

UNIVERSIDADE METODISTA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO  
(ÊNFASE EM ENGENHARIA DE SOFTWARE)

ADRIANO JOSÉ DA SILVA  
ALEXANDRO ANGELO ROMEIRA  
JULIO CEZAR GIMENEZ DIAS  
THIAGO DE SANTANA NICOLUSSI

**PROJETO SYLAR**  
**INDUÇÃO E MONITORAMENTO DE FREQUENCIAS CEREBRAIS**

SÃO BERNARDO DO CAMPO

2008

ADRIANO JOSÉ DA SILVA  
ALEXANDRO ANGELO ROMEIRA  
JULIO CEZAR GIMENEZ DIAS  
THIAGO DE SANTANA NICOLUSSI

# **PROJETO SYLAR**

## **INDUÇÃO E MONITORAMENTO DE FREQUENCIAS CEREBRAIS**

Trabalho apresentado ao curso de Graduação em Engenharia da Computação com ênfase em Software, Universidade Metodista de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro da Computação

Orientador: Prof. Dr. Mário Francisco Guerra Boaratti

SÃO BERNARDO DO CAMPO

## FICHA CATALOGRÁFICA

P943

Projeto SYLAR: indução e monitoramento de frequências cerebrais /  
Adriano José da Silva et al.. 2008.  
170 f.

Monografia (graduação em Engenharia da Computação) --Faculdade  
de Ciências Exatas e Tecnológicas Universidade Metodista de São  
Paulo, São Bernardo do Campo, 2008.

Orientação: Mário Francisco Guerra Boaratti

1. Automação 2. Ondas cerebrais 3. Relaxamento 4. Linguagem de  
modelagem unificada I. Silva, Adriano José da

CDD 005.1

## **AGRADECIMENTOS**

A todos que direta ou indiretamente envolvidos nesse projeto nos ajudaram e acreditaram em nós.

Ao professor Dr. Mário Francisco Guerra Boaratti por nos ajudar e nos guiar em nosso projeto.

Um agradecimento especial os nossos amigos Juliana Mota, Rodrigo Mattera, Ana Paula Ferreira, Paulo Nicolussi, Luciana Nicolussi, Daniel Miranda, Tiago Franzotti, Adriano Guerreiro e Jairo Simões.

As nossas esposas e namoradas Cândida, Tarcia e Caroline.

A todos os membros do projeto pelas noites e discussões além do empenho na solução dos problemas encontrados.

“A coisa mais bela que podemos experimentar  
é o mistério. Essa é a fonte de toda a arte  
e ciências verdadeiras”

Albert Einstein

## RESUMO

Este trabalho contempla uma solução composta por dois softwares que permita o controle e indução de ondas cerebrais, a partir de estímulos luminosos e sonoros, induzindo o relaxamento de um ser humano.

**Palavras-chave:** automação, relaxamento, ondas cerebrais, biofeedback, UML

## **ABSTRACT**

This work includes a two software solution based that allows the control and induction of brain waves, from light and sound stimulation, inducing the relaxation of a human being.

**Keywords:** Automation, relaxation, brain waves, biofeedback, UML

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fases de divisão do processo de desenvolvimento .....	20
Figura 2 – Divisões de áreas cerebrais .....	25
Figura 3 – Design básico do neurônio .....	26
Figura 4 – Representação de ondas cerebrais.....	34
Figura 5 – Aparelho de síntese de ondas cerebrais. ....	38
Figura 6 – Mapa de atividades cerebrais.....	39
Figura 7 – Mapa de atividades cerebrais (em repouso). ....	40
Figura 8 – Mapa de atividades cerebrais (após estímulo).....	40
Figura 9: Diagrama de integração dos componentes do projeto.....	42
Figura 10 - Protótipo Óculos Indutor.....	43
Figura 11 – Esquema e Conteúdo do kit CEFALUS.....	44
Figura 12 - Kit BrainMachine.....	45
Figura 13 - Barra de identificação.....	76
Figura 14 – Tela principal do sistema Icelus.....	77
Figura 15 – Menu principal do sistema Icelus.....	78
Figura 16 – Tela de cadastro de usuários do sistema Icelus. ....	79
Figura 17 – Tela de lista de relatórios do sistema Icelus.....	80
Figura 18 – Tela de definição de parâmetros dos relatórios do sistema Icelus. ....	81
Figura 19 – Tela de seleção de periféricos do sistema Icelus.....	82
Figura 20 – Tela de teste de indutor visual do sistema Icelus.....	83
Figura 21 – Tela de teste de indutor auditivo do sistema Icelus.....	83
Figura 22 – Tela de teste do monitor EEG do sistema Icelus. ....	84
Figura 23 – Tela de definição de parâmetros do sistema Icelus. ....	85
Figura 24 – Tela de seleção de usuários do sistema Icelus.....	86
Figura 25 – Tela de execução de sessão de relaxamento do sistema Icelus. ....	87
Figura 26 – Tela de teste de indutor auditivo do sistema Icelus.....	88
Figura 27 – Tela de teste de indutor visual do sistema Icelus.....	89
Figura 28 – Tela de teste do monitor EEG do sistema Icelus. ....	90

Figura 29 – Tela de definição de parâmetros dos relatórios do sistema Icelus. ....	91
Figura 30 – Tela de seleção de usuários do sistema Icelus. ....	92
Figura 31 – Tela de execução de sessão de relaxamento do sistema Icelus. ....	93
Figura 32 – Tela de cadastro de usuários do sistema Icelus. ....	94
Figura 33 - Tela de controle do simulador .....	114
Figura 34 – Relatório de sessões realizadas .....	141
Figura 35 – Relatório de desempenho das sessões .....	141
Figura 36 – Posicionamento dos eletrodos do Eletro encefalograma .....	143
Figura 37 – Diagrama de bloco do amplificador do OpenEEG (Simplificado).....	144
Figura 38 – Diagrama de bloco do amplificador do OpenEEG.....	146
Figura 39 – Filtro de ganho - dB escala.....	157
Figura 40 – Filtro de ganho – escala linear.....	157
Figura 41 – Grupo de atraso – Escala Logarítmica.....	158
Figura 42 – Grupo de atraso – Escala Linear.....	158
Figura 43– Fase de resposta – Escala logarítmica. ....	159
Figura 44 – Fase de resposta – Escala linear. ....	160
Figura 45 – Esquema SPICE.....	160
Figura 46 – Tolerância dos componentes eletrônicos .....	161

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Faixas de frequências de ondas cerebrais .....	29
Tabela 2 – Especificações Gerais do OpenEEG .....	146
Tabela 3 – Corrente fornecida para o OpenEEG .....	147
Tabela 4 – Especificações técnicas do amplificador - OpenEEG.....	148
Tabela 5 – Especificações técnicas do conversor Analógico/Digital - OpenEEG .....	148

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGLA	DESCRIÇÃO
.NET	Linguagem de desenvolvimento e plataforma proprietária Microsoft.
Bluetooth	Tecnologia de comunicação e ligação de equipamentos eletrônicos por meio sem fio (Wireless)
EEG	Sigla para equipamento de Eletroencefalograma
led	Light Emitting Diode - Diodo Emissor de Luz
OpenEEG	Equipamento de Eletroencefalograma baseado em hardware livre (Opensource)
RUP	Rational Unified Process - Processo Unificado da Rational é uma metodologia para desenvolvimento de software
TDA	Transtorno de Déficit de Atenção.
UML	Unified Modeling Language - Linguagem de Modelagem Unificada
VOLERE	Modelo de Documento para Especificação de Requisito
XP	Extreme Programming - Metodologia para desenvolvimento de sistemas baseados no manifesto ágil de 2001
Opensource	Conceito de software livre com o compartilhamento de informações

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1. OBJETIVOS GERAIS .....	19
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.3. METODOLOGIA .....	20
1.4. MOTIVAÇÃO.....	21
<b>2. FUNCIONAMENTO DO CÉREBRO.....</b>	<b>22</b>
2.1. ESTRUTURA.....	24
2.1.1. <i>Prosencéfalo</i> .....	24
2.1.2. <i>Mesencéfalo</i> .....	24
2.1.3. <i>Rombencéfalo</i> .....	24
2.2. NEURÔNIOS .....	25
2.3. QUÍMICA DO CÉREBRO.....	26
2.3.1. <i>Neuroquímica</i> .....	26
<b>3. MONITORAÇÃO.....</b>	<b>28</b>
3.1. MONITORAÇÃO DE ONDAS CEREBRAIS .....	28
3.1.1. <i>História</i> .....	28
3.1.2. <i>Como é a monitoração</i> .....	28
3.1.3. <i>Riscos</i> .....	28
3.1.4. <i>Curvas e ondas</i> .....	29
3.1.5. <i>Beta</i> .....	29
3.1.6. <i>Alfa</i> .....	30
3.1.7. <i>Teta</i> .....	30
3.1.8. <i>Delta</i> .....	31
<b>4. ESTÍMULAÇÃO .....</b>	<b>31</b>
4.1. ESTÍMULOS.....	31
4.1.1. <i>História</i> .....	31
4.1.2. <i>Os benefícios</i> .....	31
4.1.3. <i>As limitações</i> .....	32
4.2. BIOFEEDBACK .....	32
4.2.1. <i>O que é</i> .....	32
4.2.2. <i>Como funciona</i> .....	33
4.3. NEUROFEEDBACK .....	33
4.3.1. <i>História</i> .....	33
4.3.2. <i>Benefícios</i> .....	36

4.4.	SINTETIZADORES DE ONDAS CEREBRAIS .....	36
4.5.	EVIDÊNCIA CIENTÍFICA.....	39
4.6.	EXEMPLO DE CASO CLÍNICO .....	40
<b>5.</b>	<b>PROJETO SYLAR .....</b>	<b>41</b>
5.1.	SOFTWARES .....	42
5.1.1.	<i>Simulador EEG</i> .....	42
5.1.2.	<i>Icelus</i> .....	42
5.2.	ÓCULOS INDUTOR.....	43
5.3.	O FONE DE OUVIDO.....	43
5.4.	COMPARATIVO COM SOLUÇÕES COMERCIAIS .....	44
5.4.1.	<i>Cefalus</i> .....	44
5.4.2.	<i>BrainMachine</i> .....	44
5.4.3.	<i>Sylar</i> .....	45
<b>6.</b>	<b>DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA .....</b>	<b>46</b>
6.1.	ANÁLISE DE REQUISITOS.....	46
6.2.	APARÊNCIA E COMPORTAMENTO .....	48
6.3.	DESCRIÇÃO FUNCIONAL DE RELATÓRIOS .....	48
<b>7.</b>	<b>VOLERE - SOFTWARE ICELUS.....</b>	<b>48</b>
7.1.	PROPÓSITO DO PROJETO .....	48
7.2.	CLIENTES, CONSUMIDORES E ENVOLVIDOS.....	49
7.2.1.	<i>O Cliente</i> .....	49
7.2.2.	<i>O Consumidor</i> .....	50
7.2.3.	<i>OUTROS ENVOLVIDOS</i> .....	50
7.3.	OS USUÁRIOS DO PRODUTO.....	50
7.4.	LIMITAÇÕES MANDATÁRIAS .....	50
7.4.1.	<i>Da Solução</i> .....	50
7.4.2.	<i>DO AMBIENTE DE IMPLEMENTAÇÃO</i> .....	51
7.5.	APLICAÇÕES PARCEIRAS .....	51
7.5.1.	<i>Indutor Visual</i> .....	51
7.5.2.	<i>Indutor Sonoro</i> .....	51
7.6.	MONITORAMENTO EEG.....	52
7.7.	SOFTWARES “DE PRATELEIRA” .....	52
7.8.	AMBIENTE DE UTILIZAÇÃO.....	52
7.9.	RESTRIÇÕES DE CALENDÁRIO .....	52
7.10.	RESTRIÇÕES DE CUSTO .....	53
7.11.	PREMISSAS E OUTROS FATOS RELEVANTES.....	53
7.11.1.	<i>FATOS RELEVANTES</i> .....	53
7.11.2.	<i>PREMISSAS</i> .....	54

7.12.	O ESCOPO DO TRABALHO .....	54
7.12.1.	<i>CENÁRIO ATUAL</i> .....	54
7.13.	CENÁRIO PROPOSTO .....	54
7.14.	O ESCOPO DO PRODUTO .....	56
7.14.1.	<i>PERÍMETRO DO PRODUTO</i> .....	56
7.15.	LISTA DE CASOS DE USO .....	57
7.16.	REQUISITOS FUNCIONAIS E DE DADOS .....	66
7.16.1.	<i>FUNCIONAIS</i> .....	66
7.17.	DADOS .....	73
7.17.1.	<i>Diagrama lógico</i> .....	73
7.17.1.	<i>Diagrama Físico</i> .....	74
7.18.	RELAÇÃO UCS X RF .....	75
7.19.	REQUISITOS DE APARÊNCIA E COMPORTAMENTO .....	76
7.19.1.	<i>A Interface</i> .....	76
7.19.2.	<i>Aparência</i> .....	77
7.20.	TELA DE APRESENTAÇÃO (FIGURA 14) .....	77
7.21.	MENU PRINCIPAL (FIGURA 15) .....	78
7.22.	USUÁRIOS (FIGURA 16) .....	79
7.23.	RELATÓRIOS (FIGURA 17) .....	80
7.24.	PARÂMETROS DO RELATÓRIO (FIGURA 18) .....	81
7.25.	PERIFÉRICOS (FIGURA 19) .....	82
7.26.	INDUÇÃO VISUAL (FIGURA 20) .....	83
7.27.	INDUÇÃO AUDITIVA (FIGURA 21) .....	83
7.28.	MONITOR EEG (FIGURA 22) .....	84
7.29.	CONFIGURAÇÕES (FIGURA 23) .....	85
7.30.	SELEÇÃO DE USUÁRIOS (FIGURA 24) .....	86
7.31.	SESSÃO DE RELAXAMENTO (FIGURA 25) .....	87
7.32.	COMPORTAMENTO .....	88
7.32.1.	<i>Indução auditiva</i> .....	88
7.32.2.	<i>Indução visual</i> .....	89
7.32.3.	<i>Monitor EEG</i> .....	90
7.32.4.	<i>Parâmetros do relatório</i> .....	91
7.32.5.	<i>Seleção de usuários</i> .....	92
7.32.6.	<i>Sessão de relaxamento</i> .....	93
7.32.7.	<i>Usuários</i> .....	94
7.33.	REQUISITOS DE USABILIDADE .....	95
7.33.1.	<i>FACILIDADE DE USO</i> .....	95
7.33.2.	<i>APRENDIZAGEM</i> .....	95
7.34.	REQUISITOS DE AMBIENTE .....	95
7.34.1.	<i>AMBIENTE FÍSICO SUGERIDO</i> .....	95

7.34.2.	<i>AMBIENTE LÓGICO SUGERIDO</i> .....	95
7.35.	TAREFAS .....	97
7.36.	CUSTOS .....	98
7.37.	DOCUMENTAÇÃO E TREINAMENTO .....	98
7.38.	SALA DE ESPERA .....	98
<b>8.</b>	<b>VOLERE - SOFTWARE MONITOR</b> .....	<b>99</b>
8.1.	PROPÓSITO DO PROJETO .....	99
8.2.	CLIENTES, CONSUMIDORES E ENVOLVIDOS.....	99
8.2.1.	<i>O CLIENTE</i> .....	99
8.3.	OS USUÁRIOS DO PRODUTO.....	100
8.4.	LIMITAÇÕES MANDATÁRIAS .....	100
8.4.1.	<i>DA SOLUÇÃO</i> .....	100
8.4.2.	<i>DO AMBIENTE DE IMPLEMENTAÇÃO</i> .....	101
8.5.	APLICAÇÕES PARCEIRAS .....	101
8.6.	SOFTWARES “DE PRATELEIRA” .....	101
8.7.	AMBIENTE DE UTILIZAÇÃO.....	101
8.8.	RESTRIÇÕES DE CALENDÁRIO .....	102
8.9.	RESTRIÇÕES DE CUSTO .....	102
8.10.	PREMISSAS E OUTROS FATOS RELEVANTES.....	102
8.10.1.	<i>FATOS RELEVANTES</i> .....	102
8.10.2.	<i>PREMISSAS</i> .....	102
8.11.	O ESCOPO DO TRABALHO .....	103
8.11.1.	<i>CENÁRIO ATUAL</i> .....	103
8.11.2.	<i>CENÁRIO PROPOSTO</i> .....	103
8.12.	O ESCOPO DO PRODUTO.....	103
8.11.3.	<i>PERÍMETRO DO PRODUTO</i> .....	103
8.13.	LISTA DE CASOS DE USO .....	103
8.14.	REQUISITOS FUNCIONAIS E DE DADOS.....	111
8.14.1.	<i>FUNCIONAIS</i> .....	111
8.15.	DADOS .....	114
8.15.1.	<i>RELAÇÃO UCS X RFS</i> .....	114
8.16.	REQUISITOS DE APARÊNCIA E COMPORTAMENTO .....	114
8.16.1.	<i>Tela de controle do simulador (Figura 33)</i> .....	114
8.17.	REQUISITOS DE USABILIDADE .....	117
8.17.1.	<i>FACILIDADE DE USO</i> .....	117
8.17.2.	<i>APRENDIZAGEM</i> .....	117
8.18.	REQUISITOS DE AMBIENTE.....	118
8.18.1.	<i>Ambiente Físico Sugerido</i> .....	118
8.18.2.	<i>Ambiente lógico sugerido</i> .....	118

<b>9. CONCLUSÃO .....</b>	<b>119</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE A – RRBQ .....</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICE B – DICIONÁRIO DE DADOS .....</b>	<b>128</b>
<b>APÊNDICE C – DESCRIÇÃO FUNCIONAL DOS RELATÓRIOS .....</b>	<b>138</b>
C.1. DESCRIÇÃO FUNCIONAL DOS RELATÓRIOS.....	138
C.1.1. Aspectos Gerais .....	138
C.2. RELATÓRIO ANALÍTICO DE SESSÕES REALIZADAS .....	139
C.2.1. Finalidade .....	139
C.2.2. Opções de Filtro .....	139
C.2.3. Ordenação .....	139
C.2.4. Quadros .....	140
C.3. RELATÓRIO ANALÍTICO DE DESEMPENHO DE SESSÕES.....	140
C.3.1. Finalidade .....	140
C.3.2. Opções de Filtro .....	140
C.3.3. Ordenação .....	140
C.3.4. Quadros .....	140
C.3.5. Gráficos.....	141
<b>ANEXOS A – DESCRIÇÃO PROJETO DE HARDWARE OPENEEG .....</b>	<b>142</b>
A.1. SOBRE O PROJETO.....	142
A.2. VISÃO GERAL.....	143
A.3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....	146
A.3.1. Especificações gerais .....	146
A.3.2. Corrente fornecida .....	147
A.3.3. Especificação do amplificador EEG.....	148
A.3.4. Especificação do conversor AD (AT90S4433) .....	148
A.4. DESCRIÇÕES DETALHADAS .....	149
A.5. CIRCUITO DE PROTEÇÃO.....	149
A.6. AMPLIFICADORES E FILTROS .....	150
A.7. DISPOSITIVO RIGHT-LEG .....	151
A.8. INTERFACE RS232 .....	151
A.9. MICROCONTROLADOR .....	152
A.10. SISTEMA DE ENERGIA .....	154
A.11. ESPECIFICAÇÕES DO FILTRO.....	156
A.12. DESCRIÇÃO .....	156
A.12.1. Ganho .....	157
A.12.2. Grupo de atraso .....	158

A.12.3. Fase .....	159
A.13. ESQUEMA ELETRÔNICO .....	160
A.13.1. Tolerância dos componentes.....	161
<b>ANEXOS B – CARTÃO DE SIMBOLOGIA PADRÃO UML .....</b>	<b>162</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente os seres humanos, principalmente os que moram em grandes cidades estão inseridos em um cotidiano cada vez menos saudável e sujeito a pressão social e a diversos outros fatores que aumentam o chamado estresse<sup>1</sup>.

Diante de um cenário, a tecnologia aliada principalmente à medicina e a psicologia vem desenvolvendo trabalhos que busquem se não resolver, minimizar em muito os efeitos causados pelos fatores acima descritos, estudos e pesquisas são realizados de forma a encontrar meios que possam levar os indivíduos a reduzir os níveis de estresse e estimular o relaxamento físico e principalmente mental.

O estudo desenvolvido nesse trabalho propõe um meio levar um indivíduo á atingir níveis elevados de relaxamento mental em curto intervalo de tempo, através do uso de equipamentos visuais e sonoros controlados por um software de computador.

Esse trabalho está dividido da seguinte maneira:

Capitulo 1 – Trata da introdução geral ao trabalho, a metodologia utilizada para desenvolvê-lo e a motivação.

Capitulo 2 – Trata de estudos científicos que descrevem o funcionamento do cérebro humano.

Capitulo 3 – Trata dos conceitos da monitoração de ondas cerebrais, seu histórico e riscos.

Capitulo 4 – Trata dos conceitos de geração de estímulos ao cérebro humano histórico, benefícios, riscos, justificativas científica e tecnologias relacionadas.

Capitulo 5 – Fornece um panorama geral do projeto e seus itens.

Capitulo 6 – Descreve o modelo de especificação dos softwares utilizados nesse projeto.

---

<sup>1</sup> ESTRESSE: "conjunto de reações do organismo a agressões de ordem física, psíquica, infecciosa e outras capas de perturbar-lhe a homeostase (equilíbrio)". In: FERREIRA, Aurelio Buarque de Holanda. Dicionário da língua portuguesa. 1ª. Edição. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1998.

Capítulo 7 – (Volere) Software Icelus

Capítulo 8 – (Volere) Software Simulador EEG

Capítulo 9 – Conclusão.

### 1.1. Objetivos gerais

O projeto tem como objetivo desenvolver uma solução composta por dois softwares (Simulador / Icelus), um dispositivo de indução sonora (Fone de ouvido) e um dispositivo de indução visual (Óculos luminoso).

O software Simulador tem o objetivo de emular um dispositivo de EEG (Eletroencefalograma).

O Software Icelus, tem o objeto controlar o funcionamento dos dispositivos (Sonoro/Auditivo) recebendo parâmetros de um EEG ou do Simulador EEG.

Os dispositivos (Sonoro/Auditivo), em conjunto, terão o objetivo de induzir a redução das ondas cerebrais, assunto que será abordado na página 29.

### 1.2. Objetivos específicos

Com a integração dos softwares e dispositivos juntamente com o embasamento teórico sobre princípios de indução cerebral e seus benefícios, o projeto aqui descrito tem como objetivo desenvolver uma solução de baixo custo, de fácil manuseio que possa contribuir para o relaxamento e conseqüentemente a diminuição do estresse.

Por conta da limitação de prazo, esse projeto não objetiva desenvolver o hardware de EEG, todos os parâmetros de leituras cerebrais que deveriam ser capturados por um dispositivo EEG será feito de forma simulada pelo software (Simulador) .

### 1.3.metodologia

O objetivo de um engenheiro não se resume em desenvolver um software ou um programa, mas sim uma solução. Solução essa que atenda as necessidades expostas utilizando os melhores métodos, ferramentas e processo possíveis.

Visando gerir uma ferramenta que possibilite planejar o projeto, avaliar sua viabilidade, monitorar suas fases decorrentes, efetuar correções e unificar o entendimento a todos os envolvidos optaram-se por utilizar modelos baseados em RUP e XP, dividindo os processos nas fases, conforme mostrado na figura 1 abaixo:

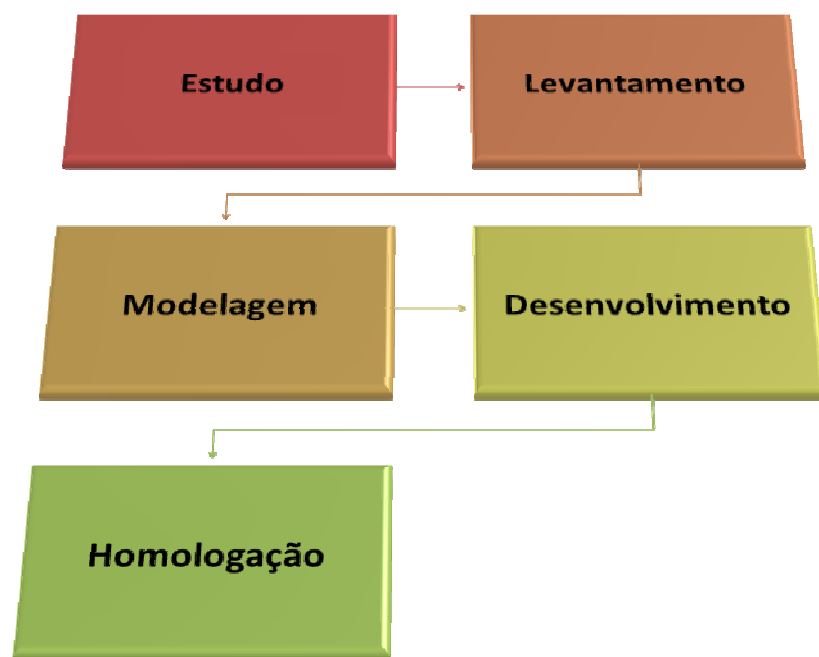


Figura 1 – Fases de divisão do processo de desenvolvimento

A fase de estudo constitui-se na aquisição de embasamento teórico sobre o assunto a ser abordado, aprofundando em tópicos específicos como freqüências cerebrais e biofeedback, assunto que será abordado na página 32. Para a execução dessa fase, delegou-se exclusivamente à um dos envolvidos a tarefa de obter conhecimento, visando um domínio pleno do assunto, sendo este responsável direto

pela orientação das demais fases, corrigindo as irregularidades decorrentes do desenvolvimento do projeto.

A fase de levantamento trata-se a obtenção de fatores envolvidos no projeto. Para o desempenho dessa etapa adotou-se o modelo Volere para seu desenvolvimento.

A fase de modelagem conceitual trata da formalização do escopo do projeto onde se utiliza metodologias como UML para seu desenvolvimento

A fase de desenvolvimento ocorre sucessiva a formalização da modelagem conceitual onde se dedica a desenvolvimento da solução sobre um documento formulado. Para orientar essa etapa utilizou-se de conceitos como desenvolvimento em camadas e a ferramenta SourceSafe para controle de versões.

A fase de homologação só se faz possível executar posterior a formalização das fases antecedentes a ela. O método de teste caixa preta, onde se avalia o resultado obtido com base no desejado.

Para a execução das fases definidas, avaliou-se os recursos humanos necessário, período de desenvolvimento, ambiente propício de execução, custos, relacionamentos e cronogramas, tendo assim um parecer positivo que apontou a viabilidade do projeto.

#### 1.4. Motivação

Um dos males inegáveis da vida moderna, ao qual se está inserido, é a presença do estresse, o trânsito, a violência, os prazos justos, a instabilidade no emprego dentre outros inúmeros fatores nos submetem cada vez mais a doses diárias de estresse.

Isoladamente o estresse não é ruim, é a resposta do organismo frente a um perigo ou uma situação inesperada. Está presente nos animais com a finalidade de preservação da espécie, como por exemplo, para fugir de um predador, porém a

constante exposição ao estresse pode cronicamente causar sérios problemas à saúde física e mental.

Estudos sugerem que a incapacidade de se adaptar ao estresse pode estar associada ao início de depressão ou ansiedade, e nesse estágio é identificado uma diminuição nos níveis de serotonina<sup>2</sup>, prejudicando diretamente o bem estar do indivíduo.

As ciências médicas e psicológicas não apontam uma solução única para solucionar o problema do estresse, e sim uma combinação de varias estratégias físicas e comportamentais, dentre elas, a procura de especialistas, a melhora da dieta, a busca de “métodos de relaxamento” e técnicas cognitivas comportamentais.

A motivação desse projeto é de se tornar uma opção válida que apóie de forma dinâmica o individuo a atingir níveis de relaxamento, propiciando assim uma melhora em sua qualidade de vida.

