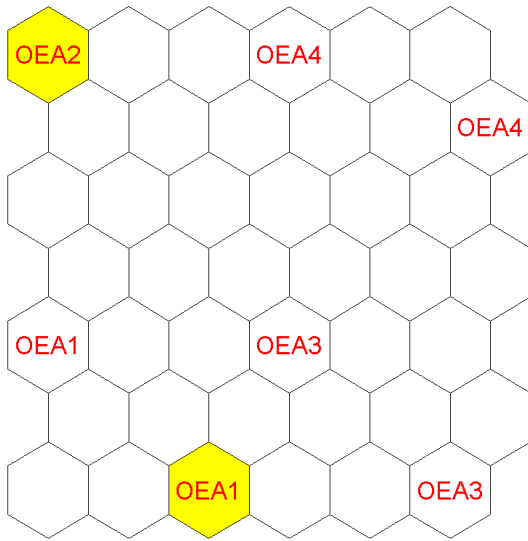
Acertos - Conjunto de Teste - Criação de Dificuldade OEA 1 e 2 - Max.=1



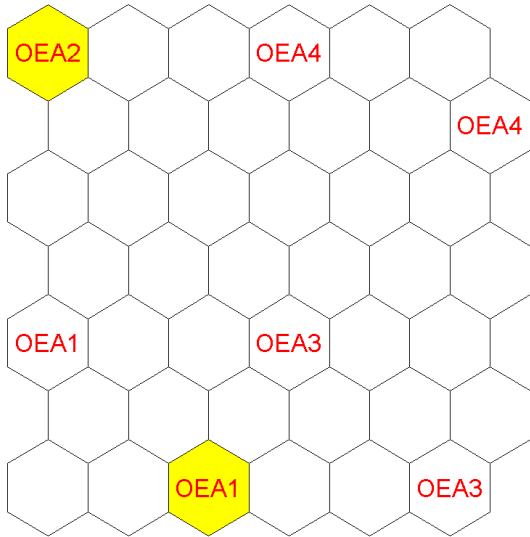
Acertos - Conjunto de Teste - Mudanca de Dificuldade OEA 1 e 2 - Max.=1



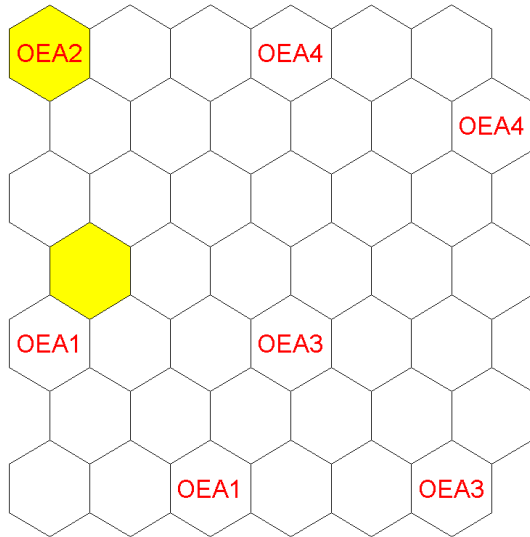
Acertos - Conjunto de Teste - Mudanca de Tipo OEA 1 e 2 - Max.=1



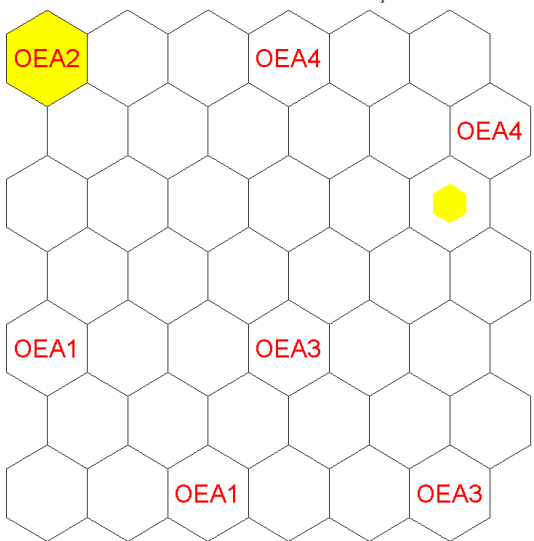
Acertos - Conjunto de Teste - Várias Alterações OEA 1 e 2 tempo estável - Max