## **2. FUNCIONAMENTO DO CÉREBRO**

O cérebro formado por bilhões de células chamadas neurônios, quando comparado aos mais modernos circuitos e computadores deixa-os em um patamar pré-histórico. Estudado por centenas de anos, apesar de certas dúvidas ainda restarem, sabemos que ele comanda todos os processos ligados aos pensamentos e sentimentos. Existem várias teorias sobre seu funcionamento, porém faltam estudos que unam essas teorias e, por conseguinte possam afirmar com clareza e sem exceções seu funcionamento, (FERRÃO, 2005; MCCRONE, 2007 ).

Comumente referido como encéfalo, o cérebro é composto pelos hemisférios cerebrais, o cortéx, o cerebelo e o tronco encefálico. Embora algumas áreas cerebrais sejam comparáveis aos de outros animais, o que nos difere deles é principalmente o

---

<sup>2</sup> A Serotonina é uma substância contida em nosso cérebro e é responsável por conduzir a transmissão de uma célula nervosa (neurônio) para outra. (BALLONE, 2005)

volume do córtex cerebral em relação ao restante do corpo. Por exemplo, apesar de, em volume absoluto, um córtex de uma baleia ser maior do que o de um ser humano, a relação entre o córtex e seu corpo é bem menor, (FERRÃO, 2005; SILVEIRA, 2004 ).

Através de estudos minuciosos foi possível determinar áreas no encéfalo ligadas a certas funções do corpo, mas caso algumas dessas áreas sejam lesada por algum motivo, outra área do cérebro pode passar a controlar determinadas funções que inicialmente não lhe eram atribuídas. E a ação coletiva dessas regiões do cérebro em concordância com o restante do corpo e diretamente influenciado pelo meio ambiente resulta no mais intrigante fenômeno cerebral, a mente, (FERRÃO, 2005; SILVEIRA, 2004 ).

Ainda não é possível explicar a mente detalhando explicitamente quais atividades dos neurônios estão ligadas a ela. Levando vários cientistas no passado a acreditar que esse fenômeno estava separado das funções cerebrais, mas de alguma forma interagindo com elas. Mas em meados dos anos 50 tornou-se possível entender melhor o processo da mente e suas sensações positivas ou negativas como consequência das conexões entre os bilhões de neurônios através do nascimento da ciência cognitiva, indo de encontro ao método observacional utilizado pela psicanálise, (FERRÃO, 2005; MCCRONE, 2008 ).

A formação do cérebro, segundo uma das teorias, seria semelhante à de um computador aonde seus componentes e peças se unem conforme um diagrama original. E seu funcionamento somente se inicia após estar formado o suficiente para que os diversos “softwares” possam ser implantados e assim tornando possíveis as funções da máquina homem. Esse diagrama inicial está provavelmente gravado no DNA, mas diferentemente de um computador com números específicos de componentes e conexões o cérebro possui geneticamente um determinado número de neurônios, porém seus números de conexões podem aumentar durante a vida através de estímulos internos e externos. Tornando assim seu funcionamento cada vez mais complexo e difícil de ser interpretado pelo próprio homem, (FERRÃO, 2005; SILVEIRA, 2004 ).

A citação a seguir expressa a dificuldade nesse processo de compreensão.

*“Afinal é o homem, com seu próprio cérebro, que estuda o cérebro do homem, e esse talvez seja um ponto crucial nas dificuldades de entendermos o que acontece.”* (FERRÃO, 2005).

## 2.1. Estrutura

O cérebro humano apresenta as seguintes divisões e subdivisões:

### 2.1.1. Prosencéfalo

Divido em Telencéfalo que a parte formada pelos dois hemisférios e o Diencéfalo que é o eixo nervoso entre os hemisférios acima do tronco encefálico aonde ocorre a conexão entre os dois lados do cérebro.

### 2.1.2. Mesencéfalo

A visão, a audição, o movimento dos olhos e o movimento do corpo são atividades motoras controlados por essa parte.

### 2.1.3. Rombencéfalo

Dividido em Metencéfalo que é parte do encefalo que contém o cerebelo, o bulbo e a protuberância anular. E o Mielencéfalo que interliga o cérebro à espinha dorsal chamado também de eixo cerebrosposinal.

A figura 2 a seguir mostra essas divisões:

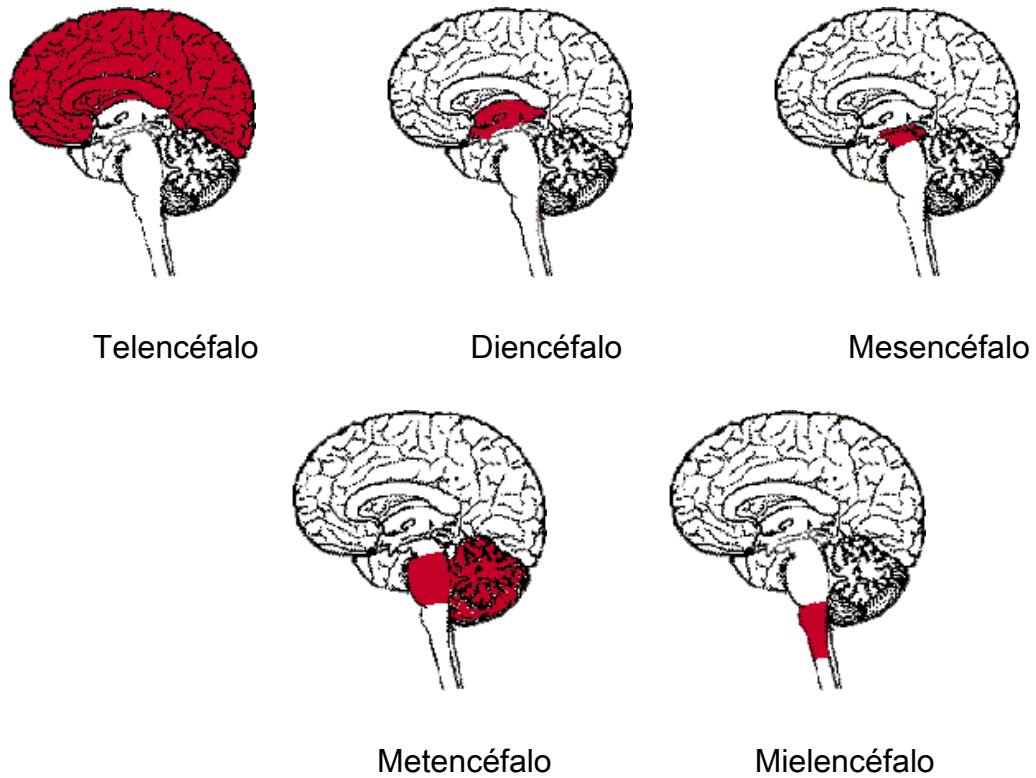


Figura 2 – Divisões de áreas cerebrais

Fonte: [http://br.geocities.com/neurokidsbr/Divisooes\\_do\\_SN.html](http://br.geocities.com/neurokidsbr/Divisooes_do_SN.html), 2008.

## 2.2. NEURÔNIOS

Possuímos aproximadamente 100 bilhões dessas células que têm a capacidade de transmitir impulsos eletroquímicos por grandes distâncias até, por exemplo, ao músculo que controla o movimento do dedo mindinho do pé fazendo com que ele retraia conforme nossa vontade. São divididos em corpo celular, axônio e dentritos, como mostrado na figura 3, (FREUDENRICH, 2008).

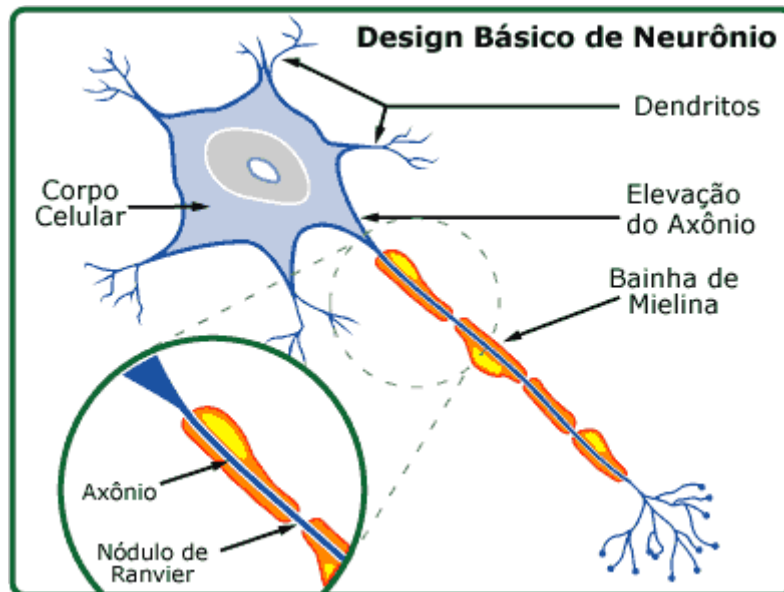


Figura 3 – Design básico do neurônio

Fonte: <http://saude.hsw.uol.com.br/cerebro1.htm>, 2008.

O corpo celular contém todas as partes necessárias para manter a célula viva, o retículo, o retículo endoplasmático, ribossomos e a mitocôndria. O axônio é responsável por transmitir a mensagem eletroquímica por toda a célula. Ele é recoberto por uma camada de gordura chamada mielina que normalmente se encontra em nervos de borda localizados em extremidades do corpo e servem para isolante elétrico e aceleram a transmissão do impulso. Neurônios sem mielina estão localizados no cérebro e na medula espinhal. Os dendritos localizam-se nas extremidades da célula e se assemelham a galhos e permitem a comunicação com as demais células nervosas, (FREUDENRICH, 2008).

## 2.3. Química do cérebro

### 2.3.1. Neuroquímica

A área da ciência que estuda a relação entre a estrutura química das moléculas e o sistema nervoso central é a neuroquímica.

O sistema nervoso central é capaz de processar um enorme número de “bits” de informação advindo dos órgãos sensoriais. O sistema nervoso juntamente com o sistema endócrino controla todas as funções do corpo humano. A transmissão da informação nos neurônios ocorre através de neurotransmissores que são substâncias químicas que transportam a informação por uma espécie de falha entre as ligações dos neurônios. Se aproximarmos milhares de vezes essas junções entre os neurônios verá que na realidade existe um pequeno espaço entre eles chamado de sinapse. O sistema nervoso central funciona como uma espécie de filtro para as informações que recebe e acaba aproveitando apenas 1% delas, o restante é descartado, (QMCWEB, 2008).

A polarização ou despolarização da membrana celular de um neurônio que permite a ocorrência de um impulso elétrico gerado por uma sinapse química ocorre quando na sinapse, locais aonde acontecem às transmissões dos sinais, os neurotransmissores do neurônio pré-sináptico se movem pelo meio intercelular até os receptores do neurônio pós-sináptico, gerando, portanto um uma ação em potencial do neurônio seguinte. Mudanças na região da membrana permitem que os sinais trafeguem pela célula nervosa, (QMCWEB, 2008; SIEGEL, 2006)

A liberação dos neurotransmissores ocorre quando algum estímulo eletroquímico faz com que as vesículas que os contêm migrem para a membrana das fendas sinápticas. Esses transmissores têm que ser reproduzidos com extrema rapidez, pois a reserva nas vesículas é utilizada a todo instante. Essa produção ocorre com enzimas específicas que utilizam a energia gerada pelas mitocôndrias das células, (QMCWEB, 2008).

Um modelo de chave e fechadura é utilizado pelas fendas sinápticas e seu neurotransmissor assim como uma chave serve em determinada fechadura os neurotransmissores da membrana pré-sináptica reconhecem a molécula da membrana pós-sináptica. Uma vez devidamente encaixados essas moléculas causam uma alteração no formato do receptor ativando enzimas que alteram a polaridade elétrica da membrana permitindo assim que a reação percorra toda a célula, (QMCWEB, 2008).

### 3. MONITORAÇÃO

#### 3.1. Monitoração de Ondas cerebrais

##### 3.1.1. História

Em meados dos anos 30 o médico alemão Hans Berger conseguiu capturar os impulsos elétricos do cérebro e mostrá-los graficamente. Ele observou que esses impulsos se alteravam quando dormimos, quando estamos alerta, sob medicamentos, e em patologias neurológicas. Com isso criava-se um novo campo da medicina chamado Neuropsicologia.

Com o passar dos anos seus métodos e aparelhos foram evoluindo até estágios modernos sendo utilizados hoje para diversos fins.

##### 3.1.2. Como é a monitoração

O procedimento a seguir foi obtido através do seguinte endereço eletrônico: <http://adam.sertaoggi.com.br/encyclopedia/ency/article/003931.htm>

*“O exame é realizado por um técnico em EEG, em uma sala especialmente projetada que pode estar localizada no consultório médico ou no hospital. Será solicitado que se deite de costas sobre a mesa ou na cadeira reclinável. O técnico irá posicionar entre 16 e 25 discos planos de metal (eletrodos) em diferentes locais do couro cabeludo. Os discos serão imobilizados com a utilização de um gel pegajoso. Os eletrodos são conectados por meio de fios a um amplificador e a um aparelho de gravação. O aparelho de gravação converte os sinais elétricos em uma série de linhas onduladas que são traçadas sobre um dispositivo móvel com papel gráfico. É necessário que se mantenha deitado quieto, com os olhos fechados, pois os movimentos podem alterar os resultados. Pode ser solicitado que se faça algumas determinadas tarefas durante a gravação, como respirar profundamente e rapidamente durante vários minutos, ou a olhar para uma luz trêmula muito brilhante.”*

##### 3.1.3. Riscos

O procedimento é bastante seguro e não oferece riscos por se tratar de um método passivo de se obter dados do paciente. Não ocorre nenhum tipo de estímulo ou incursão ao corpo do paciente.

#### 3.1.4. Curvas e ondas

A atividade elétrica cerebral produz ondas eletromagnéticas que podem ser capturadas pelo Eletroencefalograma (EEG). Essas ondas são medidas em ciclos por segundo (Hz – Hertz) e podem mudar dependendo dos estados de consciência como concentração, relaxamento, meditação, sono profundo, etc. O quadro abaixo exhibe estes estados:

Tabela 1 – Faixas de frequências de ondas cerebrais

<b>Impulsos Elétricos Nervosos do Cérebro</b>		
<b>Níveis</b>	<b>Frequência da Onda Cerebral</b>	<b>Estados de Consciência</b>
b (Beta)	Acima de 14Hz	Estado de Vigília
a (Alfa)	de 14 a 07 Hz	Estado Meditativo
q (Teta)	de 07 a 04 Hz	Transe hipnótico profundo (sono profundo) / Nível utilizado para anestesia cirúrgica.
D (Delta)	Abaixo de 04 Hz	Estado de inconsciência

Fonte: <http://www.terrazul.com.br/laislimaARTIGO3.html>

A seguir, com base em HOLOSONIC e PROJETO PORTAL, serão destacadas as características de cada estado, ou nível mental, sendo:

#### 3.1.5. Beta

A característica do nível Beta é destacada pelas atividades cerebrais de alerta, ou seja, os estados de Atenção, Concentração e Cognição. Nesse nível de atividade cerebral os neurônios transmitem as informações de uma velocidade muito rápida o

que pode gerar um poder de concentração muito alto. Esse nível deve ser trabalhado em terapias de Neurofeedback, para maiores detalhes ver página 32, para tratamento de distúrbios de concentração, ou conhecido como TDA – Transtorno de Déficit de Atenção.

A faixa de nível Beta encontra-se entre 13 – 30 Hz e encontram-se relacionada com concentração, atenção aumentada, melhor acuidade visual e coordenação, sendo que cientistas têm descoberto que essas frequências atuam diretamente em atividades cognitivas complexas, como: desenvolvimento de comunicação, linguagens e raciocínio lógico.

#### 3.1.6. Alfa

A característica do nível Alfa é destacada pelas atividades cerebrais de relaxamento, ou seja, os estados de Relaxamento, Visualização e Meditação. Nesse nível de atividade cerebral os neurônios transmitem as informações de uma velocidade alta (beta) para as ondas alfa que são mais lentas. Esse nível deve ser trabalhado para tratamentos de estresse e relaxamento, que é o foco de nosso projeto.

A faixa do nível Alfa encontra-se entre 7 a 12 Hz e encontra-se mais facilmente em nossa fase dormiente funcionando como uma porta para os estados de consciência mais profundos.

#### 3.1.7. Teta

A característica do nível Teta é destacada pelas atividades cerebrais de meditação, ou seja, os estados de Meditação, Intuição/Criatividade e Memória. Nesse nível as atividades cerebrais propiciam flashes de imagens do inconsciente, criatividade e acesso a memórias há muito tempo esquecidas. Esse nível deve ser trabalhado para programas de reprogramação e modificação de comportamento e tem sido amplamente usado no tratamento de viciados em drogas ou álcool. O nível de onda Teta é ideal para estímulo de aprendizagem acelerada, aumento de criatividade e desenvolvimento de memória.

A faixa do nível Teta encontra-se entre 4 a 7 Hz. Nessa fase temos a sensação de estar em um “sonho acordado”, ficando mais receptivos a informações que estão além de nosso estado normal de consciência.

#### 3.1.8. Delta

A característica do nível Delta é destacada pelas atividades cerebrais de consciência expandida, cura e recuperação e Sono. Nesse nível as atividades cerebrais estão associadas com sono profundo e nessa faixa de frequência nosso organismo libera o hormônio de crescimento humano (HGH). O nível de onda Delta é ideal para distúrbios do sono, a recuperação física e mental e meditação profunda.

A faixa do nível Delta encontra-se entre 0,1 a 4 Hz.

## 4. ESTIMULAÇÃO

### 4.1. Estímulos

#### 4.1.1. História

Em 1940 um pesquisador chamado William Gray Walter, em estudos verificou que indivíduos submetidos a estímulos luminosos com certa frequência têm uma resposta do cérebro para acompanhar essa frequência e ritmo estimulando reações, (SABBATINI, 1999).

#### 4.1.2. Os benefícios

Dentre vários benefícios podemos citar relaxamento, administração de tensão, tratamento de insônia, aceleração e retenção de aprendizagem, tratamento de ansiedades e entretenimento.

#### 4.1.3. As limitações

A terapia proposta, com o sistema de indução cerebral, pode não ser recomendada para todas as pessoas, pois diversas situações, ou distúrbios psicológicos podem ser estimulados. Essa terapia não é recomendada para pessoas com debilidade mental, diabéticos e outras disfunções endocrinológicas.

Como restrição, algumas pessoas são suscetíveis a convulsões causadas pela exposição visual de luzes estroboscópicas, que utilizamos como elemento indutório em nosso projeto. Esse tipo de disfunção muitas vezes é chamado de convulsão de fotoepilepsia porque é causada por pulsos de luz, interagindo com olhos, neurônios e sistema nervoso central.

### 4.2. BIOFEEDBACK

#### 4.2.1. O que é

Consiste num método de prover informações detalhadas ao paciente em tempo real para que ele possa conhecer melhor seu organismo e entender com ele funciona exatamente sobre certos tipos de estímulos. Para tal são colocados sensores no local a ser avaliado e então essa resposta fisiológica é informada normalmente através de sons ou imagens, (COOPERSTEIN, 1998).

Esse controle permite uma auto-regulação das reações do corpo e mente diante de uma ameaça ou desafio, possibilitando uma melhor resposta a estímulos externos. E também permitem que a mente controle melhor o corpo para evitar que situações de estresse ocorram sem necessidade melhorando a capacidade do corpo e mente em se recuperar diante de um problema, (COOPERSTEIN, 1998).

O instrumento de biofeedback não se torna mais necessário quando a auto-regulação for dominada. Possibilitando ao paciente controlar mente e corpo plenamente promovendo saúde e melhora no tratamento e prevenção de problemas.

#### 4.2.2. Como funciona

Instrumentos altamente sensíveis são dispostos nas áreas a serem monitoradas e as informações recebidas são então visualizadas através de monitores ou dispostas graficamente em papel, (BIOFEEDBACK , em: WIKIPEDIA, 2008).

### 4.3. NEUROFEEDBACK

#### 4.3.1. História

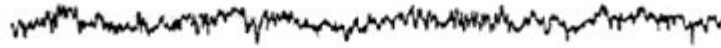
A natureza do neurofeedback está estritamente ligada ao monitoramento das atividades elétricas do cérebro através de um eletroencefalograma(EEG). Sem a construção e elaboração dos conceitos do eletroencefalograma, em 1924, por Hans Berger, não haveria as bases de estudo do neurofeedback. (NEUROBIT, 2008)

Através de medições feitas em seu próprio filho, Hans Berger concluiu que em diversas fases do estado de vigília, as atividades elétricas do cérebro apresentavam um potencial de frequência diferenciado. (NEUROBIT, 2008)

Com os estudos dos pesquisadores, com relação ao monitoramento das atividades cerebrais, diversas classes de ondas foram auferidas, de acordo com a frequência estabelecida no eletroencefalograma, relevando-se o estado de vigília apresentado pelo indivíduo examinado, conforme figura 4. (OLIVEIRA, 2002)

## EEG e Estados de Vigilância

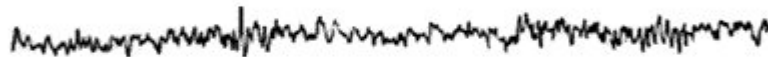
Estado de alerta: ondas beta



Relaxamento: ondas alfa



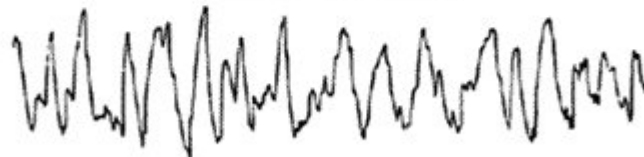
Adormecimento: ondas teta



Sono Leve



Sono Profundo



Sono Paradoxal (REM): Sonhos

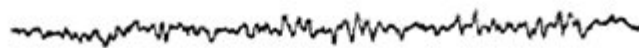


Figura 4 – Representação de ondas cerebrais.

Fonte: [www.cerebromente.org.br](http://www.cerebromente.org.br), 2008.

Através deste monitoramento, importantes descobertas vieram a tona, principalmente no que diz respeito ao estudo do sono e suas implicações. Como exemplo, podemos citar o conceito de REM, do inglês “Rapid Eyes Movement”, - movimentos rápidos dos olhos- onde foi viável estabelecer relevantes conceitos no que diz respeito ao sono e implicações físicas que o sonho imputa ao corpo humano. (OLIVEIRA, 2002; NEUROBIT, 2008)

O conceito propriamente dito do neurofeedback apresentou seus primeiros alicerces com Joe Kamiya em 1958, onde através de um estudo das atividades cerebrais com a ajuda do eletroencefalograma, conseguiu diagnosticar a capacidade do próprio indivíduo em distinguir os estados gerados pelo cérebro. Através desta

descoberta, Joe Kamiya partiu para o treinamento do indivíduo em buscar um autocontrole das suas atividades cerebrais. O norte desta experiência era demonstrar que o indivíduo poderia atingir um estado pleno de consciência e conseqüentemente, melhorar a qualidade de funcionamento da mente. (NEUROBIT, 2008)

O uso do Neurofeedback para fins terapêuticos foi iniciado em 1971 por Barry Sterman, com o intuito de controlar e reduzir a incidência de ataques epiléticos em seres humanos. (NEUROBIT, 2008)

Com a consolidação dos estudos sobre o funcionamento do cérebro e suas implicações para o corpo humano, principalmente no que tange à patologias de cunho psicológico e emocional, o uso terapêutico do Neurofeedback consolidou-se no final dos anos 70 com Joel Lubar, utilizando em sua experiência crianças com diagnóstico de déficit de atenção e hiperatividade. (NEUROBIT, 2008)

Os resultados atingidos por este estudo resultaram na quebra de paradigmas no que diz respeito aos tratamentos clássicos amplamente utilizados na época.

Patologias como ansiedade, vícios, depressão, síndrome de estresse pós-traumático e alcoolismo estão utilizando os estímulos do Neurofeedback como base em seus tratamentos. (OLIVEIRA, 2002; NEUROBIT, 2008)

Um dos fatores que impedem a popularização da ferramenta é seu elevado custo, que gira em torno de US\$ 1.000,00 à US\$ 5.000,00, dificultando e segregando o acesso aos equipamentos necessários para sua utilização. (OLIVEIRA, 2002; NEUROBIT, 2008)

Outro ponto desfavorável que impele a sua popularização é a discrepância de entendimentos entre a comunidade científica. Principalmente no que tange a quebra de conceitos clássicos já estruturados pela classe. (OLIVEIRA, 2002)

Gradualmente estas barreiras estão sendo quebradas com importantes estudos publicados nos Estados Unidos e na Europa, importantes pólos da comunidade

científica. Outro fator importante se deu com adesão de Cia. de seguros Norte Americanas que começam a cobrir os custos de tratamentos de perturbações relacionadas a atenção com a técnica do Neurofeedback. (NEUROBIT, 2008)

Os últimos estudos relacionados ao Neurofeedback estão direcionados ao treinamento cerebral de alta performance através do desenvolvimento de equipamentos específicos bem como técnicas de indução, com vistas a criar intuitivamente no indivíduo a “imunidade ao estresse”, trazendo diversas discussões sobre esse tema, devido a complexidade de uma afirmação desse tipo. (OLIVEIRA, 2002; NEUROBIT, 2008)

#### 4.3.2. Benefícios

Conforme os fatos testilhados, fica claro que o estudo e a aplicação do Neurofeedback nos tratamentos de patologias ligadas ao cérebro trouxeram inúmeros benefícios aos seus pacientes, quebrando paradigmas e cristalizando novas implicações para a comunidade científica. Os estudos do cérebro e de suas atividades através do eletroencefalograma e do Neurofeedback mudaram a forma com que a ciência entendia o cérebro e conseqüentemente o corpo humano, contribuindo significativamente para os progressos científicos e medicinais. (OLIVEIRA, 2002; NEUROBIT, 2008)

#### 4.4. SINTETIZADORES DE ONDAS CEREBRAIS

Em meados dos anos 30, com o progresso dos estudos relacionados ao eletroencefalograma, constatou-se uma tendência das ondas cerebrais entrarem em sintonia com os ritmos de luzes piscantes. Tal fato ficou conhecido como "condicionamento cerebral". (OLIVEIRA, 2002)

No final dos anos 40, Willian Gray Walter, cientista americano, iniciou experiências com o estroboscópio juntamente com o eletroencefalograma, com o intuito de auferir os efeitos que as luzes piscantes poderiam incutir ao cérebro humano e suas

implicações para o resto do corpo. Tal experiência ficou conhecida como "fenômeno de tremulação". Nesta experiência pode ser constatado que o cérebro alterava suas atividades conforme a velocidade das luzes piscantes, produzindo efeitos de relaxamento ou hiperatividade, conforme a velocidade estipulada para as luzes. Outro fator importante foi que as atividades cerebrais eram alteradas como um todo e não somente nas correlacionadas à visão. (OLIVEIRA, 2002)

Referido estudo, resultou em uma técnica amplamente aplicada em clínicas especializadas com o escopo de detectar e/ou estimular crises de epilepsia através de eletroencefalografia. Algumas crises são estimuladas por luzes piscantes desde que apresentem uma frequência de 8 a 10HZ, causadas por luzes estroboscópicas presentes principalmente em discotecas, desenhos animados e videogames. (OLIVEIRA, 2002)

Com base no conhecimento adquirido através dos estudos cerebrais, começou o desenvolvimento de equipamentos para induzir e provocar atividades no cérebro, através de estímulos luminosos e sonoros, buscando níveis de vigília, consciência, relaxamento entre outros. Com o uso desses equipamentos, a atividade elétrica cerebral entra em consonância com os ritmos luminosos e sonoros emitidos. (OLIVEIRA, 2002; NEUROBIT, 2008)

Existem diversos modelos de equipamentos com o intuito de estimular as atividades cerebrais. Tais modelos, em sua grande maioria, são compostos de uma central micro computadorizada, controladas por um programa elaborado especificamente para esse fim. Existem equipamentos que podem gerar até 50 tipos de programas. Desta forma, através de fones de ouvidos e leds instalados internamente nas lentes dos óculos, os estímulos chegam ao cérebro, causando o efeito desejado. (OLIVEIRA, 2002; NEUROBIT, 2008)

As utilizações destes equipamentos não possuem nenhum tipo de monitoramento de eletroencefalograma, sendo aplicados os conceitos do biofeedback, fato este que o diferencia do neurofeedback, que apresenta monitoramento. Fato

importante é o ônus do controle da seção fica sob responsabilidade do usuário. (OLIVEIRA, 2002; NEUROBIT, 2008)

Na figura 5 é mostrado um modelo de equipamento para síntese de ondas cerebrais.



Figura 5 – Aparelho de síntese de ondas cerebrais.

Fonte: [www.cerebromente.org.br](http://www.cerebromente.org.br), 2008.

O risco da utilização destes equipamentos vem de frente com a suscetibilidade de algumas pessoas à crises convulsivas iniciados por atividades anormais do cérebro, sem prévio sintomas. Tais crises são iniciados devido a exposição às luzes estroboscópicas, luzes tremulantes ou efeitos pisca-pisca que interagem com os olhos, neurônios e sistema nervoso central. Atualmente, efeitos estroboscópicos são regulados por lei específica nos EUA, impondo restrições quanto às frequências que trazem potencial risco de iniciar crises em pessoas suscetíveis a tanto. (OLIVEIRA, 2002).

A saída apresentada para tais riscos foi a criação de uma anamnese, consistindo em um questionário clínico de exclusão, que funcionará como um alerta para o usuário,

esclarecendo os riscos que ele estará correndo caso o resultado seja positivo para as perguntas elaboradas.

#### 4.5. EVIDÊNCIA CIENTÍFICA

Como evidência científica, podemos analisar as figuras abaixo, na qual apresentam variações conforme a utilização de estímulos cerebrais.

Na figura 6, nas duas fileiras de fotos, verificamos a clara influência dos estímulos através das variações de cores (cor azul temos as intensidades baixas, em vermelho as de alta intensidade e o verde e amarelo as de média intensidade) que correspondem as respostas das atividades cerebrais aos estímulos propostos. (OLIVEIRA, 2002)

Neste caso foram utilizadas seções de 12 minutos.

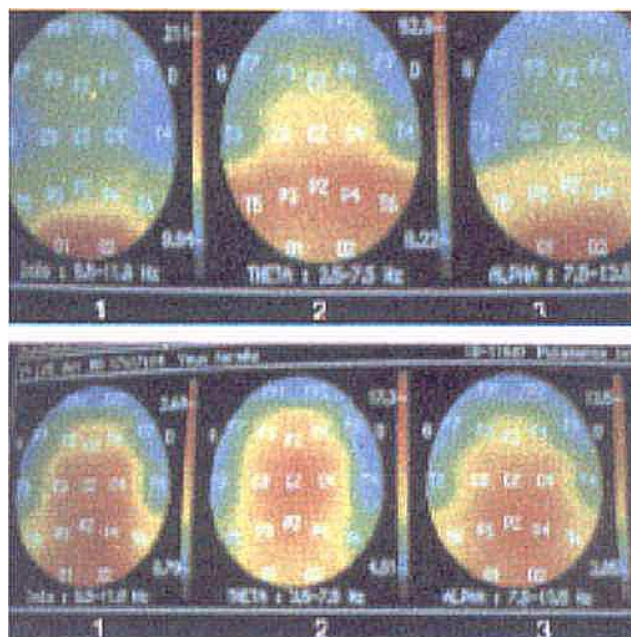


Figura 6 – Mapa de atividades cerebrais.

Fonte: [www.cerebromente.org.br](http://www.cerebromente.org.br), 2008.

Na figura 7 o usuário está com os olhos vendados, demonstrando nas indicações 1e 3 atividades de ondas alfa(8 a 12Hz), principalmente na parte occipital do cérebro (parte posterior do cérebro, onde fica localizado o córtex visual). Na indicação 2 temos

as freqüências de onda teta (4 a 7Hz), localizada predominantemente no terço traseiro do cérebro. (OLIVEIRA, 2002)



Figura 7 – Mapa de atividades cerebrais (em repouso).

Fonte: [www.cerebromente.org.br](http://www.cerebromente.org.br), 2008.

Na figura 8, temos a demonstração do estado cerebral do usuário após estímulos de 12 minutos. Nas indicações de 1 a 3 mostram as atividades de onda alfa (8 a 12Hz) com predominância em quase toda a área cerebral, enquanto as atividades de ondas teta (4 a 7Hz) aumentaram significativamente na área mais central do cérebro. (OLIVEIRA, 2002)

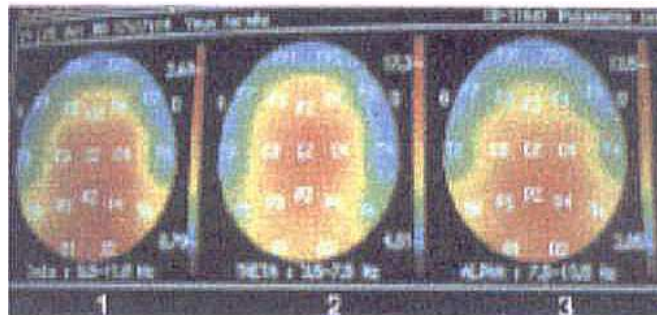


Figura 8 – Mapa de atividades cerebrais (após estímulo).

Fonte: [www.cerebromente.org.br](http://www.cerebromente.org.br), 2008.

#### 4.6. Exemplo de Caso Clínico

O caso clínico abaixo é relatado pelo psicólogo clínico Mário Celestino de Oliveira em seu artigo “Estimulação Cerebral Externa – Seu uso no tratamento de doenças

nervosas e mentais”, publicado em artigo no site [www.cerebromente.org.br](http://www.cerebromente.org.br) (<http://www.cerebromente.org.br/n15/tecnologia/sonoterapia.html>, acesso em 28/10/2008).

“Paciente do sexo feminino, diagnosticada esquizofrênica, começou a apresentar comportamentos estranhos, segundo seus pais.

Com o decorrer dos dias, começou a apresentar alucinações auditivas, medo, e aversão a ruídos. Posteriormente passou a apresentar muita sonolência diurna, não conversava, começou a ganhar peso e tornou-se agressiva. Sem falar com ninguém, começou a dormir pouco e durante o dia apresentava-se deprimida, chorava facilmente, e apresentava comportamento de raiva e teimosia. Com o agravamento da doença, passou a sair de casa a noite e perambular pelas ruas, extravasando sua agressividade danificando os carros que estavam estacionados. Foi internada em maio de 99, submetendo-se a sessões de eletroconvulsoterapia.

Depois da alta, começou a freqüentar o PROESQ, entidade ligada a UNIFESP e em setembro de /99 começou o tratamento com a técnica de relaxamento e controle de aferventação. Logo na primeira sessão já se obteve uma significativa melhora em seus comportamentos. Hoje, ela só faz manutenção de 15 em 15 dias, completou o segundo grau e tem uma vida praticamente normal.”

## **5. PROJETO SYLAR**

O termo “Sylar” usado no projeto é uma referência a um personagem da série de ficção da televisão americana “Heroes”, onde Gabriel Gray, um relojoeiro que adota o nome de seu relógio, da marca “Sylar”, e passa a fazer vítimas com o intuito de estudar seus cérebros e adquirir super poderes.

O projeto Sylar consiste no desenvolvimento de dois softwares, o desenvolvimento de um dispositivo de indução visual adaptado a um óculos de sol e a utilização de um fone de ouvido tipo concha, a figura 9 demonstra o escopo do projeto.

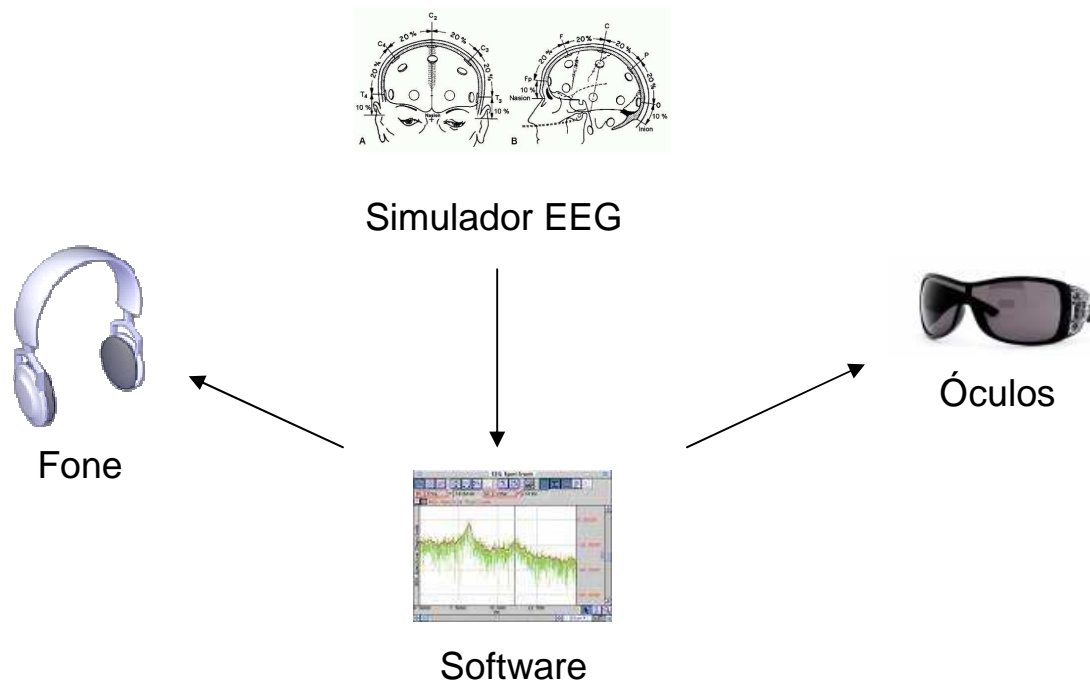


Figura 9: Diagrama de integração dos componentes do projeto

## 5.1. Softwares

### 5.1.1. Simulador EEG

O software aqui denominado Simulador EEG consiste em um programa de microcomputador desenvolvido para simular o funcionamento de um EEG, emulando a captura de ondas cerebrais e enviando ao programa de controle (Icelus).

Esse projeto trata em item específico todas as informações técnicas relativas ao desenvolvimento do Simulador EEG.

### 5.1.2. Icelus

O software denominado Icelus tem o objetivo de controlar sessões de relaxamento integrando o Simulador EEG, controlando a indução dos óculos e do fone de ouvidos e demonstrar graficamente os sinais capturados pelo EEG.

Esse projeto trata em item específico todas as informações técnicas relativas ao desenvolvimento do Software Icelus.

## 5.2. Óculos Indutor

O óculos indutor é o principal dispositivo utilizado para sincronizar a frequência cerebral, nesse projeto, o protótipo foi concebido utilizando um simples óculos de sol onde foram adicionados leds em seu aro, e a fiação necessária para ligá-los.

Os leds são controlados pelo software Icelus e piscam em uma frequência determinada.

Na figura 10 é demonstrado o primeiro protótipo:

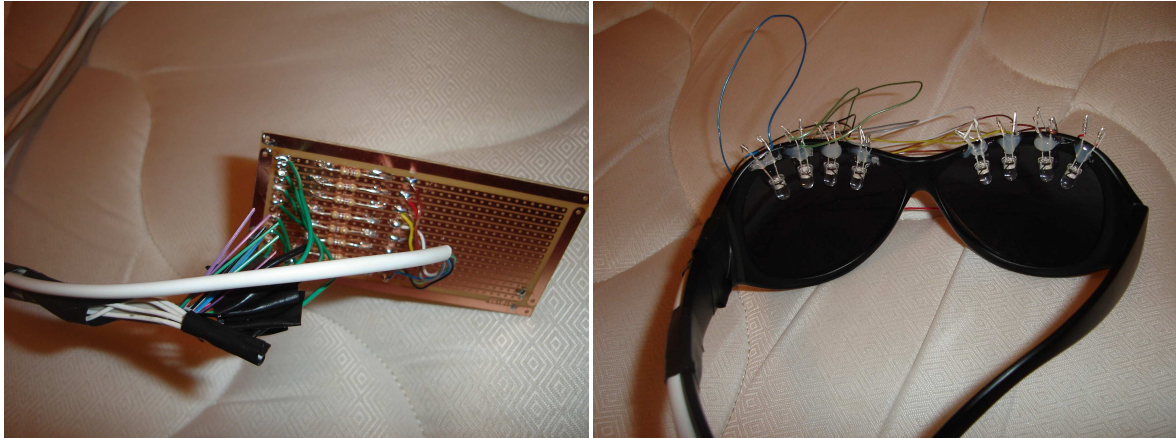


Figura 10 - Protótipo Óculos Indutor

## 5.3. O fone de Ouvido

Como protótipo, é utilizado um fone de ouvido do tipo concha, emitindo sons apropriados com a função precípua de induzir sonoramente as ondas cerebrais auxiliando também na redução da percepção de ruídos externos durante a sessão de relaxamento.

## 5.4. COMPARATIVO COM SOLUÇÕES COMERCIAIS

Para avaliar a aceitação do produto perante a sociedade, elaborou-se um estudo de mercado onde se comparou a solução proposta contra concorrentes que apresentassem produtos semelhantes direcionados ao mesmo tipo de consumidor.

### 5.4.1. Cefalus

A empresa CEFALUS do Brasil comercializa o CEFALUS. O CEFALUS é um equipamento composto por um software e hardware que utiliza o pulso de luzes e sons em frequências específicas para alterar as ondas cerebrais, fazendo com que alguns estados de consciência possam ser alcançados. O produto contém um óculos equipado com luzes vermelhas no qual é ligado à um microcomputador por meio de comunicação serial, conforme esquema da figura 11.

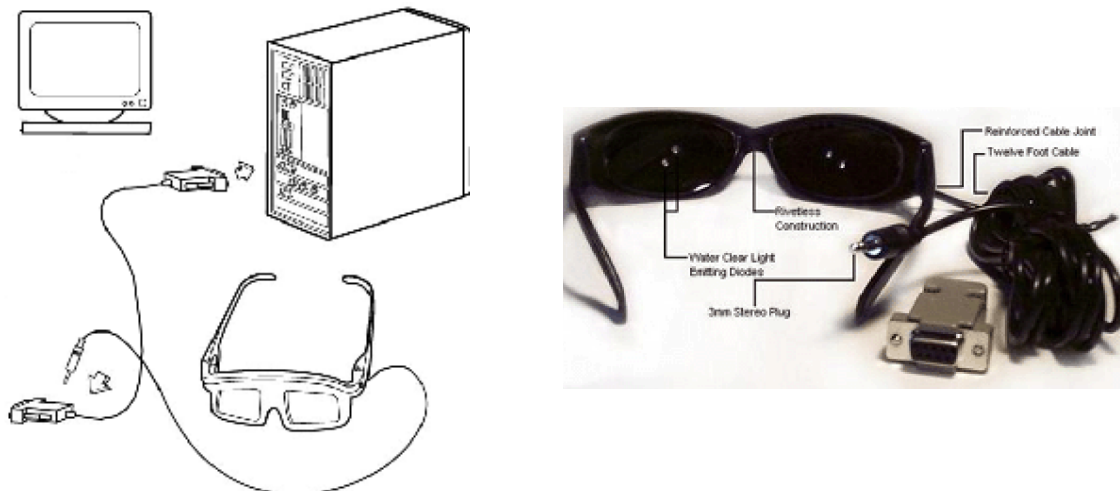


Figura 11 – Esquema e Conteúdo do kit CEFALUS

Fonte: <http://www.relaxamento.trix.net>, 2008.

### 5.4.2. BrainMachine

A empresa Nova Ciência comercializa o BrainMachine. O sistema utilizado neste produto é o AVS (Estimulação áudio visual). Referido equipamento é composto por um

decodificador de sinais, um óculos especial, um fone de ouvido, um cd player e CDs de sessões gravados com padrão AudioStrobe, conforme demonstrado na figura 12.



Figura 12 - Kit BrainMachine

Fonte: <http://www.novacienciaglobal.com/br-pt/brainmachine.html>, 2008.

#### 5.4.3. Sylar

A solução Sylar trata-se do produto descrito nesse documento.

O conjunto é composto por um software de gerenciamento, um fone de ouvido, um óculos contendo luzes e um dispositivo de monitoração EEG.

Como diferencial aos demais produtos citados, podemos apresentar os seguintes itens:

- A fusão dos três periféricos (Fone, óculos, EEG) em um dispositivo único.
- Projeto final com suporte à conexões sem fio.
- Monitoração EEG que irá contribuir para o melhor desempenho das sessões e a geração de relatórios e estatísticas de funcionamento.

## 6. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

A elaboração da documentação técnica deste TCC contemplou três análises:

- de Requisitos;
- de Aparência e comportamento;
- de Descrição funcional de relatórios.

### 6.1. Análise de requisitos

A metodologia aplicada neste trabalho utiliza o modelo de levantamento e análise de requisitos propostos pela Atlantic Systems Guild, chamado VOLERE. O modelo Volere proporciona uma visão concreta e abrangente da solução, induz a uma organização digna de excelência e a um documento de entendimento global, com requisitos completos, rastreáveis, consistentes, viáveis e desprovidos de irrelevância e/ou ambigüidade.

O modelo de requisitos Volere pode ser basicamente dividido em:

- a) Diretivas do projeto: Nos capítulos sob esta seção, dá-se uma visão geral do projeto;
- b) Limitações do projeto: Aqui, os capítulos trazem as restrições, fatos e premissas do projeto. Aqui se aproveita para construir um glossário para consulta de termos que possam causar dúvidas;
- c) Requisitos funcionais: Aqui, os capítulos descrevem as atividades de competência do sistema, onde se relatam características como descrição, justificativa, dependências, conflitos entre outros itens que venham a ser pertinentes;
- d) Requisitos não funcionais: os capítulos aqui relatam as qualidades que destacam a solução, porém não reflete em mudanças ou definições de funcionalidades do produto, mas exaltam sua usabilidade perante o usuário;

- e) Problemas do projeto: Os capítulos sob esta seção relatam itens referentes ao planejamento e execução do projeto.

Os capítulos do modelo Volere utilizados na documentação do projeto software Icelus foram:

- a) Diretivas do projeto: capítulos 01, 02, 03.
- b) Limitações do projeto: capítulos 04, 06.
- c) Requisitos funcionais: capítulos 07, 08, 09.
- d) Requisitos não funcionais: capítulos 11, 12, 13.
- e) Problemas do projeto: capítulos 21, 24, 25,26.

Os capítulos do modelo Volere utilizados na documentação do projeto do Simulador foram:

- a) Diretivas do projeto: capítulos 01, 02, 03.
- b) Limitações do projeto: capítulos 01, 02, 03.
- c) Requisitos funcionais: capítulos 01, 02, 03.
- d) Requisitos não funcionais: capítulos 01, 02, 03.
- e) Problemas do projeto: capítulos 01, 02, 03.

## 6.2. Aparência e comportamento

Para o desenvolvimento do documento de aparência e comportamento, foi utilizado conhecimentos fornecidos pela disciplina de Interface Humano Computador do curso de Engenharia da Computação da Universidade Metodista de São Paulo, relatando-se sua aparência e comportamento. A aparência descreve as propriedades que compõe um elemento gráfico. O comportamento define a forma a qual o elemento gráfico interage com o usuário.

## 6.3. Descrição funcional de relatórios

Como base para o desenvolvimento de análise e descrição funcional dos relatórios, adotou-se os conhecimentos obtidos na disciplina de Tópicos Especiais do curso de Engenharia da Computação da Universidade Metodista de São Paulo, bem como nas soluções apresentadas em trabalhos de terceiros. Sua estrutura se baseia em descrever os aspectos gerais que compõe os relatórios e relatar detalhadamente sua finalidade, filtros e conteúdo.

# 7. VOLERE - SOFTWARE ICELUS

## 7.1. PROPÓSITO DO PROJETO

Desenvolver aplicação em software que integre a solução Sylar, e atue no apoio ao relaxamento do indivíduo, através da estimulação áudio visual com objetivo de induzir a diminuição das freqüências cerebrais.

A indução se dará de duas formas, a primeira através de um óculos com leds integrados em seu aro que emitiram luzes em uma determinada freqüência.

A segunda através de um fone de ouvidos que emitira sons específicos que também induzam ao relaxamento.

Ambos os periféricos serão conectados ao um microcomputador ou dispositivo móvel compatível e controlados pelo software aqui especificado.

Um equipamento de EEG (EletroEncefalograma) tradicional ou portátil, também será conectado ao microcomputador ou a um dispositivo móvel compatível, seus eletrodos serão posicionados em áreas específicas da caixa craniana, o software (Icelus) fará o monitoramento das ondas captadas por esse dispositivo.

A solução como um todo tem o objetivo de criar pequenas sessões terapêuticas com o intuito de diminuir a frequência das ondas cerebrais de forma monitorada, conduzindo de forma rápida o indivíduo ao relaxamento, sendo que os testes não foram realizados devido a falta de acompanhamento médico especializado, ficando para implementações futuras.

## 7.2. CLIENTES, CONSUMIDORES E ENVOLVIDOS

### 7.2.1. O Cliente

#### 7.2.1.1. Origem

O Projeto teve início no ano de 2006, motivados pela necessidade de executar as atividades propostas pelas matérias cursadas, relacionamento diário, conciliação de princípios e idéias dentre outros fatores positivos.

#### 7.2.1.2. Propósito

Desenvolver o projeto Sylar como proposta para de Trabalho de conclusão de curso.

#### 7.2.1.3. Formação

O projeto Sylar é constituído por quatro alunos da Universidade metodista de São Paulo, Adriano José da Silva, Alexandro Angelo Romeira, Julio Cezar Gimenez Dias e Thiago de Santana Nicolussi, cursante do ultimo semestre do curso de Engenharia da Computação - Ênfase em Engenharia de Software.

#### 7.2.2. O Consumidor

Os consumidores do produto serão aquelas pessoas que procuram a diminuição do estresse através dos benefícios do relaxamento indutivo.

#### 7.2.3. OUTROS ENVOLVIDOS

<b>Nome</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Thiago de Santana Nicolussi	Pesquisador e desenvolvedor do produto
Adriano José da Silva	Pesquisador e desenvolvedor do produto
Profº Drº Mario Francisco Guerra Boaratti	Instrução conceitual e experimental; Avaliação de viabilidade da solução proposta.

#### 7.3. OS USUÁRIOS DO PRODUTO

<b>NOME</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Adriano José da Silva	Voluntário a teste.
Alexandro Ângelo Romeira	Voluntário a teste.
Julio Gimenez	Voluntário a teste.
Thiago de Santana Nicolussi	Voluntário a teste.

#### 7.4. LIMITAÇÕES MANDATÁRIAS

##### 7.4.1. Da Solução

A solução se restringe a gerar sessões com tempo máximo pré-definido pelo usuário.

A solução deverá obrigar ao usuário responder um questionário de anamnese de forma obrigatória.

A solução não é indicada para crianças menores de sete anos, sendo essa idade um marco limitador da primeira fase de vida, em que a criança desenvolve os sentidos de tato, coordenação motora equilíbrio psicológico (ORESTI, 2008). Por esses motivos as induções não são recomendadas.

#### 7.4.2. DO AMBIENTE DE IMPLEMENTAÇÃO

O indutor visual será desenvolvido como protótipo em um óculos de sol com leds incorporados ao seu arco superior, esses leds serão acionados através de uma conexão USB emulando uma porta COM.

O indutor sonoro será desenvolvido em um fone de ouvido do tipo concha conectado no computador que fará o controle via “plug” de áudio tipo PS2.

O monitoramento de EEG utilizará um software simulador que se conectará via componente socket ao software Icelus responsável pelo monitoramento.

### 7.5. APLICAÇÕES PARCEIRAS

#### 7.5.1. Indutor Visual

Óculos responsáveis pela indução de estímulos visuais. (Descrito no item 25)

#### 7.5.2. Indutor Sonoro

Fone de ouvido responsável pela indução sonora. (Descrito no item 25).

## 7.6. Monitoramento EEG

Software de simulação EEG responsável por emular uma sessão de um aparelho de EEG, a conexão entre as duas aplicações se dará através de socket.

## 7.7. SOFTWARES “DE PRATELEIRA”

A lista abaixo é uma sugestão de uso para desenvolvimento total da solução. A coluna “Tipo” indica a utilização da ferramenta dada por: (U)so, (D)esenvolvimento, (O)peração ou (T)este da solução

TIPO	NOME	REFERÊNCIA
D	Microsoft Visual Studio 2005	<a href="http://msdn.microsoft.com/en-us/vstudio/default.aspx">http://msdn.microsoft.com/en-us/vstudio/default.aspx</a>
D	Microsoft Word	<a href="http://www.microsoft.com/office/">http://www.microsoft.com/office/</a>
D	StarUML	<a href="http://www.staruml.com/">http://www.staruml.com/</a>
D	ComponentOne	<a href="http://www.componentone.com/">http://www.componentone.com/</a>
D	Microsoft Access 2007	<a href="http://office.microsoft.com/en-us/access/default.aspx">http://office.microsoft.com/en-us/access/default.aspx</a>
U/T/D	Microsoft Windows XP/Vista	<a href="http://www.microsoft.com/windows/">http://www.microsoft.com/windows/</a>

## 7.8. AMBIENTE DE UTILIZAÇÃO

É sugerida a utilização da solução em ambientes domésticos, no caso da versão para equipamento móvel também para relaxamento em viagens de ônibus, etc.

## 7.9. RESTRIÇÕES DE CALENDÁRIO

Deve obedecer aos prazos estabelecidos para a entrega da documentação técnica exigida pela banca de TCC.

Os prazos estão descritos abaixo:

<b>DATA</b>	<b>ENTREGA</b>
31/10/2008	2ª e última versão prévia do TCC.
07/11/2008	Entrega do TCC final
[17-25]/11/2008	Apresentações

## 7.10. RESTRIÇÕES DE CUSTO

O custo para pesquisa e implementação da aplicação se restringe a R\$ 2.000,00 (Dois mil reais) divididos pelos quatro integrantes do grupo.

## 7.11. PREMISSAS E OUTROS FATOS RELEVANTES

### 7.11.1. FATOS RELEVANTES

A exposição a luzes estroboscópica a indivíduos que possuam fotossensibilidade poderá levar a desconfortos ou até mesmo a início de crises convulsivas.

É recomendado que no início de uma sessão com uso do projeto Sylar, o usuário deve estar posicionado preferencialmente sentado e de forma confortável.

Não é recomendado o uso dessa Solução como substituição a terapias.

É recomendado que se procure iniciar uma sessão apenas em momentos em que se possa fazê-la por completa.

Não é recomendado o uso da solução por pessoas portadoras de epilepsia fotossensível, indivíduos que estejam sob forte influência de álcool ou drogas de psicoativas e tranqüilizantes.

Os olhos deverão permanecer fechados durante toda a sessão, para que se possam obter os efeitos desejados e para não comprometer a visão a exposição direta a luz dos leds.

### 7.11.2. PREMISSAS

A solução somente permitirá a utilização de usuários pré-cadastrados.

Os usuários serão obrigados a responder um questionário de anamnese, que indique a probabilidade estatística de existir problemas ao utilizar a solução.

## 7.12. O ESCOPO DO TRABALHO

### 7.12.1. CENÁRIO ATUAL

Ondas cerebrais são formas de ondas eletromagnéticas produzidas pela atividade elétrica das células cerebrais. Elas podem ser medidas com aparelhos eletrônicos como o Eletroencefalograma ou EEG. As frequências dessas ondas elétricas são medidas em ciclos por segundo ou HZ(Hertz).

As ondas cerebrais mudam de frequência com base na atividade elétrica dos neurônios e estão relacionadas com mudanças de estados de consciência (concentração, relaxamento, meditação, etc.).

A solução se destina as pessoas que tenham interesse em buscar alternativas para atingir o relaxamento.

### 7.13. CENÁRIO PROPOSTO

Considerando que outros produtos existentes no mercado também se propõem a produzir o relaxamento através de indução de estímulos visuais e sonoros, a solução aqui proposta além de atender esses requisitos tem como diferencial o monitoramento das ondas cerebrais durante a sessão.

Esse monitoramento tem como objetivo principal não emitir sinais de indução acima da frequência cerebral atual.