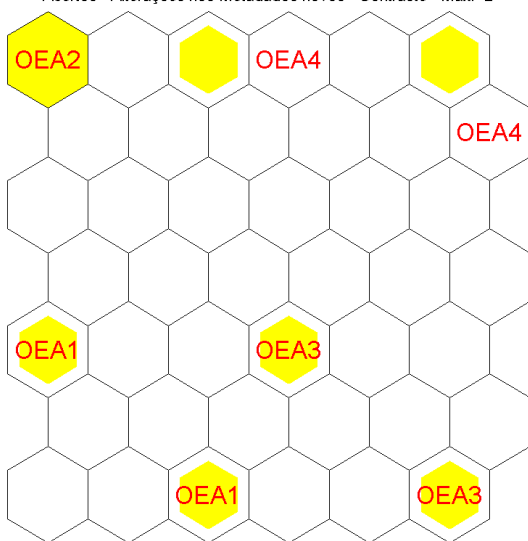
Acertos - Conjunto de Teste - Várias Alterações OEA 1 e 2 - Max.=1



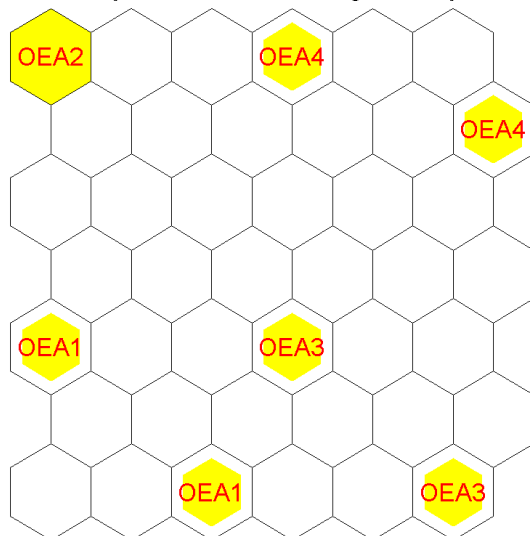
Acertos - OEA 2 Forma Fractal - Várias Alterações - Max.=6



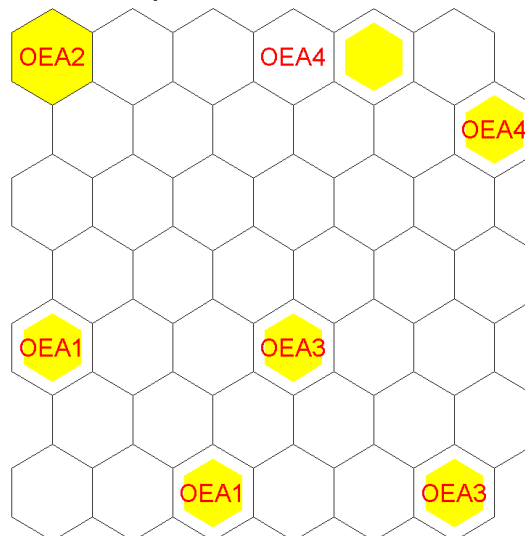
Acertos - Alterações nos Metadados novos - Contraste - Max.=2



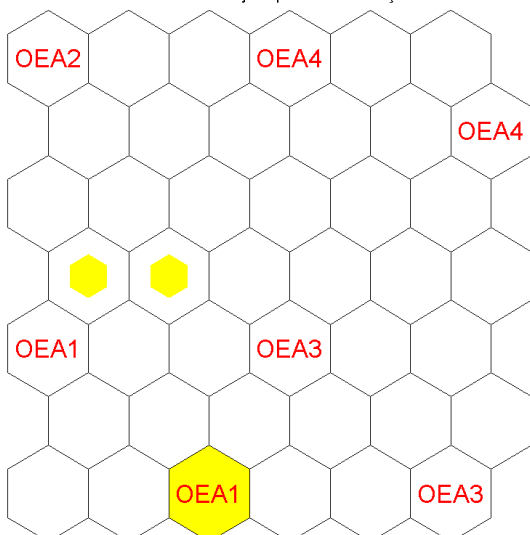
Acertos - Alterações nos Metadados novos - Design de Informação - Max.=2



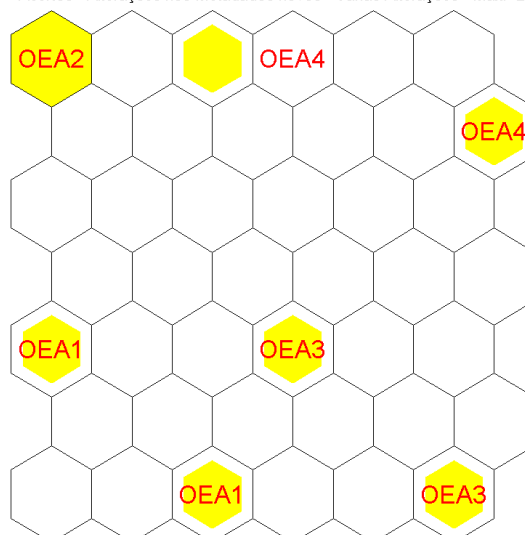
Acertos - Alterações nos Metadados novos - Prolixidade - Max.=2