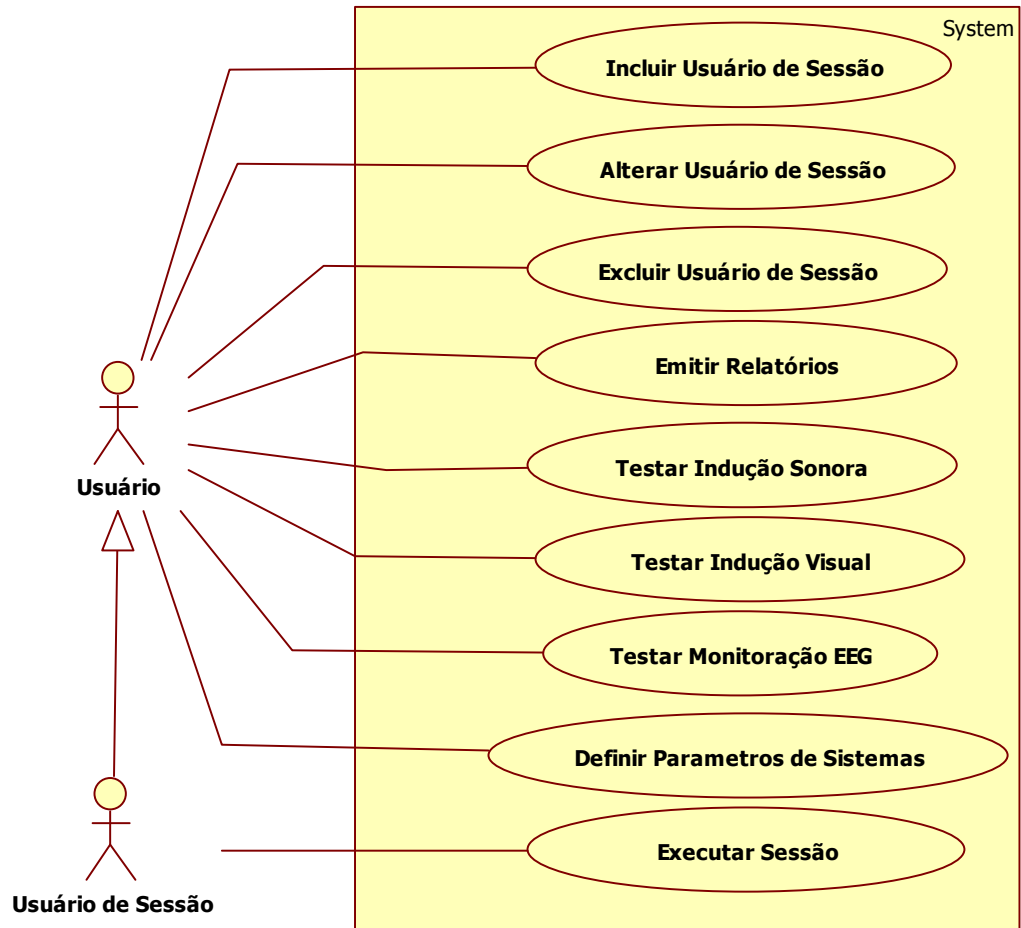
Para exemplificar, em uma hipotética sessão de relaxamento, o usuário inicia a sessão produzindo uma frequência cerebral em torno de 27 Hz (Ondas Beta), essa informação seria captada pelo EEG e enviada para o software de controle (Icelus), produzindo uma frequência de indução de 24 Hz (3 Hz menor), de modo a induzir a redução da frequência cerebral.

Em produtos que não possuem o monitoramento das ondas cerebrais, as frequências de indução baixam automaticamente, não levando em consideração a frequência atual do cérebro.

Outro fator positivo, é que se propõem armazenar as informações sobre as sessões, mantendo dados históricos, medindo assim a real eficiência em diferentes pessoas.

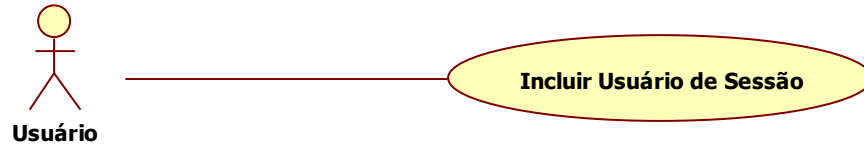
## 7.14. O ESCOPO DO PRODUTO

### 7.14.1. PERÍMETRO DO PRODUTO



## 7.15. LISTA DE CASOS DE USO

### UCI01 - INCLUIR USUÁRIO DE SESSÃO



#### **Descrição:**

Permitir ao Usuário incluir um novo Usuário de Sessão.

#### **Pré-condições:**

Toda tecnologia envolvida estará funcionando adequadamente, sejam elas: computadores utilizados, interfaces utilizadas para acesso ao Simulador.

#### **Pós-condições:**

Os dados do Usuário de sessão serão armazenado no banco de dados.

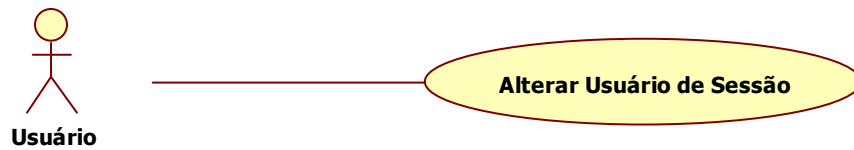
#### **Fluxo Principal:**

1. O usuário seleciona opção de cadastro de usuários.
2. O sistema exibe formulário de informações cadastrais e de anamnese;
3. O usuário informa os dados;
4. O sistema valida os dados inseridos;

#### **Fluxo Alternativo:**

- 4.1. O sistema encontra erros nos dados inseridos;
- 4.2. O sistema exibe mensagem de alerta;
- 4.3. O sistema retorna ao item 3 do fluxo principal.

## UCI02 - ALTERAR USUARIO DE SESSÃO



### **Descrição:**

Permitir ao Usuário efetuar manutenção no cadastro de Usuário de Sessão.

### **Pré-condições:**

Toda tecnologia envolvida estará funcionando adequadamente, sejam elas: computadores utilizados, interfaces utilizadas para acesso ao Simulador.

### **Pós-condições:**

As alterações dos dados do Usuário de sessão serão armazenadas no banco de dados.

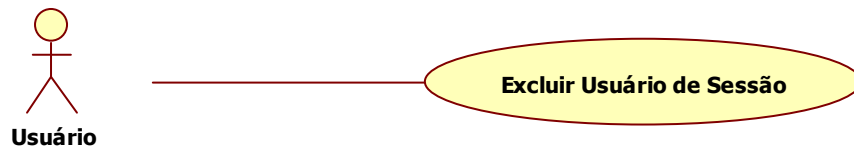
### **Fluxo Principal:**

1. O usuário seleciona opção de cadastro de usuários.
2. O sistema exibe uma lista com todos os usuários cadastrados;
3. O usuário seleciona um Usuário de Sessão;
4. O sistema exibe as informações cadastrais do Usuário de Sessão
5. O usuário altera os dados;
6. O sistema valida os dados alterados

### **Fluxo Alternativo:**

- 6.1. O sistema encontra erros nos dados alterados;
- 6.2. O sistema exibe mensagem de alerta;
- 6.3. O sistema retorna ao item 3 do fluxo principal.

## UCI03 - EXCLUIR USUÁRIO DE SESSÃO



### Descrição:

Permitir ao Usuário remover do banco de dados um Usuário de Sessão.

### Pré-condições:

Toda tecnologia envolvida estará funcionando adequadamente, sejam elas: computadores utilizados, interfaces utilizadas para acesso ao Simulador.

### Pós-condições:

O Usuário de sessão será removido do banco de dados.

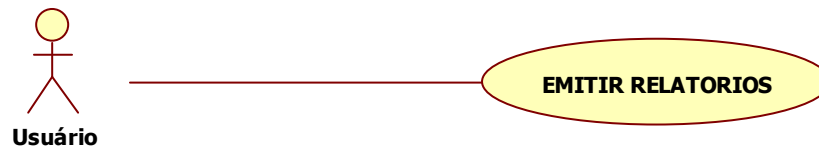
### Fluxo Principal:

1. O usuário seleciona opção de cadastro de usuários.
2. O sistema exibe uma lista com todos os usuários cadastrados;
3. O usuário seleciona um Usuário de Sessão e solicita exclusão;
4. O sistema exibe mensagem solicitando confirmação da exclusão;
5. O usuário confirma a exclusão;
6. O sistema executa a exclusão;

### Fluxo Alternativo:

- 5.1. O usuário não confirma a exclusão;
- 5.2. O sistema retorna ao item 2 do fluxo principal.

## UCI04 - EMITIR RELATORIOS

**Descrição:**

Permitir ao usuário emitir relatórios dispostos pelo Sistema.

**Pré-condições:**

Toda tecnologia envolvida estará funcionando adequadamente, sejam elas: computadores utilizados, interfaces utilizadas para acesso ao Simulador.

O usuário do qual se deseja obter informações contidas no relatório, deve estar previamente cadastrado.

**Pós-condições:**

O sistema exibe o relatório.

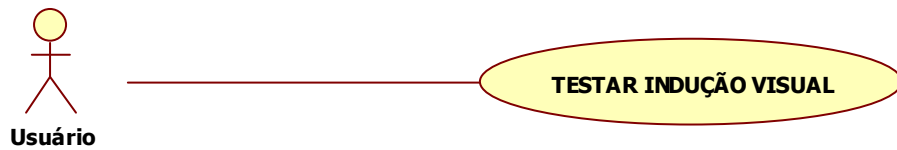
**Fluxo Principal:**

1. O usuário acessa opção de relatórios;
2. O sistema exibe lista de relatórios disponíveis;
3. O usuário opta por um relatório;
4. O sistema solicita parâmetros do relatório;
5. O usuário informa os parâmetros;
6. O sistema valida os parâmetros informados;
7. O sistema exibe o relatório.

**Fluxo Alternativo:**

- 6.1. O sistema exibe mensagem de erro de parâmetro inválido;
- 6.2. O sistema retorna ao item 4 do fluxo principal.

## UCI05 - TESTAR INDUÇÃO VISUAL



### **Descrição:**

Permitir a avaliar o funcionamento do dispositivo de indução visual.

### **Pré-condições:**

Toda tecnologia envolvida estará funcionando adequadamente, sejam elas: computadores utilizados, interfaces utilizadas para acesso ao Simulador.

O Dispositivo deve estar devidamente conectado.

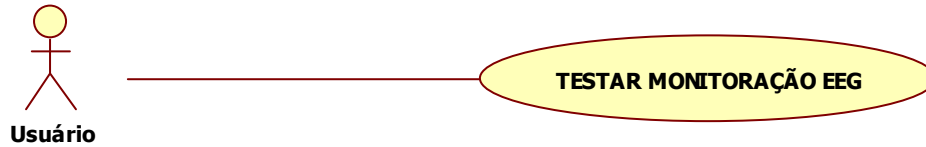
### **Pós-condições:**

O sistema executa procedimento de teste.

### **Fluxo Principal:**

1. O usuário seleciona opção de testar indução visual;
2. O sistema disponibiliza área de teste;
3. O usuário inicia o teste;
4. O sistema executa procedimento de teste.

## UCI06 - TESTAR MONITORAÇÃO EEG



### Descrição:

Permitir a avaliar o funcionamento do dispositivo de monitoração EEG.

### Pré-condições:

Toda tecnologia envolvida estará funcionando adequadamente, sejam elas: computadores utilizados, interfaces utilizadas para acesso ao Simulador.

O Dispositivo deve estar devidamente conectado.

### Pós-condições:

O sistema exibe dados coletados.

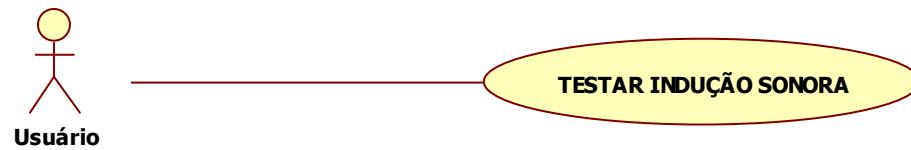
### Fluxo Principal:

1. O usuário seleciona opção de testar monitoração EEG;
2. O sistema disponibiliza área de teste;
3. O usuário solicita conexão com interface de comunicação;
4. O sistema valida a conexão.
5. O usuário inicia os testes.
6. O sistema executa procedimento de teste.

### Fluxo Alternativo:

- 4.1 O sistema alerta erro de conexão;
- 4.2 O sistema retorna ao item 2 do fluxo principal.

## UCI07 - TESTAR INDUÇÃO SONORA



### **Descrição:**

Permitir a avaliar o funcionamento do dispositivo de indução sonora.

### **Pré-condições:**

Toda tecnologia envolvida estará funcionando adequadamente, sejam elas: computadores utilizados, interfaces utilizadas para acesso ao Simulador.

O Dispositivo deve estar devidamente conectado.

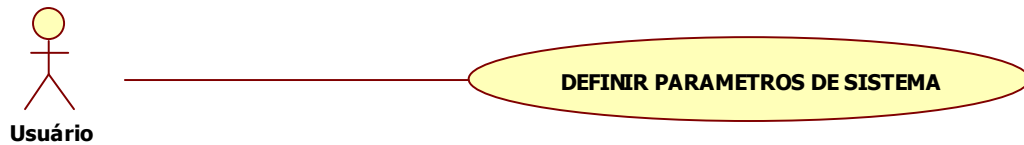
### **Pós-condições:**

O sistema executa procedimento de teste.

### **Fluxo Principal:**

1. O usuário seleciona opção de testar indução visual;
2. O sistema disponibiliza área de teste;
3. O usuário inicia o teste;
4. O sistema executa procedimento de teste.

UCI08 -Definir parâmetros do sistema;



**Descrição:**

Permitir ao usuário definir parâmetros de sistema.

**Pré-condições:**

Toda tecnologia envolvida estará funcionando adequadamente, sejam elas: computadores utilizados, interfaces utilizadas para acesso ao Simulador.

**Pós-condições:**

O sistema armazena os dados informados.

**Fluxo Principal:**

1. O usuário seleciona opção de definir parâmetros de sistema.
2. O sistema exibe área de parametrização;
3. O usuário altera os parâmetros desejados;
4. O sistema valida alteração;

**Fluxo Alternativo:**

- 4.1 O sistema exibe alerta de erro de validação;
- 4.2 O sistema retorna ao item 2 do fluxo principal;

## UCI09 - EXECUTAR SESSÃO



### Descrição:

Permitir ao Usuário de sessão executar uma sessão de relaxamento.

### Pré-condições:

Toda tecnologia envolvida estará funcionando adequadamente, sejam elas: computadores utilizados, interfaces utilizadas para acesso ao Simulador.

### Pós-condições:

O sistema executa a sessão de relaxamento.

### Fluxo Principal:

1. O Usuário de Sessão acessa a opção de executar sessão;
2. O sistema exibe lista de usuários de sessão;
3. O usuário de sessão seleciona seu registro;
4. O sistema exibe interface de sessão;
5. O usuário inicia a sessão;
6. O sistema executa a sessão.

## 7.16. REQUISITOS FUNCIONAIS E DE DADOS

### 7.16.1. FUNCIONAIS

**Requisito: 01****Evento/Caso de Uso:** UCI01/02/03

**Descrição:** O sistema devera permitir ao usuário incluir, alterar e excluir usuários de sessão.

**Justificativa:** Permitir a manutenção no cadastro de Usuários de Sessão.

**Dependências:**

**Requisito: 02****Evento/Caso de Uso:** UCI01

**Descrição:** O sistema devera conter um questionário de anamnese obrigatório a todos os usuários.

**Justificativa:** Permitir se identificar possíveis problemas ao permitir determinado tipo de Usuário executar as sessões de relaxamento.

**Dependências:**

**Requisito: 03****Evento/Caso de Uso:** UCI07

**Descrição:** O sistema devera permitir efetuar teste no dispositivo de indução auditiva, emitindo sons relativos aos quatro estados mentais.

**Justificativa:** Permitir ao usuário avaliar o funcionamento do dispositivo de indução auditiva.

**Dependências:**

**Requisito: 04****Evento/Caso de Uso:** UCI07

**Descrição:** O sistema devera permitir o ajuste de volume do teste de indução auditiva.

**Justificativa:** Permitir ao usuário calibrar o volume do som produzido pelo dispositivo de indução auditiva.

**Requisito: 05****Evento/Caso de Uso: UCI05**

**Descrição:** O sistema devera permitir efetuar teste no dispositivo de indução visual.

**Justificativa:** Permitir ao usuário avaliar o funcionamento do dispositivo de indução visual.

**Dependências:**

**Requisito: 06****Evento/Caso de Uso: UCI07**

**Descrição:** O sistema devera permitir o controle de inicio, pausa e parada do teste de indução auditiva.

**Justificativa:** Permitir o controlar o teste

**Dependências:**

**Requisito: 07****Evento/Caso de Uso: UCI06**

**Descrição:** O sistema devera permitir o teste de captura de dados do EEG.

**Justificativa:** Permitir que o usuário possa verificar o funcionamento do EEG.

**Dependências:**

**Requisito: 08****Evento/Caso de Uso: UCI06**

**Descrição:** O sistema devera permitir o controle de inicio, pausa e parada do teste de captura de dados do EEG.

**Justificativa:** Permitir ao usuário controlar o teste de EEG.

**Dependências:** 9

**Requisito: 09****Evento/Caso de Uso:** UCI06/09

**Descrição:** O sistema devera permitir a conexão do sistema com o dispositivo EEG.

**Justificativa:** Permitir o monitoramento dos estados mentais.

**Dependências:**

**Requisito: 10****Evento/Caso de Uso:** UCI06/09

**Descrição:** O sistema devera validar a conexão do sistema com o dispositivo EEG.

**Justificativa:** Para garantir a recepção dos dados gerados pelo EEG, o sistema deve identificar possíveis problemas com a conexão com esse dispositivo.

**Dependências:** 9

**Requisito: 11****Evento/Caso de Uso:** UCI07/9

**Descrição:** O sistema devera exibir alerta caso haja erro na conexão do sistema com o dispositivo EEG (TESTE).

**Justificativa:** Permitir que o usuário identifique rapidamente falhas no EEG.

**Dependências:** 9

**Requisito: 12****Evento/Caso de Uso:** UCI06/09

**Descrição:** O sistema devera exibir alerta caso haja erro na conexão do sistema com o dispositivo EEG.(SESSÃO)

**Justificativa:** Permitir que o usuário identifique rapidamente falhas no EEG.

**Dependências:** 9

**Requisito: 13****Evento/Caso de Uso: UCI08****Descrição:** O sistema devera permitir a definição de parâmetros do sistema.**Justificativa:** Permitir que o usuário efetue configurações de acordo com suas necessidades.**Dependências: 9****Requisito: 14****Evento/Caso de Uso: UCI04****Descrição:** O sistema devera permitir imprimir relatórios que forneça dados sobre as sessões realizadas por determinado usuário.**Justificativa:** Permitir que o usuário avalie os resultados das sessões de relaxamento.**Dependências:****Requisito: 15****Evento/Caso de Uso: UCI04****Descrição:** O sistema devera permitir informar parâmetros do relatório.**Justificativa:** Permitir que o usuário possa filtrar os dados que serão exibidos no relatório.**Dependências: 21 e 22****Requisito: 16****Evento/Caso de Uso: UCI04****Descrição:** O sistema devera permitir visualizar o relatório antes de imprimir.**Justificativa:** Permitir que o usuário visualize as informações sem a necessidade de imprimir.**Dependências: 21 e 22**

**Requisito: 17****Evento/Caso de Uso: UCI09**

**Descrição:** O sistema devera obrigar a identificação do usuário antes de iniciar uma sessão de relaxamento

**Justificativa:** Permitir que se diferenciem os usuários que pratiquem a sessão e garantir que esses tenham respondido positivamente o questionário de anamnese.

**Dependências: 2**

**Requisito: 18****Evento/Caso de Uso: UCI09**

**Descrição:** O sistema devera permitir visualização de frequência cerebral durante a sessão.

**Justificativa:** Permitir que o usuário visualize a sua frequência cerebral, desde que não estiver usando o dispositivo indutor visual.

**Dependências:**

**Requisito: 19****Evento/Caso de Uso: UCI09**

**Descrição:** O sistema devera permitir o controle de volume e atividade da indução auditiva durante a sessão.

**Justificativa:** Permitir que o usuário calibre o dispositivo de acordo com sua preferência.

**Dependências:**

**Requisito: 20****Evento/Caso de Uso: UCI09**

**Descrição:** O sistema devera manter o dispositivo de indução visual com frequência de 3 a 4 Hz menor que o captado pelo dispositivo de EEG.

**Justificativa:** Induzir ao estado de relaxamento o estado mental do usuário.

**Dependências: 9**

**Requisito: 21****Evento/Caso de Uso: UCI09**

**Descrição:** O sistema devera cronometrar e exibir tempo total de duração da sessão.

**Justificativa:** Permitir que o usuário identifique o tempo decorrente da sessão e seja possível gerar relatórios.

**Dependências: 9**

**Requisito: 22****Evento/Caso de Uso: UCI09**

**Descrição:** O sistema devera cronometrar e exibir tempo de duração em que o usuário permanece em cada estado mental (Beta, Alfa, Teta e Delta.).

**Justificativa:** Permitir que o usuário identifique o tempo decorrente da sessão e seja possível gerar relatórios.

**Dependências: 9**

**Requisito: 23****Evento/Caso de Uso: UCI09**

**Descrição:** O sistema devera permitir iniciar, pausar e parar uma sessão.

**Justificativa:** Permitir ao usuário interromper a sessão

**Dependências: 9**

**Requisito: 24****Evento/Caso de Uso: UCI09**

**Descrição:** O sistema devera permitir o armazenamento dos dados das sessões.

**Justificativa:** Permitir gerar relatórios.

**Dependências: 9**

**Requisito: 25****Evento/Caso de Uso: UCI09**

**Descrição:** O sistema devera questionar ao usuário se pretende armazenar os dados da sessão.

**Justificativa:** Permitir ao usuário armazenar somente as sessões que julgar necessário.

**Dependências: 9****Requisito: 26****Evento/Caso de Uso: UCI10**

**Descrição:** O sistema devera permitir o armazenamento dos dados das sessões.

**Justificativa:** Permitir gerar relatórios.

**Dependências: 9****Requisito: 27****Evento/Caso de Uso: UCI09**

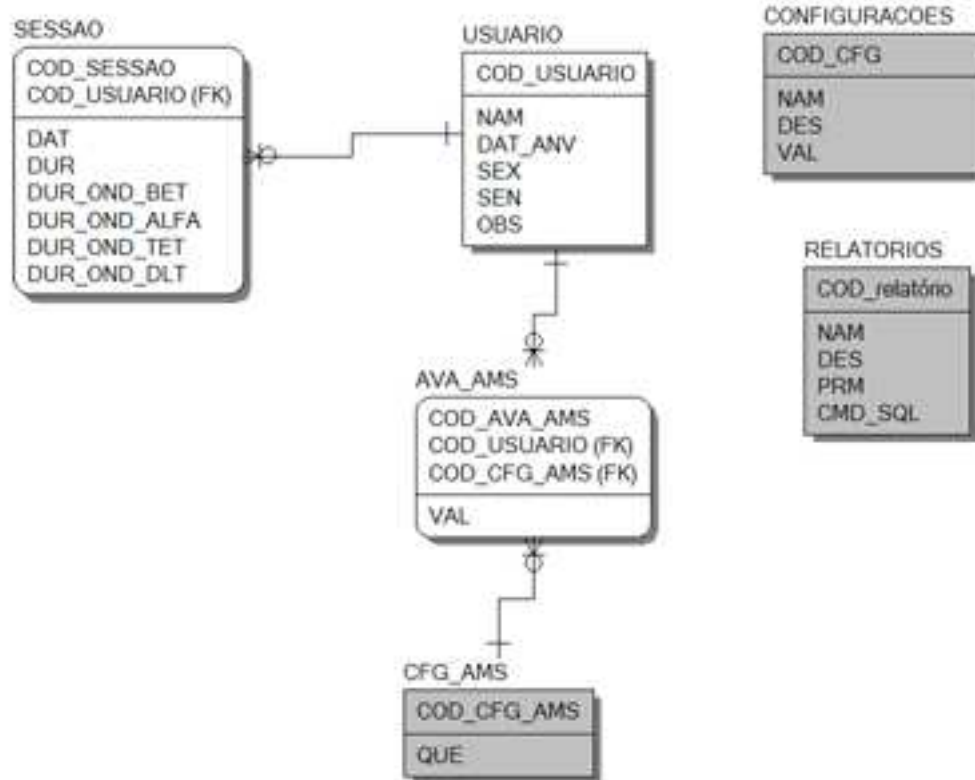
**Descrição:** O sistema não deverá permitir usuários que não tenham preenchido a avaliação de anamnese realizem as sessões.

**Justificativa:** Permitir gerar relatórios.

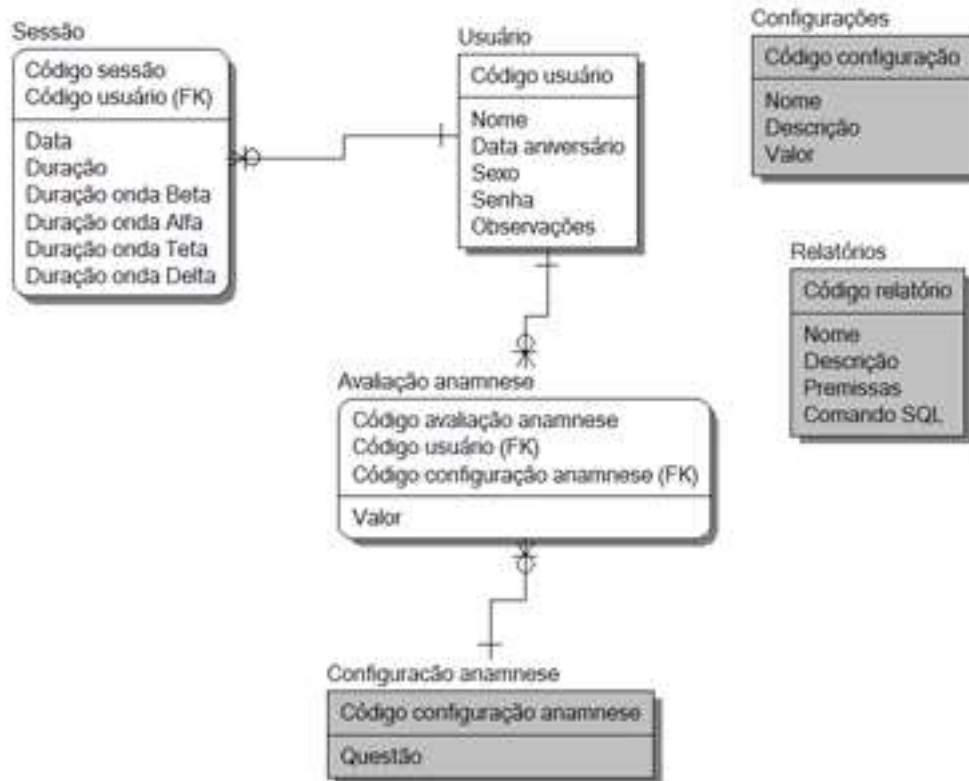
**Dependências: 9**

## 7.17. DADOS

## 7.17.1. Diagrama lógico



## 7.17.1. Diagrama Físico





## 7.19. REQUISITOS DE APARÊNCIA E COMPORTAMENTO

### 7.19.1. A Interface

A solução de interface proposta foi elaborada a fim de atender todas as necessidades expostas no documento de especificação do produto.

Avaliando os poucos itens de interação e distribuição em tela, optou-se em elaborar uma área reduzida de interação, contemplando sua necessidade de forma objetiva e funcional.

Como a ferramenta de desenvolvimento utilizada foi o Visual Studio 2005, as telas seguem aparência herdada do ambiente Windows, seguindo alguns padrões como a barra de identificação exibida ao topo das telas contendo um ícone identificador, descrição da tela, botão de minimizar, maximizar e fechar (Figura13).

Como se optou em construir telas em tamanhos customizados, a opção maximizar encontra-se desabilitada, assim garantido a permanência original do tamanho das telas e banindo preocupações como redimensionamento de componentes e resolução de tela.



Figura13 - Barra de identificação.

Fugindo do padrão onde tem-se uma tela principal com função de container onde são exibidas as demais telas em seu interior, a solução proposta apresenta um comportamento onde as telas flutuantes, exibidas na área de trabalho, onde exibem a tela a qual foi solicitada a abertura e se oculta à tela por onde se efetuou a solicitação.

A funcionalidade de fechamento das telas tem como atividade fechar a tela atualmente exibida e exibe novamente à tela anteriormente acessada, sendo exceção apenas a tela inicial, onde finaliza a aplicação por definitivo.

### 7.19.2. Aparência

Esse tópico tem como finalidade exibir as telas elaboradas, descrever sua finalidade, listar a opção oferecida pela mesma e seu respectivo caso de uso.

### 7.20. Tela de apresentação (figura 14)

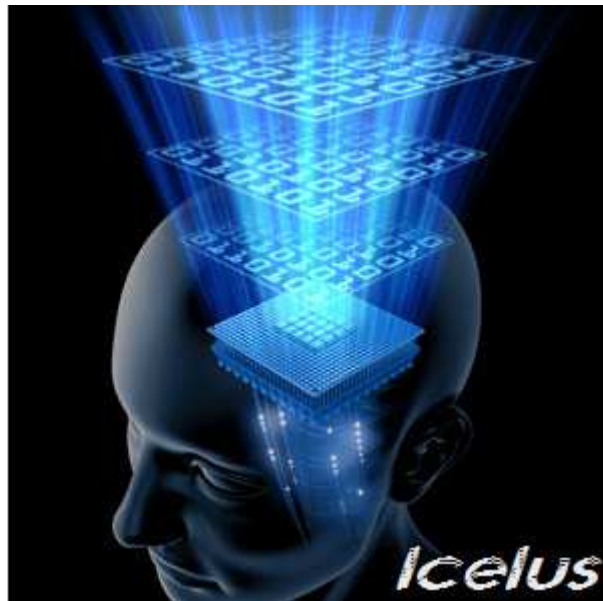


Figura 14 – Tela principal do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 01

**Descrição:** Interface de apresentação do sistema.

**Opções:**

**Caso de uso:** não se aplica

## 7.21. Menu principal (figura 15)



Figura 15 – Menu principal do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 02

**Descrição:** Permite de seleção de tópicos do sistema

**Opções:**

- Usuários: Solicita exibição da interface “Icelus 03”
- Relatórios: Solicita exibição da interface “Icelus 05”
- Periféricos: Solicita exibição da interface “Icelus 07”
- Configurações: Solicita exibição da interface “Icelus11”
- Sessão: Solicita exibição da interface “Icelus12”

**Caso de uso:** não se aplica

## 7.22. Usuários (figura 16)

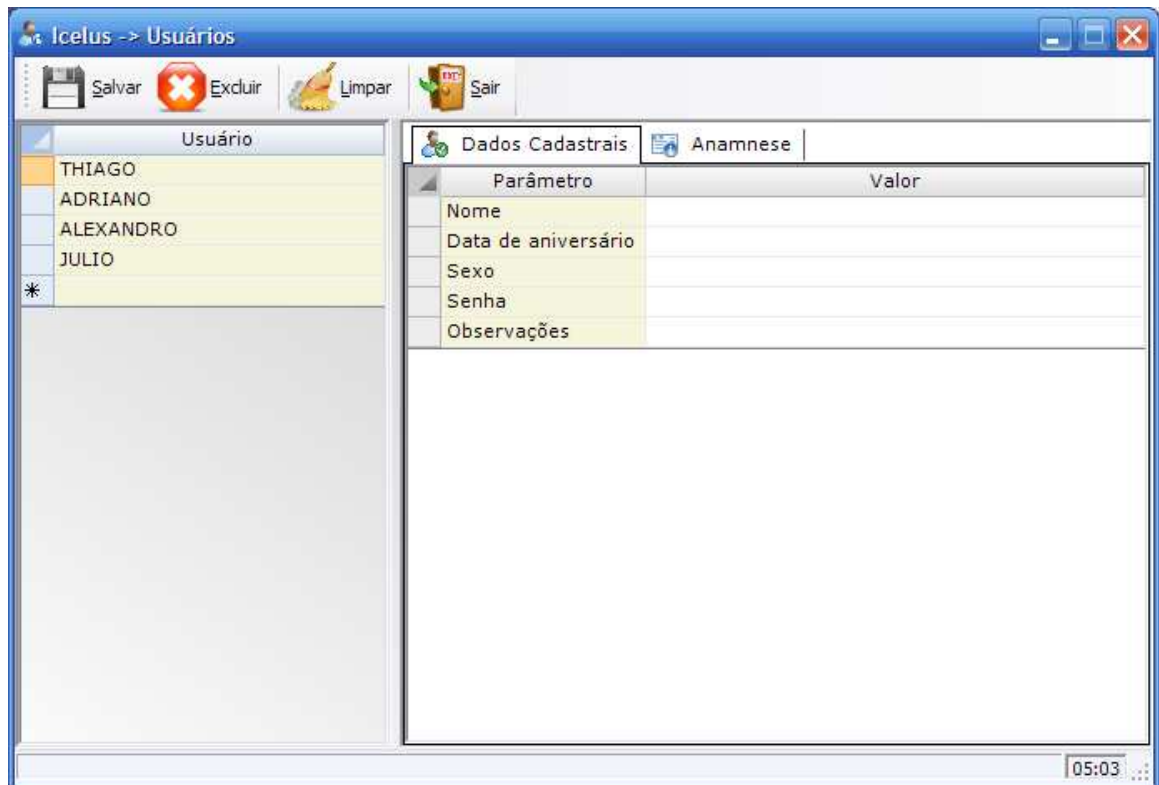


Figura 16 – Tela de cadastro de usuários do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 03

**Descrição:** Permite o cadastro do usuário, seus dados pessoais e sua respectiva avaliação de anamnese.

**Opções:**

- Salvar: Permite o armazenamento dos dados alterados na interface
- Excluir: Permite a exclusão do usuário selecionado
- Limpar: Remove os dados informados nas abas de Dados Cadastrais e Anamnese.
- Sair: Retorna para a interface “Icelus 02”
- Dados Cadastrais: Exibe lista de dados cadastrais exigidos pelo sistema
- Anamnese: Exibe lista de questionário de anamnese exigidos pelo sistema
- \*: Campo disponível para a adição de um novo usuário

**Caso de uso:** 8.2.1 / 8.2.2 / 8.2.3

## 7.23. Relatórios (figura 17)



Figura 17 – Tela de lista de relatórios do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 04

**Descrição:** Permite visualização e seleção de relatórios fornecidos pelo sistema.

**Opções:**

- Selecionar: Solicita abertura da interface “Icelus 06”.
- Sair: Retorna a Interface “Icelus 02”.

**Caso de uso:** 8.2.4

## 7.24. Parâmetros do relatório (Figura 18)



Figura 18 – Tela de definição de parâmetros dos relatórios do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 05

**Descrição:** Permite definição de parâmetros exigidos para a geração do usuário

**Opções:**

- Imprimir: Solicita geração de relatório.
- Sair: Retorna a interface "Icelus 04".

**Caso de uso:** 8.2.4

## 7.25. Periféricos (Figura 19)



Figura 19 – Tela de seleção de periféricos do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 06

**Descrição:** Permite seleção de teste de periféricos

**Opções:**

- Óculos: Solicita exibição da interface "Icelus 07"
- Fone de ouvido: Solicita exibição da interface "Icelus 08"
- EEG: Solicita exibição da interface "Icelus 09"

**Caso de uso:** Não se aplica

## 7.26. Indução visual (Figura 20)



Figura 20 – Tela de teste de indutor visual do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 07

**Descrição:** Permite teste de periférico de indução visual.

**Opções:**

- Iniciar: Inicia o teste de indução visual.
- Pausar: Pausa o teste de indução visual.
- Parar: Para o teste de indução visual.
- Sair: Retorna a interface “Icelus 06”.

**Caso de uso:** 8.2.5

## 7.27. Indução auditiva (Figura 21)



Figura 21 – Tela de teste de indutor auditivo do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 08

**Descrição:** Permite o teste do dispositivo auditivo

**Opções:**

- Iniciar teste Beta: Inicia teste auditivo em Beta.
- Parar teste Beta: Para teste auditivo em Beta.
- Pausar teste Beta: Pausa teste auditivo em Beta
- Iniciar teste Alfa: Inicia teste auditivo em Alfa.
- Parar teste Alfa: Para teste auditivo em Alfa.
- Pausar teste Alfa: Pausa teste auditivo em Alfa.
- Iniciar teste Teta: Inicia teste auditivo em Teta.
- Parar teste Teta: Para teste auditivo em Teta
- Pausar teste Teta: Pausa teste auditivo em Teta
- Iniciar teste Delta: Inicia teste auditivo em Delta.
- Parar teste Delta: Para teste auditivo em Delta
- Pausar teste Delta: Pausa teste auditivo em Delta
- Controle de volume: Permite o controle do volume do som gerado pelo teste
- Mudo: Interrompe a emissão do som.

**Caso de uso: 8.2.7**

## 7.28. Monitor EEG (Figura 22)

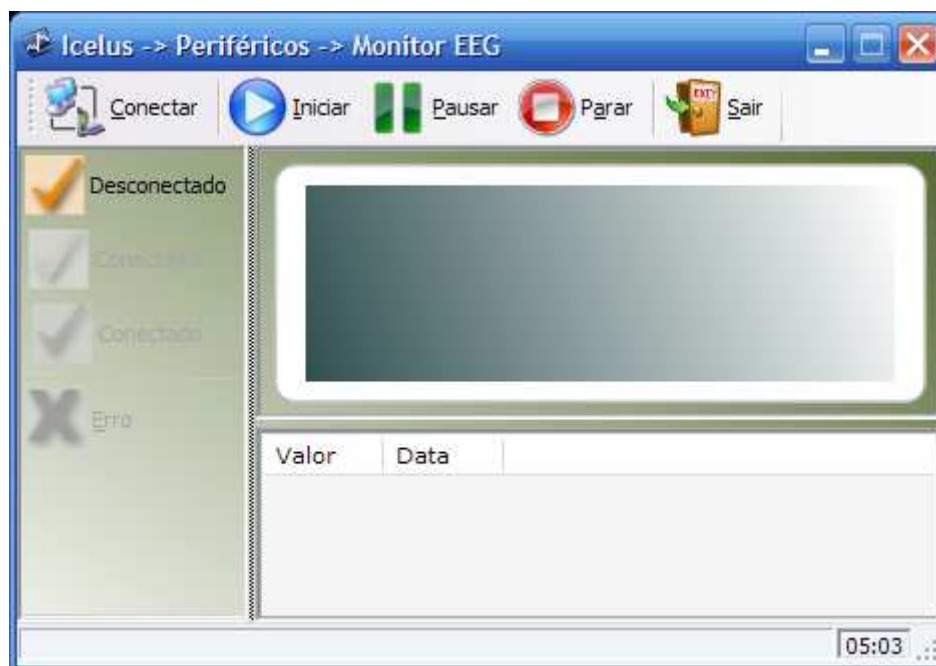


Figura 22 – Tela de teste do monitor EEG do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 09

**Descrição:** Permite teste de conexão e captura de dados fornecidos pelo dispositivo EEG.

**Opções:**

- Conectar: Conecta o sistema a interface de comunicação entre o sistema e o monitor EEG
- Iniciar: Inicia o teste de monitoração EEG
- Parar: Para o teste de monitoração EEG
- Pausar: Pausa o teste de monitoração EEG.
- Sair: retorna a interface “Icelus 06”.

**Caso de uso:** 8.2.6

7.29. Configurações (Figura 23)



Figura 23 – Tela de definição de parâmetros do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 10

**Descrição:** Permite definição de parâmetros do sistema

**Opções:**

- Salvar: Armazena os dados alterados.

- Sair: Retorna a interface “Icelus 02”.

**Caso de uso:** 8.2.8

## 7.30. Seleção de usuários (Figura 24)



Figura 24 – Tela de seleção de usuários do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 11

**Descrição:** Permite a seleção do usuário a qual será aplicada à sessão.

**Opções:**

- Seleciona: Solicita abertura da interface “Icelus 12”
- Sair: Retorna a interface “Icelus 02”

**Caso de uso:** 8.2.9

## 7.31. Sessão de relaxamento (Figura 25)



Figura 25 – Tela de execução de sessão de relaxamento do sistema Icelus.

**Interface:** Icelus 12

**Descrição:** Permite execução e monitoração da sessão de relaxamento.

**Opções:**

- Parar indução visual: Permitir interromper a indução visual.
- Reiniciar indução visual: Permitir iniciar a indução visual caso tenha sido interrompida
- Parar indução auditiva: Permitir interromper a indução auditiva
- Reiniciar indução auditiva: Permitir iniciar a indução auditiva caso tenha sido interrompida.
- Controlar volume da indução auditiva: Permitir o controle do volume da indução auditiva.
- Iniciar: Permitir o iniciar da sessão de relaxamento.
- Pausar: Permitir o pausar da sessão de relaxamento.
- Parar: Permitir o parar da sessão de relaxamento.
- 

**Caso de uso:** 8.2.9

## 7.32. Comportamento

Esse tópico tem por finalidade relatar comportamentos não óbvios apresentados na solução proposta.

### 7.32.1. Indução auditiva



Figura 26 – Tela de teste de indutor auditivo do sistema Icelus.

A Figura 26 representa a interface responsável por permitir o teste auditivo do sistema Icelus. Sua estrutura permite o teste individual de um estado mental, emitindo a sua devida onda sonora.

- Em sua abertura a interface dispõe a opção de iniciar qualquer estado mental ao qual venha desejar, exibindo todos os controles de processo no estado (item 1. da figura 26).
- Após iniciar o teste de um respectivo estado mental o sistema bloqueia a possibilidade de iniciar testes nos demais estados e altera o controle estado do iniciado, permitindo somente pausar ou parar o teste do mesmo. (Item 2. da figura 26).
- Caso o usuário opte por pausar o teste, o sistema altera seu controle permitindo iniciá-lo novamente ou pará-lo (item 3 da figura 26).

- Ao termino do teste ou mesmo caso o usuário opte por pará-lo, o sistema retornar o controle para o estado inicial (item 1. da figura 26) e habilita a possibilidade de testar qualquer estado mental que deseje.
- A qualquer momento o usuário tem a possibilidade de ajustar o volume do áudio ou mesmo desabilitá-lo (item 4 e 6 da figura 26), tendo como padrão seu estado habilitado (item 5 da figura 26).

### 7.32.2. Indução visual



Figura 27 – Tela de teste de indutor visual do sistema Icelus.

A Figura 27 representa a interface gerada para controle dos testes de indução visual. O teste constitui em acender os leds do dispositivo e testar sua consistência em frequências estipuladas. A mesma atividade é exibida em tela para fim de comparação.

- Ao exibir a tela o controle de teste encontra-se com a opção de início do teste habilitado (item 1 da figura 27).
- Ao iniciar o processo o sistema altera o estado do controle permitindo somente pausar ou parar o teste (item 2 da figura 27).
- Caso o usuário opte por pausar o teste o sistema altera o controle, permitindo iniciar novamente ou parar o teste (item 2 da figura 27).

- Ao finalizar o teste ou caso o usuário pare o teste o sistema retorna o controle para o estado inicial (item 1 da figura 27).

### 7.32.3. Monitor EEG



Figura 28 – Tela de teste do monitor EEG do sistema Icelus.

A figura 28 exibe a solução de interface elaborada para a execução do teste do monitor EEG. Sua finalidade é coletar os dados fornecidos pelo dispositivo EEG e exibi-los em tela.

- Para iniciar o teste o sistema deve estar conectado a interface de comunicação entre o micro e o dispositivo EEG. Garantindo esse processo a solução inicia a tela como os botões de controle desativado e somente permitindo a saída da tela ou a conexão do computador com o dispositivo. (Figura 28)
- Ao solicitar a conexão o sistema desabilita o ícone de conexão (item 10 da figura 28) e exibe um monitor do estado da conexão, conectado (item 1 da figura 28), conectando (item 2 da figura 28), desconectado (item 3 da figura 16) ou erro caso haja exceções (item 4 da figura 28).

- Ao estabelecer a conexão o sistema altera a possibilidade de conectar para desconectar (item 9 da figura 28) e habilita o controle do teste (item 5 da figura 28).
- Ao iniciar o teste o sistema disponibiliza a opção de pausá-lo ou pará-lo (item 7 da figura 28).
- Caso o usuário opte por pausar o teste o sistema disponibiliza a opção de pará-lo ou reiniciá-lo (item 6 da figura 28).
- Ao termino do teste ou caso o usuário solicite sua parada o sistema habilita novamente a possibilidade de iniciar o processo (item 5 da figura 28).
- Caso o usuário desconecte a comunicação o sistema retorna a iteração inicial.

#### 7.32.4. Parâmetros do relatório

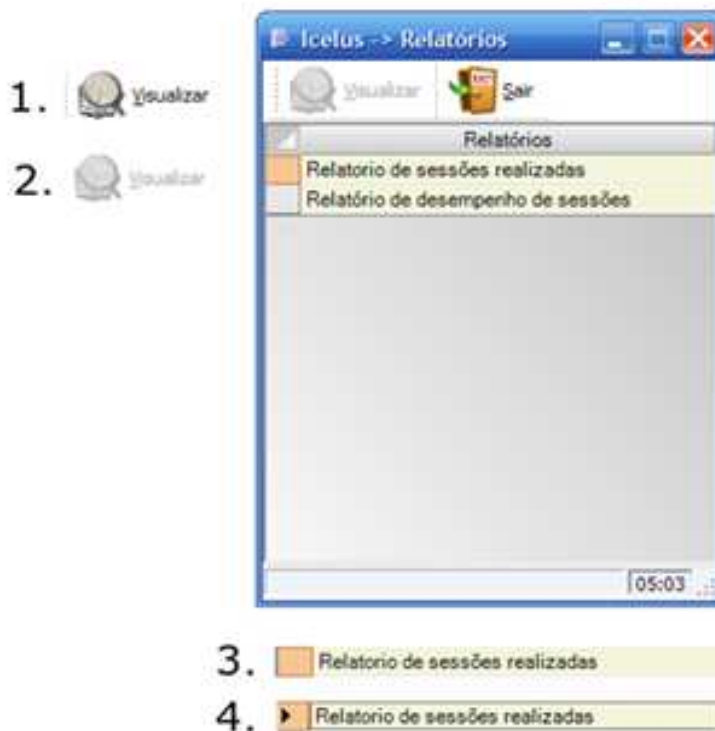


Figura 29 – Tela de definição de parâmetros dos relatórios do sistema Icelus.

A figura 29 exibe a interface gerada para listagem dos relatórios existentes no sistema e permitir sua seleção.

- Caso não haja um relatório selecionado o sistema desabilita a opção de visualização. (item 2 e 3 da figura 29)
- Ao selecionar um relatório o sistema disponibiliza a opção de visualizá-lo. (item 1 e 4 da figura 29)

#### 7.32.5. Seleção de usuários



Figura 30 – Tela de seleção de usuários do sistema Icelus.

A figura 30 exibe a interface gerada para listagem dos usuários existentes no sistema e permitir sua seleção.

- Caso não haja um usuário selecionado o sistema desabilita a opção de selecioná-lo. (item 1 e 3 da figura 30)

- Ao selecionar um relatório o sistema disponibiliza a opção de selecioná-lo. (item 2 e 4 da figura 30)

### 7.32.6. Sessão de relaxamento

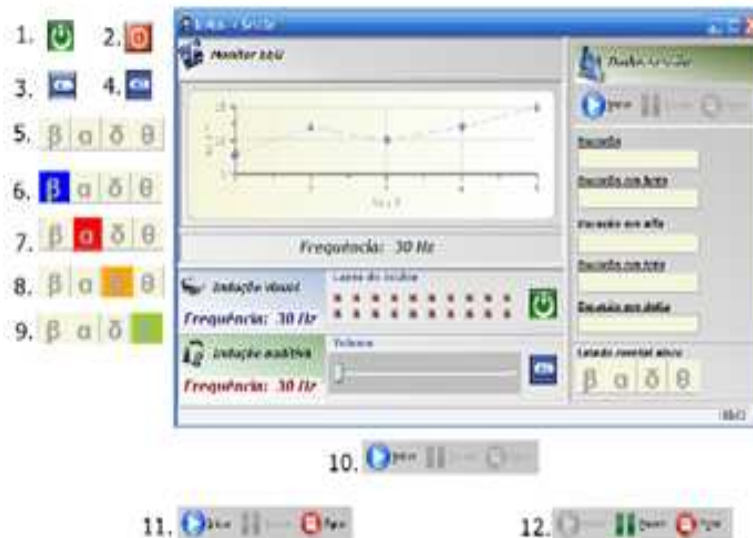


Figura 31 – Tela de execução de sessão de relaxamento do sistema Icelus.

A figura 31 exibe a interface gerada para visualização e controle da sessão de relaxamento.

- A interface permite o controle da indução auditiva e visual e a monitoração do coletor de dados EEG.
- O controle de indução visual permite habilitá-lo e desabilitado, tendo como estado padrão o mesmo habilitado. (item 1 e 2 da figura 31)
- O controle de indução auditiva permite habilitá-la e desabilitada, tendo como estado padrão o mesmo habilitado. (item 3 e 4 da figura 31)
- Ao exibir a interface o sistema disponibiliza a opção de iniciar a sessão de relaxamento, alterando seus controles conforme sua interação. (item 10,11 e 12 da figura 31)

- Conforme os estados mentais são alterados, o sistema exibe sua atuação destacando o estado ativo e desabilitando todo o caso a sessão esteja inativa. (item 5,6,7,8 e 9 da figura 31)

### 7.32.7. Usuários

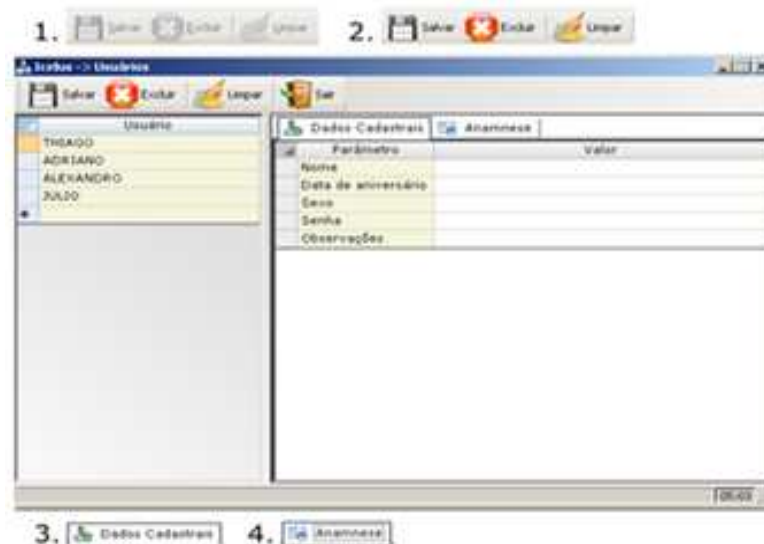


Figura 32 – Tela de cadastro de usuários do sistema Icelus.

A figura 32 exibe a interface gerada para manutenção de usuários.

- Caso não existam usuários cadastrados ou mesmo selecionado o sistema desabilita a opções salvar, excluir e limpar. (item 1 da figura 32).
- Outrora, o sistema habilita as opções relatadas acima. (item 2 da figura 32).
- O cadastro dos usuários foi dividido em dados cadastrais e questionário de anamnese, sendo permitido seu respectivo acesso ao selecionar sua devida aba. (item 3 e 4 da figura 32)

### 7.33. REQUISITOS DE USABILIDADE

#### 7.33.1. FACILIDADE DE USO

**Requisito não Funcional: 01**

**Descrição:** .A funcionalidades devem se atribuídas a botões.

**Justificativa:** Facilitar a associação das funções pelo usuário.

#### 7.33.2. APRENDIZAGEM

**Requisito não Funcional: 02**

**Descrição:** A aplicação não deverá exigir mais de 30 minutos para aprendizagem do usuário para aplicação.

**Justificativa:**..Ser uma aplicação acessível a usuários não experientes.

### 7.34. REQUISITOS DE AMBIENTE

#### 7.34.1. AMBIENTE FÍSICO SUGERIDO

**Requisito não Funcional: 03**

**Descrição:** Microcomputador com processador com tecnologia igual ou superior a entium II – 500 Mhz - 128 RAM - HD 20 GB.

#### 7.34.2. AMBIENTE LÓGICO SUGERIDO

**Requisito não Funcional: 04**

**Descrição:** Sistema operacional Windows XP/Vista.

**Requisito não Funcional: 05**

**Descrição:** Microsoft Framework 2.0.

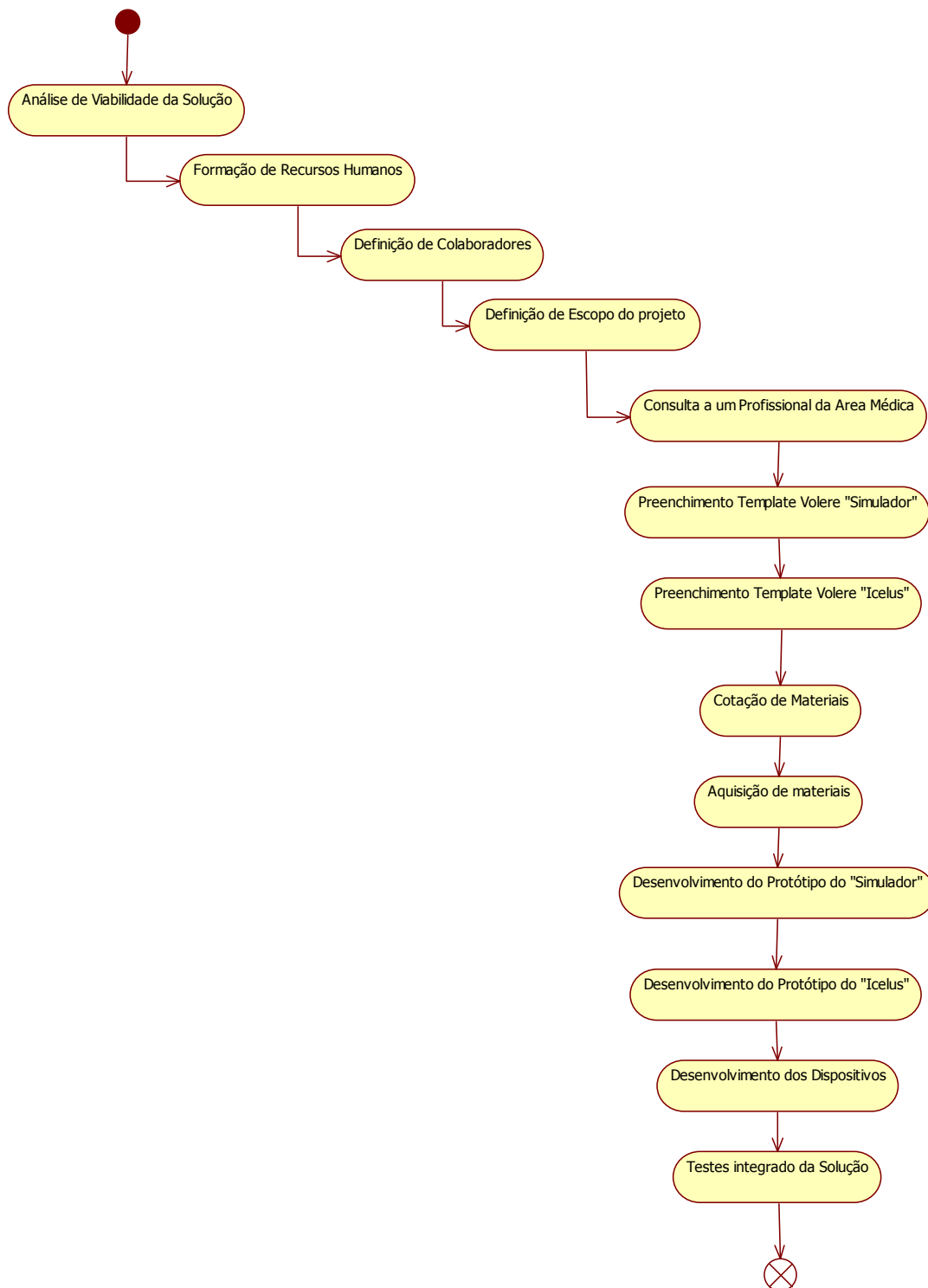
**Requisito não Funcional: 06**

**Descrição:** Dispositivo móvel com Windows Mobile 5 ou 6.

**Requisito não Funcional: 07**

**Descrição:** Microsoft Compact Framework.

## 7.35. TAREFAS



## 7.36. CUSTOS

Descrição		Valor	
Placa OPENEEG		R\$	480,00
Hub USB		R\$	21,00
Componentes eletrônicos		R\$	121,01
FIO	SUPERRASTIC	R\$	1,29
Óculos de Sol		R\$	15,00
Fone Concha		R\$	45,00
PAPEL PHOTO A4 240G C/10		R\$	11,90
TRANSPARENCIA P/ INK JET LIGHT		R\$	7,50
	Total	R\$	702,60

## 7.37. DOCUMENTAÇÃO E TREINAMENTO

Testes em sala de espera (item 7.38)

## 7.38. SALA DE ESPERA

Como projeto futuro, e por compatibilidade técnica, o software “Icelus” poderá ser desenvolvido para dispositivos móveis, como celulares (smartphone), palms, etc.