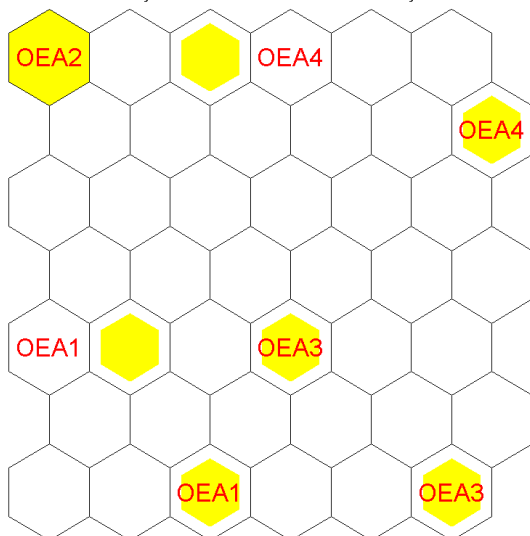
Acertos - OEA 1 Fer. D. Poj. Arq. - Várias Alterações - Max.=5



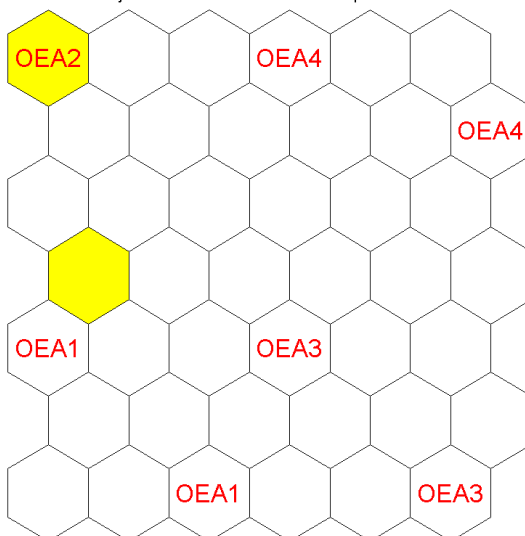
Acertos - Alterações nos Metadados novos - Várias Alterações - Max.=2



Acertos - Alterações todos Metadados - Várias Alterações - Max.=2



Acertos - Conjunto de Teste - Mudança de Tempo OEA 1 e 2 - Max.=1



ANEXO A – Metadados dos OEAs utilizados nos primeiros testes

| Virtual Barber Shop | Fer. Dig. Proj. Arqui. | Forma Fractal | OEA |
|---------------------|------------------------|---------------|--------------------------|
| atomic | hierarchical | networked | Estrutura |
| topico | disciplina | curso | Granularidade |
| final | final | revisada | Status |
| expositiva | expositiva | mista | Tipo-interatividade |
| Não | Não | Sim | Exercícios |
| Não | Sim | Sim | Slides |
| Não | Não | Sim | Apresentação-de-problema |
| Não | Sim | Sim | Índice |
| Não | Não | Sim | Experimento |
| Não | Não | Não | Diagrama |
| Não | Não | Não | Prova |
| Não | Não | Não | Questionário |
| Não | Sim | Sim | Texto-narrativo |
| Não | Sim | Sim | Figura |
| Não | Não | Não | Gráfico |
| Não | Não | Não | Aula-Palestra |
| Não | Não | Sim | Simulações |
| Não | Não | Não | Tabela |
| Não | Não | Não | Auto-avaliação |

Tabela 53 – Metadados dos objetos de ensino e aprendizagem - parte 1

Tabela 54 – Metadados dos objetos de ensino e aprendizagem - parte 2

| | OEA | Nível-interatividade | Densidade-semântica | Perfil-Professor | Perfil-Aluno | Perfil-Autor | Perfil-Administrador | Contexto-Superior | Contexto-Básico | Contexto-Treinamentos | Contexto-Outros | Dificuldade | Tempo-aprendizagem |
|------------------------|-------------|----------------------|---------------------|------------------|--------------|--------------|----------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-------------|--------------------|
| Virtual Barber Shop | muito-baixo | alto | muito-baixo | Não | Sim | Não | Não | Não | Não | Não | Sim | muito-fácil | 5 |
| Fer. Dig. Proj. Arqui. | baixo | baixo | baixo | Sim | Sim | Não | Não | Sim | Não | Não | Não | fácil | 30 |
| Forma Fractal | alto | médio | Não | Sim | Não | Não | Sim | Não | Não | Não | Não | fácil | 200 |