Desenvolvimento de comunicação entre os periféricos via Bluetooth

Pela dificuldade de aquisição de componentes e pelo prazo apertado, o projeto de desenvolvimento do Hardware de EEG fica pendente para projeto futuro.

Desenvolvimento de treinamento e manual do usuário.

## 8. VOLERE - SOFTWARE MONITOR

### 8.1. PROPÓSITO DO PROJETO

A solução tem o objetivo de substituir um dispositivo de EEG externo, simulando a captura de ondas cerebrais, gerando sinais já em formato digital.

### 8.2. CLIENTES, CONSUMIDORES E ENVOLVIDOS

#### 8.2.1. O CLIENTE

##### 8.2.1.1. ORIGEM

O grupo teve formação no ano de 2006, motivados pela necessidade de executar as atividades propostas pelas matérias cursadas, relacionamento diário, conciliação de princípios e idéias entre outros fatores positivos.

##### 8.2.1.2. PROPÓSITO

Desenvolver o projeto Sylar como proposta para de Trabalho de conclusão de curso.

##### 8.2.1.3. FORMAÇÃO

O grupo Sylar é constituído por quatro alunos da Universidade metodista de São Paulo, Adriano José da Silva, Alexandro Angelo Romeira, Julio Cezar Gimenez Dias e Thiago de Santana Nicolussi, cursante do ultimo semestre do curso de Engenharia da Computação - Ênfase em Engenharia de Software.

#### 8.2.1.4. O CONSUMIDOR

O consumidor do produto será o software Icelus, que tem a função de receber e tratar dados enviados por um sistema de EEG e efetuar a indução auditiva e visual com objetivo de promover relaxamento aos seus usuários.

#### 8.2.1.5. OUTROS ENVOLVIDOS

<b>Nome</b>	<b>PARTICIPAÇÃO</b>
Thiago de Santana Nicolussi	Pesquisador e desenvolvedor do produto
Adriano José da Silva	Apoio na pesquisa e documentação
Profº Drº Mario Francisco Guerra Boaratti	Instrução conceitual de geração de ondas, Avaliação de viabilidade da solução proposta.

### 8.3. OS USUÁRIOS DO PRODUTO

<b>Nome</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Software Icelus	Sistema responsável pela recepção e tratamento das ondas geradas pelo Simulador EEG

### 8.4. LIMITAÇÕES MANDATÁRIAS

#### 8.4.1. DA SOLUÇÃO

Devido à diversidade de variáveis no comportamento das ondas cerebrais não é possível simular perfeitamente um cenário real.

#### 8.4.2. DO AMBIENTE DE IMPLEMENTAÇÃO

Sendo o simulador uma solução elaborada no intuito de substituir o Open EEG, tendo como utilização prevista a apresentação do TCC e atentando-se que Notebooks recentes não dispõem de portas seriais que possibilitem simular a comunicação por este meio, tem-se como restrição a utilização de comunicação socket proposta pela solução.

#### 8.5. APLICAÇÕES PARCEIRAS

Icelus – Software responsável pelo tratamento das ondas geradas pelo simulador.

#### 8.6. SOFTWARES “DE PRATELEIRA”

A lista abaixo é uma sugestão de uso para desenvolvimento total da solução. A coluna “Tipo” indica a utilização da ferramenta dada por: (U)so, (D)esenvolvimento, (O)peração ou (T)este da solução

TIPO	NOME	REFERÊNCIA
D	Microsoft Visual Studio 2005	<a href="http://msdn.microsoft.com/en-us/vstudio/default.aspx">http://msdn.microsoft.com/en-us/vstudio/default.aspx</a>
D	Microsoft Word	<a href="http://www.microsoft.com/office/">http://www.microsoft.com/office/</a>
D	StarUML	<a href="http://www.staruml.com/">http://www.staruml.com/</a>
D	ComponenteOne	<a href="http://www.componentone.com/">http://www.componentone.com/</a>
U/T/D	Microsoft Windows XP/Vista	<a href="http://www.microsoft.com/windows/">http://www.microsoft.com/windows/</a>

#### 8.7. AMBIENTE DE UTILIZAÇÃO

- Microcomputador com sistema operacional Windows XP/Vista.

## 8.8. RESTRIÇÕES DE CALENDÁRIO

Deve obedecer aos prazos estabelecidos para a entrega da documentação técnica exigida pela banca de TCC.

Os prazos estão descritos abaixo:

<b>DATA</b>	<b>ENTREGA</b>
31/10/2008	2ª e última versão prévia do TCC.
07/11/2008	Entrega do TCC final
[17-25]/11/2008	Apresentações

## 8.9. RESTRIÇÕES DE CUSTO

O custo para pesquisa e implementação da aplicação se restringe a R\$ 1000,00 (Mil reais) divididos pelos quatro integrantes do grupo.

## 8.10. PREMISSAS E OUTROS FATOS RELEVANTES

### 8.10.1. FATOS RELEVANTES

- O Sistema Icelus depende da geração de ondas simuladas para iniciar as sessões de relaxamento a que se propõem.
- O Simulador independe de outros aplicativos.
- O simulador tem como única e exclusiva finalidade substituir a funcionalidade exercida pelo EEG.

### 8.10.2. PREMISSAS

- A frequência simulada deve ser disposta em formato numérico com duas casas decimais.

- O tempo de atualização de dados não pode ser superior a 1000 ms.

## 8.11. O ESCOPO DO TRABALHO

### 8.11.1. CENÁRIO ATUAL

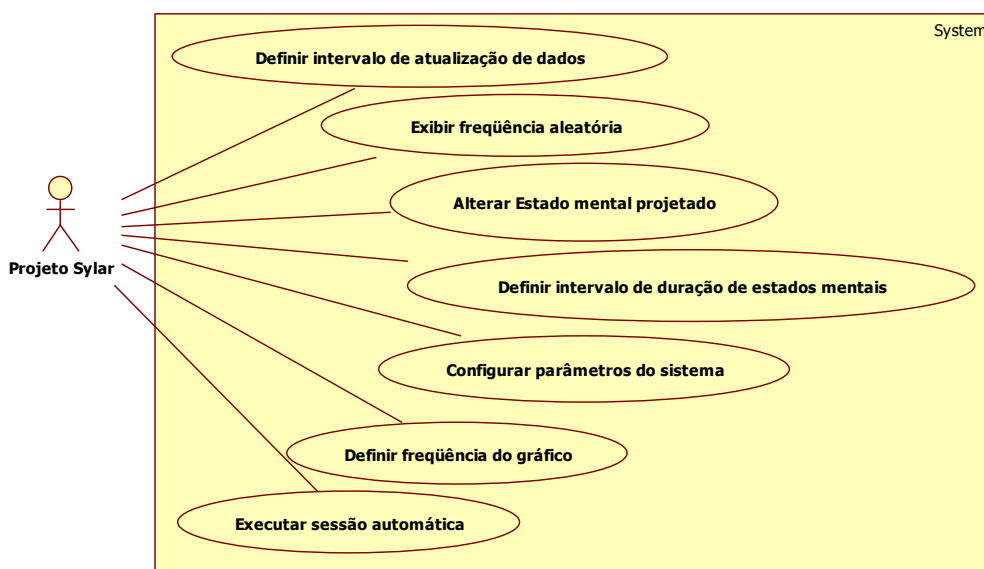
- O hardware Open EEG tem como incumbência a captura de ondas cerebrais e fornecer sua frequência em uma interface de comunicação.

### 8.11.2. CENÁRIO PROPOSTO

- A frequência capturada pelo hardware Open EEG passa a ser simulada em software parametrizável.

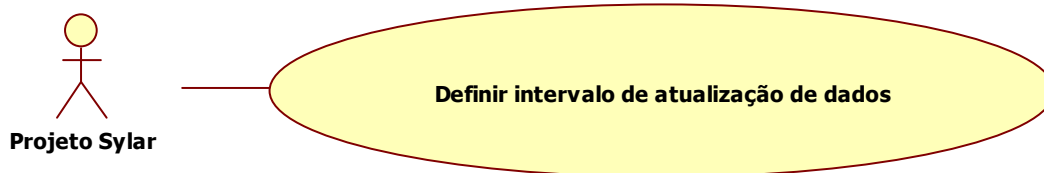
## 8.12. O ESCOPO DO PRODUTO

### 8.11.3. PERÍMETRO DO PRODUTO



## 8.13. LISTA DE CASOS DE USO

## UCS01 - DEFINIR INTERVALO DE ATUALIZAÇÃO DE DADOS

**Descrição:**

Permitir ao usuário definir o intervalo ao qual deseja atualizar a exibição e atualização das ondas.

**Pré-condições:**

Toda tecnologia envolvida estará funcionando adequadamente, sejam elas: computadores utilizados, interfaces utilizadas para acesso ao Simulador. A transição automática não deve estar iniciada.

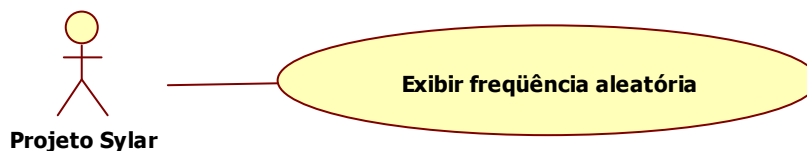
**Pós-condições:**

O sistema deverá sincronizar o intervalo de atualização mediante ao parâmetro definido.

**Fluxo Principal:**

5. O usuário indica na barra de movimento a frequência a qual deseja atualizar os dados contidos no gráfico.
6. O sistema sincroniza o intervalo de atualização.

## UCS02 - EXIBIR FREQUÊNCIA ALEATÓRIA

**Descrição:**

Combinado ao intervalo respectivo do estado mental ativo deve-se gerar dados randômicos representados graficamente em tela.

**Pré-condições:**

A ativação da transição automática e a seleção da frequência manual devem estar desabilitadas.

**Pós-condições:**

O sistema deve simular, com dados aleatórios, a frequência do estado mental selecionado e exibi-las no gráfico.

**Fluxo Principal:**

8. O usuário abre o sistema
9. O sistema simula a frequência com dados aleatórios.

**Fluxo Alternativo:**

- 1.1. O usuário desabilita a seleção da frequência manual
- 1.2. O usuário desabilita a transição automática

## UCS03 - ALTERAR ESTADO MENTAL PROJETADO

**Descrição:**

Possibilitar ao usuário definir qual estado mental deseja simular.

**Pré-condições:**

A ativação da transição automática deve estar desabilitada.

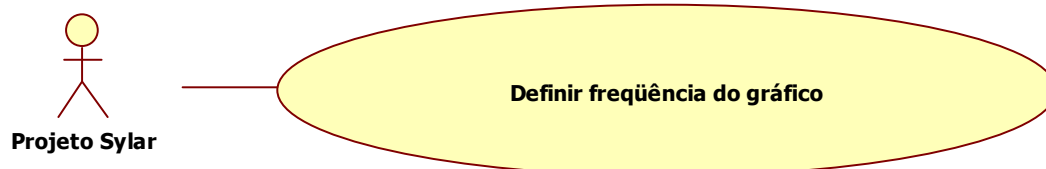
**Pós-condições:**

O sistema deve simular a freqüência do estado mental selecionado e exibi-la no gráfico.

**Fluxo Principal:**

1. O usuário seleciona o estado mental desejado
2. O sistema simula a freqüência escolhida.

## UCS04 - DEFINIR FREQUÊNCIA DO GRÁFICO

**Descrição:**

Possibilitar ao usuário definir manualmente a frequência a qual deseja simular

**Pré-condições:**

A transição automática deve estar desativada e a seleção da frequência manual selecionada.

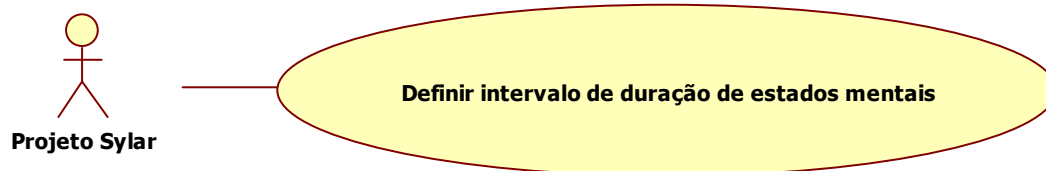
**Pós-condições:**

O sistema deve simular a frequência do estado mental selecionado e exibi-la no gráfico.

**Fluxo Principal:**

1. O usuário indica na barra de movimento a frequência a qual deseja exibir no gráfico.
2. O sistema simula a frequência selecionada.

## UCS05 - DEFINIR INTERVALO DE DURAÇÃO DE ESTADOS MENTAIS

**Descrição:**

Permitir ao usuário definir o intervalo de duração de cada estado mental, a fim de definir o período de execução automática da sessão.

**Pré-condições:**

A transição automática deve estar ativada e a frequência manual desabilitada.

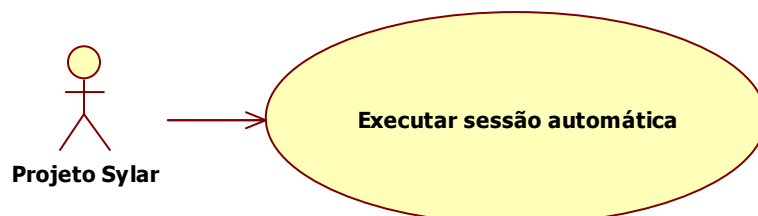
**Pós-condições:**

Recalculo de duração total das transições.

**Fluxo Principal:**

1. O usuário seleciona o tempo de duração dos estados mentais
2. O sistema recalcula a duração total das transições.

## UCS06 - EXECUTAR SESSÃO AUTOMÁTICA

**Descrição:**

Permitir ao usuário iniciar, colocar em aguardo ou mesmo parar a sessão automática.

**Pré-condições:**

A transição automática deve estar ativada e a frequência manual desabilitada.

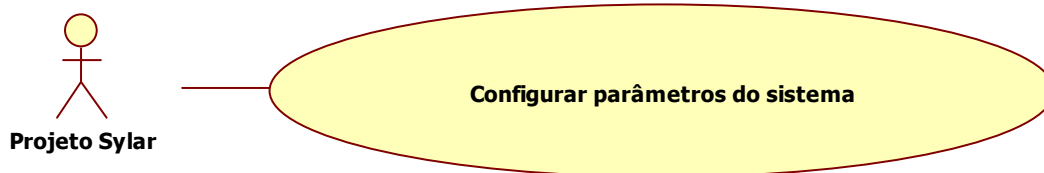
**Pós-condições:**

O sistema deverá executar a transição automática decrescendo do tempo total de duração dos estados mentais em conjunto à sua atual frequência exibida no gráfico.

**Fluxo Principal:**

5. O usuário aciona o botão INICIAR
6. O sistema inicia a tarefa de transição automática.

## UCS07 - CONFIGURAR PARÂMETROS DO SISTEMA

**Descrição:**

Permitir ao usuário a possibilidade de definir os parâmetros referentes ao sistema.

**Pré-condições:**

O usuário deve ter acesso à tela principal do sistema.

**Pós-condições:**

O sistema deverá armazenar as alterações caso efetuadas, em seu respectivo arquivo de configuração.

**Fluxo Principal:**

7. O usuário abre a tela principal
8. O usuário aciona o botão Configurações disposto na tela principal
9. O usuário seleciona o parâmetro a ser alterado
10. O usuário altera o valor do parâmetro selecionado
11. O usuário efetivação das alterações.
12. O usuário fecha a tela de configurações.

**Fluxo Alternativo:**

- 5.1. O usuário fecha a tela de configurações.
- 5.2. O usuário retorna ao tópico 3 do fluxo principal.

## 8.14. REQUISITOS FUNCIONAIS E DE DADOS

### 8.14.1. FUNCIONAIS

**Requisito: 01****Evento/Caso de Uso: UCS01**

**Descrição:** O sistema devera permitir ao usuário definir o intervalo ao qual deseja atualizar os dados coletados exibidos em tela.

**Justificativa:** Permitir ajuste de visualização para o entendimento e compreensão dos dados exibidos no gráfico conforme necessidade do

**Requisito: 02****Evento/Caso de Uso: UCS02**

**Descrição:** O sistema deverá gerar a simulação de ondas cerebrais baseados em dados hipotéticos gerados randomicamente.

**Justificativa:** Permitir a simulação de dados desprovidos de iteração do usuário ou mesmo transição temporal.

**Requisito: 03****Evento/Caso de Uso: UCS03**

**Descrição:** O sistema devera permitir ao usuário a selecionar e exibir um respectivo estado mental.

**Justificativa:** Permitir ao usuário a migrar os estados mentais sem necessitar um conhecimento apurado sobre seu intervalo de atuação.

**Requisito: 04****Evento/Caso de Uso: UCS04**

**Descrição:** O sistema devera permitir a o usuário definir manualmente a frequência que deseja simular.

**Justificativa:** Permitir ao usuário simular a frequência que desejar.

**Requisito: 05****Evento/Caso de Uso: UCS05**

**Descrição:** O sistema devera permitir a definir a duração de um estado mental em uma transição automática decorrente.

**Justificativa:** Permitir a simulação automática da captura de ondas cerebrais, respeitando um respectivo intervalo para transição dos estados mentais.

**Requisito: 06****Evento/Caso de Uso: UCS06**

**Descrição:** O sistema devera permitir ao usuário iniciar uma simulação com transição automática de estados mentais mediante intervalo definido.

**Justificativa:** Permitir gerir o início da simulação automática da captura de ondas cerebrais.

**Requisito: 07****Evento/Caso de Uso: UCS06**

**Descrição:** O sistema devera permitir ao usuário pausa uma simulação com transição automática de estados mentais mediante intervalo definido.

**Justificativa:** Permitir gerir pausa da simulação automática da captura de ondas cerebrais.

**Requisito: 08****Evento/Caso de Uso: UCS06**

**Descrição:** O sistema devera permitir ao usuário parar uma simulação com transição automática de estados mentais mediante intervalo definido.

**Justificativa:** Permitir gerir parada da simulação automática da captura de ondas cerebrais.

**Requisito: 09****Evento/Caso de Uso: UCS06**

**Descrição:** O sistema devera desabilitar a possibilidade de definição manual de frequência.

**Justificativa:** Permitir decremento exclusivo da frequência por parte de pulso definido pela transição automática acionada.

**Requisito: 10****Evento/Caso de Uso: UCS06**

**Descrição:** O sistema deverá bloquear a possibilidade de alterar o intervalo de atualização do gráfico.

**Justificativa:** Devido o fato do intervalo de atualização compor parte do calculo do decremento automático, faz se necessário bloquear sua alteração.

**Requisito: 11****Evento/Caso de Uso: UCS07**

**Descrição:** O sistema devera permitir tela de definição de parâmetros de configuração.

**Justificativa:** Permitir acesso para definição de parâmetros do sistema.

## 8.15. DADOS

## 8.15.1. RELAÇÃO UCS X RFS

	UCS01	UCS02	UCS03	UCS04	UCS05	UCS06	UCS07
1	X						
2		X					
3			X				
4				X			
5					X		
6						X	
7						X	
8						X	
9						X	
10						X	
11							X

## 8.16. REQUISITOS DE APARÊNCIA E COMPORTAMENTO

## 8.16.1. Tela de controle do simulador (Figura 33)



Figura 33 - Tela de controle do simulador

**Interface:** Simulador 01

**Descrição:** Exibe interface para controle e definição de parâmetros da simulação.

**Opções:**

- **Frequência manual:** Permite a definição manual da frequência a ser simulada.
- **Intervalo de atualização:** permite definir o intervalo ao qual se deseja atualizar os dados exibidos no gráfico.
- **Transição automática:** permite simular uma sessão automaticamente com base nos tempos de durações definidos pra cada onda, assim decrementando sua duração total ate a passagem por todas as etapas.
- **Duração em Beta:** Permite definir tempo de duração da transição automática em Beta.
- **Duração em Alfa:** Permite definir tempo de duração da transição automática em Alfa.
- **Duração em Teta:** Permite definir tempo de duração da transição automática em Teta.
- **Duração em Delta:** Permite definir tempo de duração da transição automática em Delta.
- **Onda Beta:** Posiciona a simulação para a frequência máxima definida em Beta.
- **Onda Alfa:** Posiciona a simulação para a frequência máxima definida em Alfa.

- Onda Teta: Posiciona a simulação para a frequência máxima definida em Teta.
- Onda Delta: Posiciona a simulação para a frequência máxima definida em Delta.
- Iniciar Simulação: Inicial a transição automática.
- Pausar simulação: Pausa a transição automática.
- Parar simulação: Para a transição automática.

**Comportamento:**

- Para definir manualmente a frequência a ser simulada, faz-se necessário a transição automática estar desabilitada. Assim sendo, basta selecionar a opção “Frequência manual” e indicar a frequência a qual deseja simular, a qual por sua vez será exibida acima da barra de rolagem e ajustada sua exibição no gráfico. (item 5 da figura 32)
- Para definir o intervalo de atualização de dados, faz-se necessário a transição automática estar desabilitada. Assim sendo, basta indicar a frequência a qual deseja atualizar os dados em tela.
- Para definir manualmente a onda a ser simulada, faz-se necessário a transição automática estar desabilitada. Assim sendo, basta selecionar o botão referente a onda a qual deseja simular. (item 6 da figura 32)
- Para definir o intervalo de duração de cada onda, faz-se necessário a transição automática estar habilitada. Assim sendo, basta indicar em cada onda seu intervalo de duração e sua base de tempo (segundos, minutos ou horas). (Item 2 da figura 32)

- Para iniciar a transição automática das frequências, faz-se necessário a transição automática estar habilitada. Assim sendo, basta solicitar o início da transição. Após o início o sistema deve dispor a possibilidade de pausar ou parar o processo. (Item 2 da figura 32)
- Caso o usuário opte por pausar uma transação iniciada, basta selecionar o botão pausa habilitado na barra de controle (item 3 da figura 1). O sistema devera habilitar a opção de reinicio ou parada da transação automática.
- Sendo o fim da transação automática, ou caso o usuário pare a mesma, o sistema dispõe novamente a opção de início da sessão.

## 8.17. REQUISITOS DE USABILIDADE

### 8.17.1. FACILIDADE DE USO

**Requisito não Funcional: 01**

**Descrição:** . A solução apresenta todas suas funções em um único “form”, com o intuito de facilitar o uso da aplicação.

### 8.17.2. APRENDIZAGEM

**Requisito não Funcional: 02**

**Descrição:** A aplicação não deverá exigir mais de 30 minutos para aprendizagem do usuário para aplicação.

**Justificativa:**..Ser uma aplicação acessível a usuários não experientes.

## 8.18. REQUISITOS DE AMBIENTE

### 8.18.1. Ambiente Físico Sugerido

**Requisito não Funcional: 03**

**Descrição:** Microcomputador com processador com tecnologia igual ou superior a Pentium II – 500 Mhz - 128 RAM - HD 20 GB.

### 8.18.2. Ambiente lógico sugerido

**Requisito não Funcional: 04**

**Descrição:** Sistema operacional Windows XP/Vista.

**Requisito não Funcional: 05**

**Descrição:** Microsoft Framework 2.0.

**Requisito não Funcional: 06**

**Descrição:** Dispositivo móvel com Windows Mobile 5 ou 6.

**Requisito não Funcional: 07**

**Descrição:** Microsoft Compact Framework.

## 9. CONCLUSÃO

Entusiasmados em apresentar uma solução que impressionasse a todos, que fosse destaque sobre as demais propostas e refletisse competência, muitas idéias fantasiosas foram jogadas na mesa. Isso foi algo construtivo, pois muitos tópicos concretos foram tirados desse cenário.

Uma idéia sempre será uma idéia enquanto não houver uma ação, e foi de fato quando se colocou a “mão na massa” que se enxergaram inúmeros obstáculos nessa jornada.

A proposta sugerida por um dos integrantes do desenvolvimento do projeto teve início em uma experiência pessoal onde em conjunto a colegas, trocou conhecimentos sobre o assunto abordado e o intrigou ao ponto de pesquisar e se dispor a elaborar um protótipo que se tornou uma parte da solução. Fatia essa elaborada com êxito e pilar para as demais estruturas imaginadas em nossa proposta.

Compartilhado entre os demais integrantes, o protótipo de um óculos constituído por um número de LEDs em série distribuídos em seu aro, conectado a um microcomputador por interface paralela, manipulado por uma solução simples desenvolvida em .NET fez com que surgisse a idéia de agregar um mecanismo de indução auditiva mais um mecanismo de monitoramento EEG e uma solução móvel que permitisse a qualquer indivíduo com dificuldade de sono ou mesmo somente interessado em relaxar poder utilizar tal produto em locais diversos, por exemplo, uma viagem longa.

Tecnologia wireless como o Bluetooth, dispositivos customizados de aparência agradável de fácil portabilidade e usabilidade foram imaginados e até desenhados.

Um cenário divergente ao cotidiano nos foi exposto, onde costumeiramente nos deparamos com problemas prontos e objetivos formados, nos cabendo apenas estudar o ambiente, desenvolver e executar uma solução. E tornar este contexto mais tangível aos costumes da equipe foi um desafio.

Ficou explícita a diferença entre a solução de um problema e o desenvolvimento de uma idéia, porém não se pode concluir que as dificuldades apresentadas foram providas pela natureza da solução ou por inexperiência da equipe de desenvolvimento do projeto

Muito se aprendeu na conclusão do projeto. Hoje se visualizam outros métodos que facilitassem o decorrer do projeto. Atividades acadêmicas ocorridas em conjunto a esse desenvolvimento teriam melhor uso caso fossem de ciência do grupo anteriormente.

Fatores como a ausência de planejamento, definição de um líder, a necessidade de orientação de um especialista, entre outros itens deixaram claro as falhas e esculpiram o crescimento pessoal, profissional e acadêmico a equipe de desenvolvimento do projeto converteu erros em frutos.

Desde o início da formação os alunos foram incentivados a trabalhar em equipes devido à filosofia do curso. Esse método apresenta paradigmas comuns à natureza humana, como a diferença de etnias, idade, sexo, hierarquia entre outros. Tais diferenças causam grande impacto para o andamento do projeto, pois o impasse causado pelas diferenças não costumam ser construtivos. Esse fato destacou-se no grupo de TCC.

A existência de algo que instrísse na gestão de pessoas, ou mesmo lidar com as diferenças citadas acima, seriam primordiais para uma formação mais completa, permitindo assim evitar vários contratempos encontrados durante a execução do projeto.

Assim sendo é possível concluir positivamente toda experiência vivida em conjunto aos tópicos relatados acima.

Um tópico de ressalva é a forma de se administrar o tempo. Essa questão é um tema polemico praticamente todos alegam a ausência de tempo para executar suas tarefas. Em sua maioria o que de fato se ausenta é a administração das atividades diárias de um indivíduo que se coloca a desenvolvê-las desordenadamente ao acaso conforme lhe são expostas. Característica esta que não fez questão de ausentar de na

equipe. Sobrecarregados com atividades familiares, sociais, profissionais e acadêmicas os integrantes do projeto se perderam em atividades que se aparentavam sem fim ou nem mesmo tendendo a isso. Eis, portanto mais um tópico apreciado e tomado como exemplo para engajamento de projetos futuros.

Outro ponto importante a observar que o projeto objetivou o nível experimental, sendo que todos os resultados foram simulados em softwares desenvolvidos para essa finalidade tendo todos os componentes testados e funcionando perfeitamente, estando o projeto Sylar pronto para testes em usuários reais, junto com acompanhamento profissional da área da saúde.

Dessa forma o projeto se mostrou aderente a proposta de automação debatida e desenvolvida durante as matérias de TCC-I e TCC-II, mostrando grande potencial para desenvolvimentos futuros, e comparando com soluções comerciais de mercado se mostra como uma solução viável tendo a mobilidade como ponto forte a ser desenvolvido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLONE, G.J. **Serotonina**. PsiqWeb, 2005. Disponível em: <[www.psiqweb.med.br](http://www.psiqweb.med.br)>. Acesso em 20 Dez. 2008.

BRAINMACHINE, 2008. **Kit BrainMachine**, 2008. Disponível em: <<http://www.novacienciaglobal.com/br-pt/brainmachine.html>>. Acesso em 01 Nov. 2008.

CEREBROMENTE, 2008. **Representação de ondas cerebrais**, 2008. Disponível em: <[www.cerebromente.org.br](http://www.cerebromente.org.br)>. Acesso em 01 Nov. 2008.

CEREBROMENTE, 2008. **Aparelho de síntese de ondas cerebrais**, 2008. Disponível em: <[www.cerebromente.org.br](http://www.cerebromente.org.br)>. Acesso em 01 Nov. 2008.

COOPERSTEIN, Allan. Phd. Biofeedback Technology: A Prospectus in an Era of Limited Resources. **Biofeedback Technology**. Nov. 1998. Disponível em: <[http://www.athealth.com/Practitioner/particles/Guest\\_CoopersteinMA.html](http://www.athealth.com/Practitioner/particles/Guest_CoopersteinMA.html)>. Acesso em: 28 Set. 2008.

CEFALUS, 2008. **Esquema e Conteúdo do kit CEFALUS**, 2008. Disponível em: <<http://www.relaxamento.trix.net>>. Acesso em 01 Nov. 2008.

CEREBRO, 2008. **Design básico do neurônio**, 2008. Disponível em: <<http://saude.hsw.uol.com.br/cerebro1.htm>>. Acesso em 01 Nov. 2008.

**Divisões de áreas cerebrais**, 2008. Disponível em: <[br.geocities.com/neurokidsbr/Divisoes\\_do\\_SN.html](http://br.geocities.com/neurokidsbr/Divisoes_do_SN.html)>. Acesso em 01 Nov. 2008.

FABRICAWEB, 2008. **Cartões UML**. Disponível em: <[www.fabricaweb.com.br/br/textos/t4.pdf](http://www.fabricaweb.com.br/br/textos/t4.pdf)>. Acesso em: 01 Nov. 2008.

**Faixas de frequências de ondas cerebrais**, Disponível, 2008. em: <<http://www.terrazul.com.br/laislimaARTIGO3.html>>. Acesso em 01 Nov. 2008.

FERRÃO, Ygor Arzeno. O Cérebro humano. **Ser Professor Universitário**, mar. 2005.

Disponível em:

<<http://www.serprofessoruniversitario.pro.br/ler.php?modulo=8&texto=392>>. Acesso em: 12 Set. 2008.

FREITAS, Julio Cesar. O design como interface de comunicação. In: Leão, Lúcia. O chip e o calidoscópio: reflexões sobre as novas mídias. São Paulo: Editora Senac São Paulo. 2005.

FREUDENRICH, Freudenrich, Ph.D. Como funciona o cérebro. **Como tudo funciona**, set. 2008. Disponível em:

<<http://saude.hsw.uol.com.br/cerebro1.htm>>. Acesso em: 15 Set. 2008.

GARDNER; GRAY; O´RAHILLY. **Anatomia**. 4ª. edição. Editora Guanabara. 32p.

Disponível em: <<http://www.guia.heu.nom.br/cerebro.htm>>. Acesso em: 15 Set. 2008.

HOLOSONIC. Os quatro estados mentais. **Holosonic**. 2004. Disponível em:

<<http://www.holosonic.com.br/os4estados.htm>>. Acesso em 07 Nov. 2008.

MCCRONE, John. Entenda a complexidade de seu cérebro. **Folha Online**, ago.2007.

Disponível em:

<<http://www1.folha.uol.com.br/folha/publifolha/ult10037u318086.shtml>>. Acesso em: 12 Set. 2008.

NEUROBIT. Introdução ao Neurofeedback. **Neurobit Systems**. Disponível em:

<<http://www.neurobitsystems.com/pt/neurofeedback-intro.htm>>. Acesso em: 15 Set. 2008

OLIVEIRA, Mario Celestino. Estimulação cerebral externa. **Revista Eletrônica Cérebro e Mente**. Jun. 2002. Disponível em:

<<http://www.cerebromente.org.br/n15/tecnologia/sonoterapia.html>>. Acesso em: 28 Out. 2008.

OPENEEG, 2008. **OpenEEG Project**. Disponível em:

<<http://openeeg.sourceforge.net>>. Acessado em 25 Out. 2008.

ORESTI, Mary Jo. Avaliação do Desenvolvimento Infantil Método Extra Lesson. Mai. 2008. Disponível em: <<http://sab.org.br/pedag-wal/rec-esp/Mary-Jo-avaliacao.htm>>. Acessado em: 28 Out. 2008.

QMCWEB. Universidade Federal de Santa Catarina. **Revista Eletrônica do Departamento de Química**. Ano 4. Disponível em: <<http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/neuroquimica.html>>. Acesso em: 18 Set. 2008.

SABBATINI, Renato M. E. Imitation of Life: A History of the First Robots. **Revista Eletrônica Cérebro e Mente**. Jul. 1999. Disponível em: <[http://www.cerebromente.org.br/n09/historia/turtles\\_i.htm](http://www.cerebromente.org.br/n09/historia/turtles_i.htm)>. Acessado em: 24 Set. 2008.

SIEGEL, George J.; ALBERS, R.W., BRADY, S.T., PRICE, D.L. (2006). **Basic Neurochemistry, 7th Ed**. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Neurochemistry>>. Acesso em: 22 Set. 2008.

SILVEIRA, Mara Musa Soares. O funcionamento do cérebro no processo da aprendizagem. **Conteúdo Escola**, out. 2004. Disponível em: <<http://www.conteudoescola.com.br/site/content/view/124/42/>>. Acesso em: 14 Set. 2008 .

WIKIPEDIA, 2008. **Biofeedback**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Biofeedback>>. Acesso em: 28 Set. 2008.

WIKIPEDIA, 2008. **UML**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Biofeedback>>. Acesso em: 01 Nov. 2008.

**APÊNDICE A – RRBQ**

TÍTULO DO TRABALHO: PROJETO SYLAR: Indução e Monitoramento de frequências cerebrais

ALUNOS: Adriano José da Silva  
Alexandro Angelo Romeira  
Julio Cezar Gimenez Dias  
Thiago de Santana Nicolussi

CURSO: Engenharia de Software      ORIENTADOR: Prof. Dr. Mário Francisco Guerra Boaratti

\*\*\*\*\*

RECOMENDAÇÃO 1: O sistema deve ter claro em qual parte do software será controlado o nível de estresse dos usuários, pois sistemas atuais contam com auxílio profissional presente.

FEITA PELO PROF.: Silvia Aparecida Brunini

PARECER DO ORIENTADOR

( X ) DE ACORDO

( ) NÃO VIÁVEL – JUSTIFICAR: *Concordamos, pois o projeto em questão já tem contemplada essa funcionalidade e controle.*

\*\*\*\*\*

RECOMENDAÇÃO 2: O código fonte do sistema de controle deverá ser protegido para alterações, tendo como objetivo ser alterado para servir de estimulante em conjunto com drogas.

FEITA PELO PROF.: Silvia Aparecida Brunini

PARECER DO ORIENTADOR

( X ) DE ACORDO

( ) NÃO VIÁVEL – JUSTIFICAR: *Concordamos, pois o projeto deve ser protegido, evitando alterações nos parâmetros do sistema.*

\*\*\*\*\*

RECOMENDAÇÃO 3: O projeto deve apresentar abordagem ampla e documentada sobre os fatores que podem estimular convulsão em seres humanos.

FEITA PELO PROF.: Luciano Krob Meneghetti

PARECER DO ORIENTADOR

DE ACORDO

NÃO VIÁVEL – JUSTIFICAR: *Concordamos, pois os alunos não possuem essa área de conhecimento e essa documentação deve ser amplamente explorada.*

\*\*\*\*\*

RECOMENDAÇÃO 4: O projeto deve ter acompanhamento médico especializado, devendo apresentar as documentações de classe, como por exemplo CRM (médicos) ou COREN (enfermeiros)

FEITA PELO PROF.: Luciano Krob Meneghetti

PARECER DO ORIENTADOR

DE ACORDO

NÃO VIÁVEL – JUSTIFICAR: *Concordamos, pois o projeto deve ter acompanhamento profissional especializado, pois os membros do projeto não possuem capacitação necessária para qualquer eventualidade que venha ocorrer.*

\*\*\*\*\*

RECOMENDAÇÃO 5: Descrever e mensurar o grau de precisão do equipamento proposto, pois caso seja utilizado equipamentos de baixa qualidade poderão gerar informações erradas, podendo gerar efeitos colaterais indesejados aos usuários.

FEITA PELO PROF.: Luciano Krob Meneghetti

PARECER DO ORIENTADOR

DE ACORDO

NÃO VIÁVEL – JUSTIFICAR: *Discordamos, pois o hardware é baseado em projeto já existente, devendo seguir as especificações técnicas evitando o uso de material de baixa qualidade. Na montagem do protótipo serão tomados os cuidados quanto escolha dos componentes e calibração necessários.*

\*\*\*\*\*

RECOMENDAÇÃO 6: O projeto deverá ter o acompanhamento de no mínimo três médicos especializados na área de Neurologia, devendo os mesmos ser de instituições diferentes, garantindo a isenção do projeto.

FEITA PELO PROF.: Ricardo Crepalde

PARECER DO ORIENTADOR

DE ACORDO

NÃO VIÁVEL – JUSTIFICAR: *Discordamos, pois muitas vezes os profissionais da área médica não tem disponibilidade para um acompanhamento mais próximo, reduzindo assim o número de profissionais envolvidos, mesmo assim seguiremos as recomendações do comitê de ética.*

\*\*\*\*\*

RECOMENDAÇÃO 7: O projeto deverá abordar teoricamente o efeito das luzes estroboscópicas que podem provocar convulsões nos usuários, efeito similar ao constatado no desenho "Pokémon".

FEITA PELO PROF.: Mário Francisco Guerra Boaratti

PARECER DO ORIENTADOR

( X ) DE ACORDO

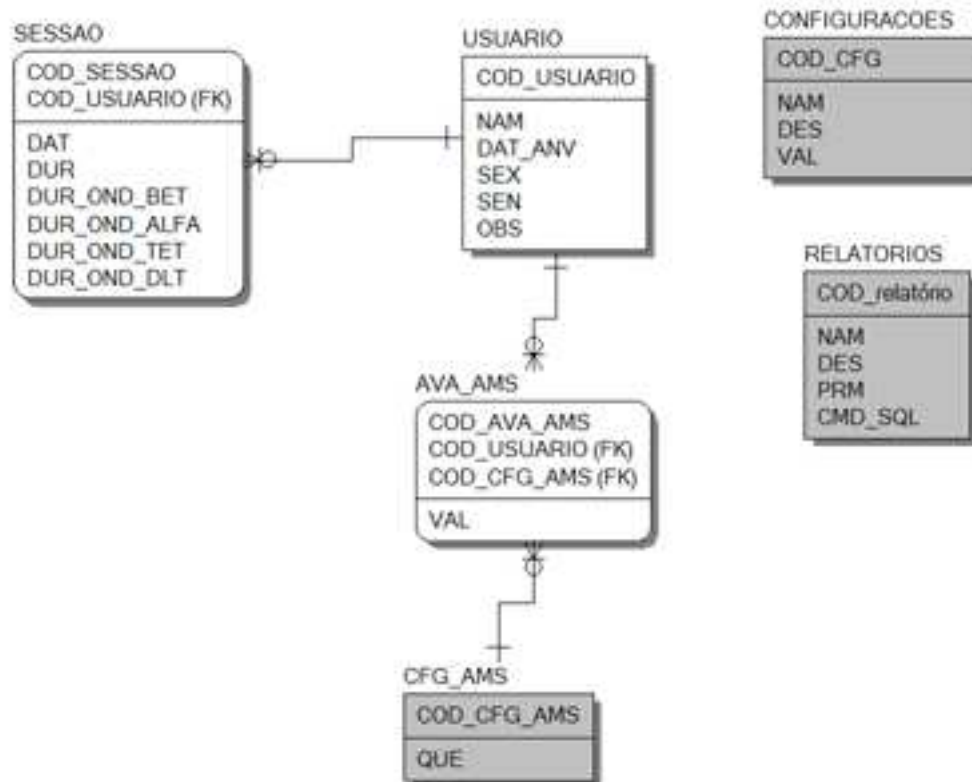
( ) NÃO VIÁVEL – JUSTIFICAR: *Concordamos, pois o projeto deverá ter um embasamento teórico amplo, envolvendo as questões cotidianas, inclusive.*

\*\*\*\*\*

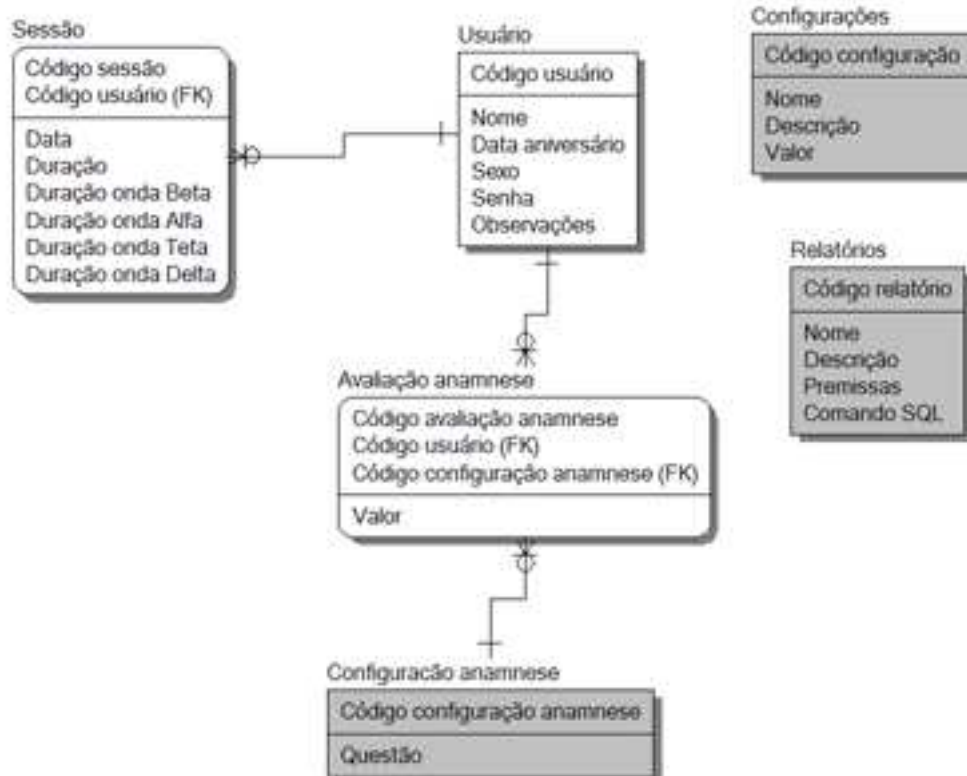
ASSINATURA DO ORIENTADOR: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**APÊNDICE B – DICIONÁRIO DE DADOS**

Diagrama lógico



## Diagrama Físico



## Entidades Lógicas

### Entidades

Nome	Definição
Avaliação anamnese	Tabela responsável pelos dados das avaliações de anamnese gerada pelos usuários.
Configuração anamnese	Tabela responsável pelo questionário de anamnese.
Configurações	Tabela responsável pelo armazenamento de parâmetros de configurações do sistema.
Relatórios	Tabela responsável pela lista e parâmetros dos relatórios dos sistemas.
Sessão	Tabela responsável pelos dados das sessões executadas.
Usuário	Tabela de armazenamento de dados dos usuários

### Atributo(s) of "Avaliação anamnese" Entity

Nome	Tipo	Definição	PK	FK
Código avaliação anamnese	INTEGER	Campo identificador de avaliação de anamnese	Yes	No
Código usuário	INTEGER	Código identificador do usuário	Yes	Yes
Código configuração anamnese	INTEGER	Campo identificador da questão cadastrada	Yes	Yes
Valor	VARCHAR(20)	Valor referente a questão	No	No

### Tabela(s) of "Avaliação anamnese" Entity

Nome	Comentário
AVA_AMS	Tabela responsável pelos dados das avaliações de anamnese gerada pelos usuários.

### Primary Key Column(s) of "AVA\_AMS" Table

Nome	Tipo	Comentários
COD_AVA_AMS	AutoNumber	Campo identificador de avaliação de anamnese
COD_USUARIO	Long Integer	Código identificador do usuário
COD_CFG_AMS	Long Integer	Campo identificador da questão cadastrada

### Atributo(s) of "Configuração anamnese" Entity

Nome	Tipo	Definição	PK	FK
Código configuração	INTEGER	Campo identificador da	Yes	No

Atributo(s) of "Configuração anamnese" Entity				
Nome	Tipo	Definição	PK	FK
anamnese		questão cadastrada		
Questão	VARCHAR(20)	Definição da questão cadastrada	No	No

Tabela(s) of "Configuração anamnese" Entity	
Nome	Comentário
CFG_AMS	Tabela responsável pelo questionário de anamnese.

Primary Key Column(s) of "CFG_AMS" Table		
Nome	Tipo	Comentários
COD_CFG_AMS	AutoNumber	Campo identificador da questão cadastrada

Atributo(s) of "Configurações" Entity				
Nome	Tipo	Definição	PK	FK
Código configuração	INTEGER	Código identificador do item de configuração	Yes	No
Nome	VARCHAR(20)	Nome do item de configuração	No	No
Descrição	VARCHAR(20)	Descrição do item de configuração	No	No
Valor	VARCHAR(20)	Valor do item de configuração	No	No

Tabela(s) of "Configurações" Entity	
Nome	Comentário
CONFIGURACOES	Tabela responsável pelo armazenamento de parâmetros de configurações do sistema.

Primary Key Column(s) of "CONFIGURACOES" Table		
Nome	Tipo	Comentários
COD_CFG	AutoNumber	Código identificador do item de configuração

Atributo(s) of "Relatórios" Entity				
Nome	Tipo	Definição	PK	FK
Código relatório	INTEGER	Código identificador do relatório	Yes	No
Nome	VARCHAR(20)	Nome do relatório	No	No
Descrição	VARCHAR(20)	Descrição do relatório	No	No

Atributo(s) of "Relatórios" Entity				
Nome	Tipo	Definição	PK	FK
Premissas	VARCHAR(20)	Lista de parâmetros necessário para geração do relatório. As premissa são delimitadas pelo caractere " ".	No	No
Comando SQL	VARCHAR(20)	Comando SQL necessário para geração do relatório. Os parâmetros condicionais devem ser representados por {posição na lista de parâmetros}. Ex: Where a={0} And b={1}	No	No

Tabela(s) of "Relatórios" Entity	
Nome	Comentário
RELATORIOS	Tabela responsável pela lista e parâmetros dos relatórios dos sistemas.

Primary Key Column(s) of "RELATORIOS" Table		
Nome	Tipo	Comentários
COD_relatório	AutoNumber	Código identificador do relatório

Atributo(s) of "Sessão" Entity				
Nome	Tipo	Definição	PK	FK
Código sessão	INTEGER	Código da Sessão	Yes	No
Código usuário	INTEGER	Código identificador do usuário	Yes	Yes
Data	DATE	Data de execução da sessão	No	No
Duração	DATE	Tempo Total da Sessão	No	No
Duração onda Beta	DATE	Tempo de frequência Beta	No	No
Duração onda Alfa	DATE	Tempo de frequência Alfa	No	No
Duração onda Teta	DATE	Tempo de frequência Teta	No	No
Duração onda Delta	DATE	Tempo de frequência Delta	No	No

Tabela(s) of "Sessão" Entity	
Nome	Comentário
SESSAO	Tabela responsável pelos dados das sessões executadas.

Primary Key Column(s) of "SESSAO" Table		
Nome	Tipo	Comentários
COD_SESSAO	AutoNumber	Código da Sessão
COD_USUARIO	Long Integer	Código identificador do usuário

Atributo(s) of "Usuário" Entity				
Nome	Tipo	Definição	PK	FK
Código usuário	INTEGER	Código identificador do usuário	Yes	No
Nome	VARCHAR(20)	Nome do usuário	No	No
Data aniversário	DATE	Data de aniversário do usuário	No	No
Sexo	INTEGER	Sexo do usuário (0=Feminino, 1=Masculino)	No	No
Senha	VARCHAR(20)	Senha do usuário	No	No
Observações	VARCHAR(20)	Campo para observações	No	No

Tabela(s) of "Usuário" Entity	
Nome	Comentário
USUARIO	Tabela de armazenamento de dados dos usuários

Primary Key Column(s) of "USUARIO" Table		
Nome	Tipo	Comentários
COD_USUARIO	AutoNumber	Código identificador do usuário

## Entidades Físicas

Entidades	
Nome	Descrição
AVA_AMS	Tabela responsável pelos dados das avaliações de anamnese gerada pelos usuários.
CFG_AMS	Tabela responsável pelo questionário de anamnese.
CONFIGURACOES	Tabela responsável pelo armazenamento de parâmetros de configurações do sistema.
RELATORIOS	Tabela responsável pela lista e parâmetros dos relatórios dos sistemas.
SESSAO	Tabela responsável pelos dados das sessões executadas.
USUARIO	Tabela de armazenamento de dados dos usuários

Atributo(s) of "AVA_AMS" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_AVA_AMS	AutoNumber	Campo identificador de avaliação de anamnese	Yes	No
COD_USUARIO	Long Integer	Código identificador do usuário	Yes	Yes
COD_CFG_AMS	Long Integer	Campo identificador da questão cadastrada	Yes	Yes
VAL	Text(255)	Valor referente a questão	No	No

Primary Key Column(s) of "AVA_AMS" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_AVA_AMS	AutoNumber	Campo identificador de avaliação de anamnese	Yes	No
COD_USUARIO	Long Integer	Código identificador do usuário	Yes	Yes
COD_CFG_AMS	Long Integer	Campo identificador da questão cadastrada	Yes	Yes

Atributo(s) of "CFG_AMS" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_CFG_AMS	AutoNumber	Campo identificador da questão cadastrada	Yes	No

Atributo(s) of "CFG_AMS" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
QUE	Text(100)	Definição da questão cadastrada	No	No

Primary Key Column(s) of "CFG_AMS" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_CFG_AMS	AutoNumber	Campo identificador da questão cadastrada	Yes	No

Atributo(s) of "CONFIGURACOES" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_CFG	AutoNumber	Código identificador do item de configuração	Yes	No
NAM	Text(50)	Nome do item de configuração	No	No
DES	Text(150)	Descrição do item de configuração	No	No
VAL	Text(250)	Valor do item de configuração	No	No

Primary Key Column(s) of "CONFIGURACOES" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_CFG	AutoNumber	Código identificador do item de configuração	Yes	No

Atributo(s) of "RELATORIOS" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_relatório	AutoNumber	Código identificador do relatório	Yes	No
NAM	Text(50)	Nome do relatório	No	No
DES	Text(150)	Descrição do relatório	No	No
PRM	Text(100)	Lista de parâmetros necessário para geração do relatório. As premissa são delimitadas pelo caractere " ".	No	No
CMD_SQL	Memo	Comando SQL necessário para geração do relatório. Os parâmetros condicionais devem ser representados por {posição na lista de	No	No

Atributo(s) of "RELATORIOS" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
		parâmetros}. Ex: Where a={0} And b={1}		

Primary Key Column(s) of "RELATORIOS" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_relatório	AutoNumber	Código identificador do relatório	Yes	No

Atributo(s) of "SESSAO" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_SESSAO	AutoNumber	Código da Sessão	Yes	No
COD_USUARIO	Long Integer	Código identificador do usuário	Yes	Yes
DAT	Date/Time	Data de execução da sessão	No	No
DUR	Date/Time	Tempo Total da Sessão	No	No
DUR_OND_BET	Date/Time	Tempo de frequência Beta	No	No
DUR_OND_ALFA	Date/Time	Tempo de frequência Alfa	No	No
DUR_OND_TET	Date/Time	Tempo de frequência Teta	No	No
DUR_OND_DLT	Date/Time	Tempo de frequência Delta	No	No

Primary Key Column(s) of "SESSAO" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_SESSAO	AutoNumber	Código da Sessão	Yes	No
COD_USUARIO	Long Integer	Código identificador do usuário	Yes	Yes

Atributo(s) of "USUARIO" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_USUARIO	AutoNumber	Código identificador do usuário	Yes	No
NAM	Text(50)	Nome do usuário	No	No
DAT_ANV	Date/Time	Data de aniversário do usuário	No	No
SEX	Yes/No	Sexo do usuário (0=Feminino, 1=Masculino)	No	No
SEN	Text(50)	Senha do usuário	No	No

Atributo(s) of "USUARIO" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
OBS	Memo	Campo para observações	No	No

Primary Key Column(s) of "USUARIO" Table				
Nome	Tipo	Descrição	Is PK	Is FK
COD_USUARIO	AutoNumber	Código identificador do usuário	Yes	No

## APÊNDICE C – DESCRIÇÃO FUNCIONAL DOS RELATÓRIOS

### C.1. Descrição Funcional dos Relatórios

#### C.1.1. Aspectos Gerais

Os relatórios utilizam formato A4, com margem superior, inferior, direita e esquerda de 1cm, sendo orientados em retrato formatados de acordo com a quantidade de informações que cada um deles exibe.



Nome	Exemplo	Fonte	Tam.	Cor	Fundo	N	I	S
Logotipo	<i>Icelus</i>	Australian Sunrise	20	RGB(36,69,69)	RGB(255,255,255)	S	S	N
Nome do relatório	Sessões realizadas	Verdana	16	RGB(255,255,255)	RGB(25,25,112)	N	N	S
Filtro por usuário	Usuário: THIAGO	Verdana	10	RGB(0,0,0)	RGB(255,255,255)	S	N	N
Filtro por período	De: 01/01/2008 á 10/28/2008	Verdana	8	RGB(0,0,0)	RGB(255,255,255)	N	N	N
Data de emissão do relatório	28/10/2008	Verdana	8	RGB(255,255,255)	RGB(25,25,112)	N	N	N
Contador de pagina	1 de 1	Verdana	8	RGB(255,255,255)	RGB(25,25,112)			

Corpo:

Indicadores

Sessão	Data	Duração em Beta	Duração em Alfa	Duração em Teta	Duração em Delta	Duração total
22	01/18/2008	0:15:00	0:15:00	0:15:00	0:15:00	1:00:00
23	01/23/2008	0:15:00	0:10:00	0:20:00	0:15:00	1:00:00
24	07/28/2008	0:10:00	0:08:00	0:17:00	0:25:00	1:00:00
25	01/17/2008	0:20:00	0:15:00	0:20:00	0:05:00	1:00:00
26	06/02/2008	0:08:00	0:15:00	0:15:00	0:22:00	1:00:00

Dados

Nome	Exemplo	Fonte	Tam.	Cor	Fundo	N	I	S
Indicadores	<i>Duração em Alfa</i>	Verdana	8	RGB(0,0,0)	RGB(245,245,220)	S	N	N
dados	00:15:00	Verdana	8	RGB(0,0,0)	RGB(255,255,255)	N	N	N

Rodapé:

N. página

1

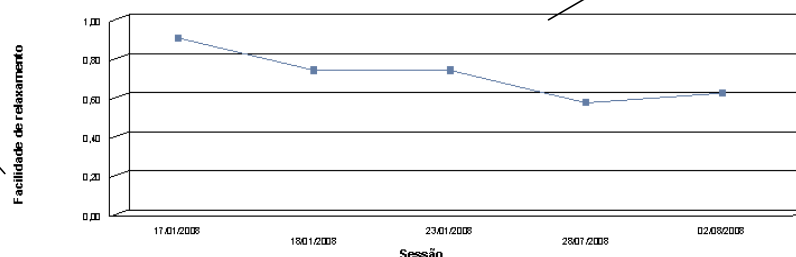
Nome	Exemplo	Fonte	Tam.	Cor	Fundo	N	I	S
N. página	1	Verdana	10	RGB(0,0,0)	RGB(255,255,255)	N	N	N

Gráfico:

Facilidade de relaxamento por sessão

Nome do gráfico

Eixo y



Eixo x

Nome	Exemplo	Fonte	Tam.	Cor	Fundo	N	I	S
Nome do gráfico	Facilidade de relaxamento por sessão	Arial	12	RGB(0,0,0)	RGB(255,255,255)	S	S	N
Eixo y	Facilidade de relaxamento	Arial	9	RGB(0,0,0)	RGB(255,255,255)	N	N	N
Eixo x	Sessão	Arial	9	RGB(0,0,0)	RGB(255,255,255)	N	N	N

## C.2. Relatório Analítico de sessões realizadas

### C.2.1. Finalidade

- Apresentar ao leitor uma visão completa e analítica das sessões de relaxamento realizadas por um respectivo usuário.

### C.2.2. Opções de Filtro

- Período: Data inicial / Data final.
- Código da sessão
- Usuário

### C.2.3. Ordenação

- Data de execução da sessão

#### C.2.4. Quadros

Sessões realizadas – Apresenta os dados provenientes de uma sessão de relaxamento, tais como: código da sessão, data de execução, duração do em estado mental Beta, duração em estado mental Alfa, duração em estado mental Teta, duração em estado mental Delta e duração total da sessão. Esse relatório tem como finalidade propiciar uma visão ampla das sessões decorrentes em um respectivo intervalo ou mesmo de uma determinada sessão.

### C.3. Relatório Analítico de desempenho de sessões

#### C.3.1. Finalidade

- Apresentar ao leitor uma visão completa e analítica da sua evolução em questão a facilidade de relaxamento do decorrer das sessões.

#### C.3.2. Opções de Filtro

- Período: Data inicial / Data final.
- Usuário

#### C.3.3. Ordenação

- Data de execução da sessão

#### C.3.4. Quadros

- Desempenho de sessões – Apresenta os dados provenientes de uma sessão de relaxamento, tais como: código da sessão, data de execução, duração do em estado mental Beta, duração em estado mental Alfa, duração em estado mental Teta, duração em estado

mental Delta, duração total da sessão e indicador de facilidade de relaxamento. Esse relatório tem como finalidade propiciar ao usuário avaliar a sua evolução na facilidade de relaxamento dentre um número de sessões decorrida em um intervalo. (Figuras 34 e 35)

### C.3.5. Gráficos

- Facilidade de relaxamento por sessão – Apresenta uma visão gráfica dos indicadores de facilidade de relaxamento (alta ou baixa) durante cada sessão.
- É útil, por exemplo, para avaliar a eficácia das sessões de relaxamento e o comportamento do usuário perante elas

**Icelus**

28/10/2008

Sessões realizadas

1 de 1

Usuário: THIAGO		De: 01/01/2008 à 10/28/2008				
Sessão	Data	Duração em Beta	Duração em Alfa	Duração em Teta	Duração em Delta	Duração total
22	01/18/2008	0:15:00	0:15:00	0:15:00	0:15:00	1:00:00
23	01/23/2008	0:15:00	0:10:00	0:20:00	0:15:00	1:00:00
24	07/28/2008	0:10:00	0:08:00	0:17:00	0:25:00	1:00:00
25	01/17/2008	0:20:00	0:15:00	0:20:00	0:05:00	1:00:00
26	08/02/2008	0:08:00	0:15:00	0:15:00	0:22:00	1:00:00

Figura 34 – Relatório de sessões realizadas

**Icelus**

28/10/2008

Desempenho de sessões

1 de 1

Usuário: THIAGO		De: 01/01/2008 à 10/28/2008					
Sessão	Data	Duração em Beta	Duração em Alfa	Duração em Teta	Duração em Delta	Duração total	Fax. relax
22	01/18/2008	0:15:00	0:15:00	0:15:00	0:15:00	1:00:00	0,75
23	01/23/2008	0:15:00	0:10:00	0:20:00	0:15:00	1:00:00	0,75
24	07/28/2008	0:10:00	0:08:00	0:17:00	0:25:00	1:00:00	0,58
25	01/17/2008	0:20:00	0:15:00	0:20:00	0:05:00	1:00:00	0,92
26	08/02/2008	0:08:00	0:15:00	0:15:00	0:22:00	1:00:00	0,63

Figura 35 – Relatório de desempenho das sessões

## **ANEXOS A – DESCRIÇÃO PROJETO DE HARDWARE OPENEEG**

Esse projeto é disponível publicamente na página da internet (<http://openeeg.sourceforge.net>) e será descrito nessa seção como uma forma de tradução livre do projeto de hardware de eletroencefalograma denominado OpenEEG, de conteúdo livre e sobre os termos da GPL (General Public License) e da CC (Common Creations).

### **A.1. Sobre o projeto**

Muitas pessoas têm interesse em saber o que é chamado “neurofeedback” ou treinamento de biofeedback com eeg, genericamente é considerado como um método de treinamento mental que proporciona uma forma de treinamento consciente sobre as atividades do cérebro. Esse método demonstra um grande potencial de capacitação para diversas capacidades mental e exploração da consciência. Outras pessoas procurar desenvolver esse projeto pois desejam criar experimentos com computação baseadas em interface de controle cerebral ou basicamente descobrir como o cérebro funciona.

Infelizmente, equipamentos comerciais de eletro encefalograma tem o custo muito elevado para aquisição de uso como ferramenta de testes ou um “brinquedo”.

O projeto OpenEEG consiste basicamente no compartilhamento de esquemas eletrônicos e softwares para que seja desenvolvido um equipamento (Hardware) de eletro encefalograma no estilo “faça você mesmo”, sendo o mesmo liberado de forma livre e sob os termos da GPL (General Public Licence). Esse projeto permite que pessoas interessadas ou amadoras desenvolvam um equipamento experimental de eletro encefalograma. Dessa forma pode ser usados livremente para integrações eletrônicas, projetos de “neurofeedback”, desenvolvimento de softwares relacionados, etc.

## A.2. Visão geral

Um sinal EEG é normalmente capturado por eletrodos cobertos por cloreto de prata, no entanto algumas vezes outros materiais como prata pura, aço, estanho ou ouro também podem ser utilizados. A amplitude do sinal é apenas alguns micro-volts e precisa ser amplificadas milhares de vezes antes que possa ser capturada. Sendo ele fraco, o sinal pode facilmente ser interferido por ruídos, particularmente 50/60 Hz que podem ser transmitidas capacitivamente pela fiação elétrica do ambiente.

Para lidar com isso o sinal é inicialmente amplificado por um amplificador de alta qualidade que mede a diferença de tensão entre as duas localizações dos eletrodos no escalpo. Conforme indicado na figura 36, usamos as posições C3 e P3 para posicionamento correto dos eletrodos. Isto garante que uma alta porcentagem da oscilação principal nunca entre no sistema, porque o nível da oscilação principal nas duas localizações é essencialmente a mesma.

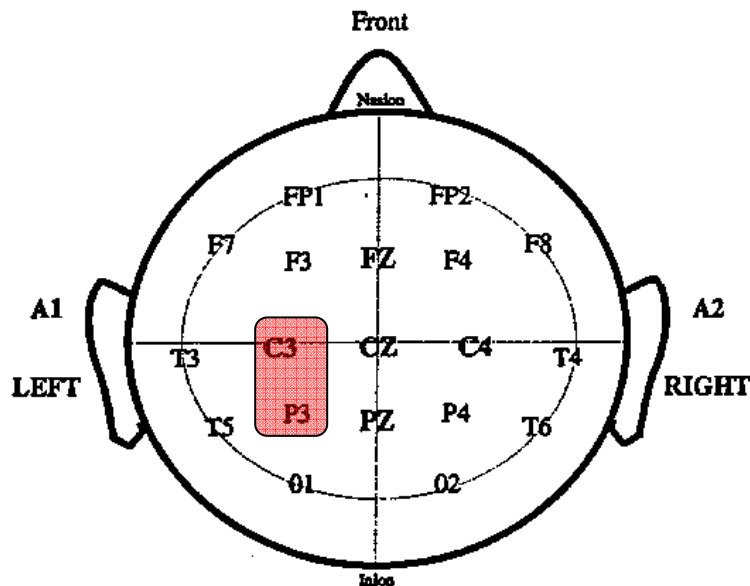


Figura 36 – Posicionamento dos eletrodos do Eletroencefalograma

Fonte: <http://webideas.com/biofeedback>, 2008.

Em seguida a força do sinal é aumentada por amplificadores normais, e depois tratada por um filtro passa baixo que minimiza a distorção causada pelo assim chamado aliasing que pode ocorrer quando o sinal é convertido para amostras digitais.

Segue abaixo, figura 37, um diagrama de bloco de um canal de amplificador EEG, e o Rigth-leg driver (circuito DRL).

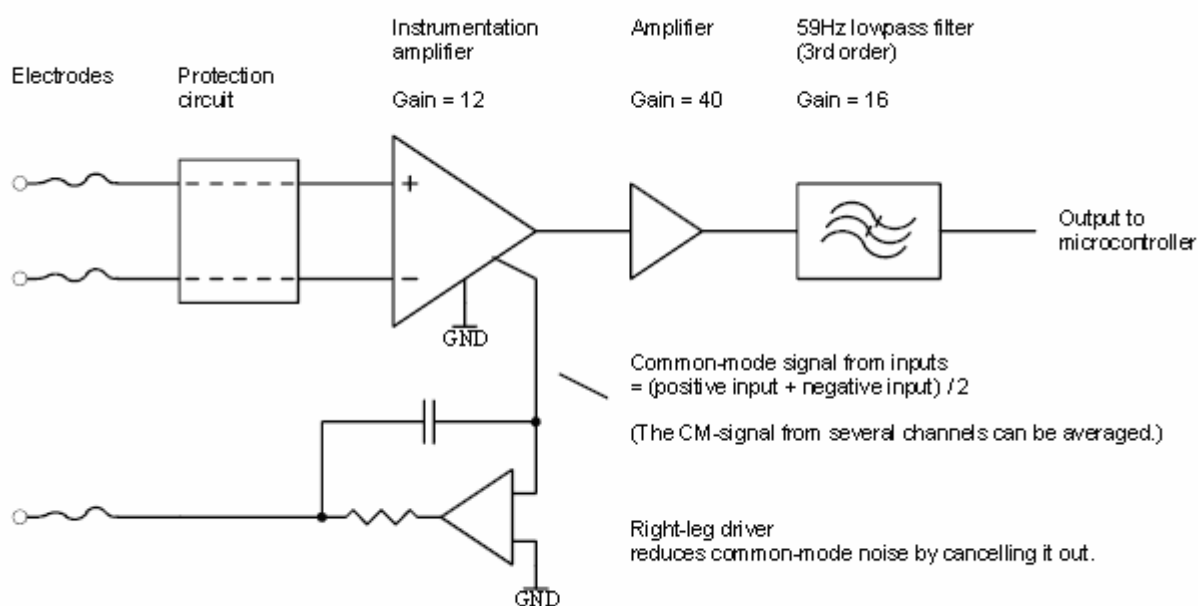


Figura 37 – Diagrama de bloco do amplificador do OpenEEG (Simplificado)

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

Algumas partes não são incluídas aqui. O esquema completo oferece todos os detalhes que possam lhe interessar.

O sinal EEG é coletado pelos dois eletrodos e passa pelo circuito de segurança. Ele serve para dois propósitos. Primeiro, ele protege o circuito de uma descarga eletro estática (ESD) e segundo ele protege o usuário de interferir no circuito. Ao menos em teoria.

Ao deixar o circuito de proteção o sinal entra no amplificador de instrumentação onde ele é amplificado doze vezes. Depois disso o sinal é amplificado em torno de quarenta vezes no estágio do amplificador secundário. Não é possível visualizá-lo no

diagrama, mas existe uma razão para dividir a amplificação em dois estágios. Entre esse dois estágios existe um filtro de passa alta que remove as extremidades excedentes da onda da tensão contínua.

Alguns materiais de eletrodos, como o ouro ou o aço, são polarizados. Isso significa que uma carga elétrica pode acumular na superfície de um eletrodo, criando uma tensão contínua relativamente alta, algumas vezes centenas de milivolts se você não tiver sorte. Em teoria, você poderia amplificar um sinal de duzentos milivolts e conseguir uma saída de noventa e seis volts. Na realidade o circuito somente consegue lidar com aproximadamente 2.5V, portanto o sinal de saída ficaria fixo em um patamar +/-2.5V e não conteria nenhum EEG. O filtro passa alta tenta resolver esse problema.

Finalmente, o sinal é amplificado por mais 16 vezes e tratado pelo filtro passa baixo. O tratamento é feito para prevenir efeitos de aliasing quando o sinal foi digitalizado.

Abaixo os amplificadores do sinal e o filtro conferem um terceiro ponto de amplificação no outro sentido, aparentemente enviando o sinal para o usuário. Este é o Righth-leg driver. Nomeado assim por razões históricas. O dispositivo é, e foi anteriormente apenas usado para fins de ECG, que mede a atividade elétrica do coração. Durante as sessões de ECG o dispositivo é conectado na perna direita, o mais longe possível do coração.

O propósito do DRL é reduzir os sinais comuns como 50/60Hz de oscilação principal, cancelando-os. Ele substitui o eletrodo terra usado em esquemas de EEG antigos, e podem atenuar a oscilação principal cem vezes mais que somente um amplificador instrumental.

Após o tratamento, o sinal está pronto para aquisição do conversor analógico digital que em nesse caso está localizado no micro controlador. O micro controlador envia o EEG digitalizado para o PC através de um cabo serial padrão. Para proteger o usuário de falhas elétricas, o dispositivo EEG está eletricamente isolado do PC e de

fontes externas de energia. Conforme diagrama de bloco, mostrado na figura 38, abaixo:

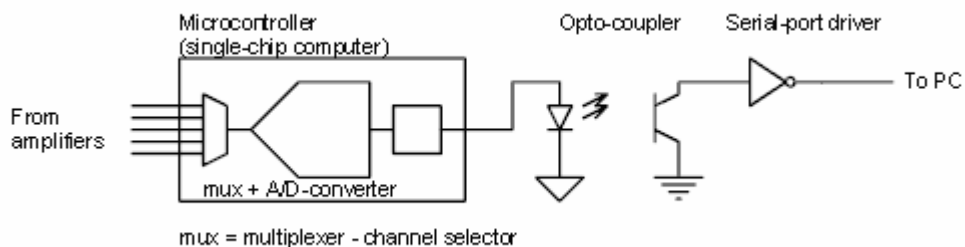


Figura 38 – Diagrama de bloco do amplificador do OpenEEG

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

De acordo com o manual no projeto livre do OpenEEG, sendo essa uma tradução livre do site <http://openeeg.sourceforge.net>, é relatado que o projeto não foi testado de acordo com os padrões de segurança médica e deve ser considerado no máximo um experimento.

### A.3. Especificações técnicas

#### A.3.1. Especificações gerais

Tabela 2 – Especificações Gerais do OpenEEG

Número de canais	2 - 6 (apenas 2 testado)
Resolução	quatro 10 bits, dois 8 bits
Tensão de entrada da resolução	0.5 $\mu$ V
Tensão de entrada da escala total	+/-256 $\mu$ V
Ruído de banda larga	~ 1 $\mu$ Vp-p
Corrente fornecida (5V or 9 - 12V)	70 mA (2 canais)
Voltagem de isolamento (notas 2, 3)	2500V (1 minuto)
Voltagem de isolamento continua (nota 2, 3)	480V

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

Notas:

No micro controlador Atmega8 os canais 5 e 6 são de apenas 8 bits devido a problemas com ruídos. Esses canais não podem ser usados para EEG sem aumentar o ganho do amplificador em quatro vezes.

O conversor DCDC e o isolador ótico são certificados para suportar 3000vrms e 2500vrms respectivamente por um minuto. A tensão de trabalho garantia para períodos maiores que um minuto é 1100vrms e 480vrms respectivamente.

O EEG Modular não é certificado IEC60601-1. Ele provavelmente não suportará raios e outras condições elétricas extremas. Use com cuidado.

#### A.3.2. Corrente fornecida

Tabela 3 – Corrente fornecida para o OpenEEG

Placa digital	52 mA
Placa digital + cabo serial conectado	56 mA
Corrente total (incluindo 2 canais amp)	73 mA
Total estimando para 4 canais configurados	77 mA
Conversão eficiente DC/DC	~78% ( =>15mA, 2 ch)

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

## A.3.3. Especificação do amplificador EEG

Tabela 4 – Especificações técnicas do amplificador - OpenEEG

Ganho nominal	7812.5
Capacidade de tratamento de extremidades de ondas	TBD > 200 mVdc
Frequência baixa CMRR	TBD > 100 dB (?)
Filtro passa alta	2nd ordem, $f_c = 0.4\text{Hz}$
Filtro anti ruído	Vide documento do filtro
Recursos extras	250 $\mu\text{V}$ (+/-10%)Sinal de teste. circuito DRL - adiciona > 40dB CMRR em 50/60Hz.

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

## A.3.4. Especificação do conversor AD (AT90S4433)

Tabela 5 – Especificações técnicas do conversor Analógico/Digital - OpenEEG

Numero de canais	6
Resolução	10 bits
Numero de bits efetivos (nota 1, 3)	9.1 bits (< 100Hz)
Sinal de ruído (nota 1, 3)	58.7dB (Max 60dB)
Não linearidade integral (nota 2)	+/- 0.5 LSB (typ)
Não linearidade diferencial (nota 2)	+/- 0.5 LSB (typ)
Erro de extremidade de onda (note 2)	1 LSB (typ)
Precisão absoluta (ADC clock = 200kHz)	1 LSB (typ), 2 LSB max
Erro de ganho (erro de referencia de voltagem)	1% (typ), 2.25% max

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

Notas:

Características dinâmicas obtidas a partir do Holcher, R. et. al., The Test of AD Converters Embedded on Two Microcontrollers, Measurement Science Review (Journal of the Institute of Measurement Science, Slovak Academy of Sciences, <http://www.measurement.sk/>), Volume 1 Número 1 2001.

Fonte: <http://www.measurement.sk/PAPERS/Holcer.pdf>

INL, DNL, os números de erro de borda e precisão absoluta foram obtido de esquemas de fabricantes. O artigo na nota 1 especifica INL maior: 1.4 LSB max (valor absoluto, não +/- 1.4 LSB). Todos os valores assumem ADC clock < 200kHz.

O artigo na nota 1 descreve o micro controlador AT90S8535. Esse é o maior controlador da família do AT90S4433, provavelmente com cores similares. As medidas foram feitas em maior taxa de amostragem ( $f_s = 4800\text{Hz}$ ) e com uma  $V_{ref} = 2.5\text{V}$  que pode degradar sutilmente os resultados comparado com um  $f_s = 256\text{Hz}$  e  $V_{ref} = 4.0\text{V}$  usados no EEG Modular.

#### A.4. Descrições Detalhadas

Nas seções a seguir, analisaremos desde as entradas do EEG à saída da porta serial. Perceba que enquanto descrevemos a placa analógica, partes dos números usados no canal 2 são omitidas para obter mais clareza. Importante: Para entender as seções seguintes será necessário o uso dos esquemas.

#### A.5. Circuito de Proteção

A primeira parada após a entrada na placa analógica através dos conectores EEG é o circuito de proteção.

À frente temos três capacitores, C210, C206 e C207 que supostamente devem suprimir sinais de rádio frequência que adentram o sistema através dos cabos dos eletrodos. A seguir temos uma rede de transistores (Q202, Q204, Q206, Q208) e alguns resistores (R203, R204 e R209 ao R212).

Os transistores não são realmente usados com tal, ao invés disso agem como diodos de captura.

Quando a tensão sobre um desses “diodos” excede algo em torno de 0.2V, eles passam a conduzir corrente. Abaixo desse nível eles são basicamente circuitos abertos, apenas conduzindo alguns picoamperes. Se a tensão atinge algo em torno de 0.7V eles passam a conduzir severamente. Com a ajuda dos resistores eles previnem a tensão de ir acima de 0.7V. Eles também limitam a corrente de atingir o usuário caso ocorra um curto circuito entre a trilha de energia e o plugue de entrada do amplificador.

#### A.6. Amplificadores e filtros

Atrás do circuito de proteção, localiza-se o amplificador de instrumentação IC203. Ele não apenas amplifica o EEG como também reduz a impedância tornando-o menos sensível a ruídos. O ganho está ajustado pelo R216 e R217 de acordo com  $G=1+50 \text{ Kohm}/R_g$ , onde  $R_g=R216+R217$ . Na junção entre o R216 e R217 é possível medir a tensão comum. IC204A exerce essa função, depois encaminha o sinal para o DRL.

Após o amplificador de instrumentação existe um filtro passa alta representado pelo C221 e R226, que foi montado para remover bordas excedentes de ondas de corrente contínua. Sua frequência de corte é em torno de 0.16Hz.

Um circuito de amplificação não inversa padrão sucede o filtro passa alta. O ganho está ajustado para  $G = (R_a+R_b)/R_a$ , onde  $R_a = R203+R222 = 1\text{kOhm}$  a  $21\text{kOhm}$ , a  $R_b = R225 = 100\text{kOhm}$ , permitindo que o ganho possa ser ajustado de 6 a 100.

Finalmente existe um segundo estágio de filtro passa alta idêntico ao primeiro e um filtro passa baixa de terceira ordem que também amplifica o sinal por mais 16 vezes com o amplificador operacional IC206B no centro. O filtro é descrito em detalhes no apêndice A.

Perceba que apenas dois pólos do filtro estão localizados na placa do amplificador. Se observarmos o esquema para a placa digital acharemos conjuntos de RC-links feitos através de resistores de 7.7KOhm e capacitores de 220nF que formam um terceiro pólo. Eles estão dispostos próximos ao micro controlador para reduzir a interferência que pode ter sido capturada no cabo entre placas.

#### A.7. Dispositivo Right-leg

Como mencionado na sessão anterior, o sinal comum foi capturado na junção do R216 e R217 em seguida enviado através do IC204A. O outro canal é similarmente manipulado.

#### A.8. Interface RS232

A interface serial possui três partes: Um Max232(IC106) que converte os níveis de tensão do RS232, +/-12V, para níveis de TTL (0 e 5V) e vice e versa. Dois isoladores óticos (IC103 e IC104) que isolam eletricamente o Max232 do resto da placa, por motivos de segurança. Para alguém que já utilizou alguma vez um isolador óptico, o circuito (os resistores) ao redor dos isoladores óticos, pode parecer um pouco diferente. Ele permite uma taxa de transmissão maior por reduzir a necessidade da tensão de mudar de 0 para 1 e de 1 para 0.

O desenho original do isolador óptico pode ser encontrado em um livro alemão "Mit dem PIC- Controller erfolgreich arbeiten." de Anne e Manfred König, ISBN: 3827251680.

É importante notar que um isolador óptico individual possui grandes diferenças nos CTR. Os parâmetros do CTR especificam a quantidade de corrente energizando o LED transmissor que é repassado para o receptor foto transistor, e que afeta a performance do circuito. Se você não tiver sorte, talvez tenha que mudar os resistores de 470ohm para conseguir que o sinal prossiga.

#### A.9. Microcontrolador

O microcontrolador usado é o modelo AT90S4433 ou o Atmega8 fabricado pela Atmel. Eles foram escolhidos por diversas razões:

São bem rápidos. A maioria das instruções demora apenas um ciclo de clock para executar;

Possuem um conversor AD 10 bits de 6 canais integrados tornando possível a leitura de 6 sinais EEG ao mesmo tempo, com três placas de amplificação. No Atmega8, os últimos 2 canais são de apenas 8 bits, que não é adequado para EEG, mas funciona para ECG, por exemplo;

Possui uma saída PWM. No EEG modular ela é usada para gerar um sinal de onda quadrada de 14hz. Esse sinal é alimentado na placa analógica aonde a amplitude é dividida até chegar a 250 $\mu$ V, adequado para testes e ajustes dos amplificadores EEG;

Possui uma porta serial do tipo Full-Duplex;

A programação é simples, portanto não requer um programador caro.

As peças discretas à esquerda do microcontrolados são utilizadas para diversos fins, mas em sua maioria estão dedicadas à criar um sinal de 4.0VDC para o conversor AD.

A tensão referência (IC101) define a tensão em seu cátodo manobrando a quantidade correta de corrente através de si mesmo, provocando uma queda de tensão controlada na R107. A R107 de 470 ohms limita a corrente e aproximadamente 2mA, mas a quantidade correta é determinada pela tensão de entrada R na referência.

R102 e R103 formam um divisor de tensão e um caminho de resposta para a referência para que quando a tensão no cátodo é de 4.0V, a entrada R enxerga 2.5V que é o ponto de referência. Se a tensão do cátodo sofre alterações por alguma mudança na tensão de alimentação, a referência irá mudar a corrente de manobra de acordo, para que esta mantenha a entrada R de 2.5V.

Verificando algumas partes à esquerda da R102 e R103, o capacitor 10 $\mu$ F é usado como uma reserva de energia, semelhante à qualquer capacitor de dissociação que é possível encontrar por toda a placa. O diodo D101 é usado para garantir que a tensão de referência nunca exceda a tensão de alimentação durante o desligamento.

R101 e R105 dividem a tensão de 4.0V em dois, criando uma tensão de referência de 2.0V para a rede VGND. Em seguida ela é armazenada na placa através de um buffer. Um buffer é simplesmente um amplificador de ganho igual a 1 comumente usado para prover capacidade de controle. Capacidade de controle é a habilidade de forçar um sinal a mudar, ou mantê-lo em um nível desejado, removendo ou adicionando corrente ao circuito.

Nesse caso, o controle não é tão importante, pois o sinal é constante. Seria ótimo poder colocar um buffer para auxiliar na remoção de ruído, mas infelizmente não há espaço para ele na placa. E finalmente temos o R111 e o C108 de 100ohms e 10 $\mu$ F respectivamente que provêm rejeição de alta frequência da alimentação analógica de entrada para o microcontrolador.

## A.10. Sistema de Energia

Existe duas maneiras de energizar o EEG modular. A maneira recomendada é através de uma bateria de 9V ou 12V, mas é possível utilizar uma fonte de energia externa de 5V. Verificando na parte superior direita do esquema digital, podemos ver que a fonte de energia pode ser acoplada aos conectores PWR ou GND1. Se utilizarmos uma bateria de 9V ou 12V, o D103 previne danos caso a polaridade esteja invertida. Após o diodo existe um regulador de tensão padrão 7805 e alguns capacitores que agem como reservas de corrente.

A saída do 7805 energiza duas partes do circuito; a interface RS232 descrita abaixo, e o conversor DCDC. O conversor DCDC possui uma importante função; ele transmite a eletricidade através da barreira de isolamento, energizando o resto de o EEG modular enquanto protege o usuário de picos de tensão. Ele pode suportar tensões contínuas de até 1100V e picos de até 3000V através das entradas e saídas.

Em seguida ao conversor DCDC existem dois filtros, constituídos de dois indutores L101 e L102 e três capacitores cada. Precisa-se de mais de um capacitor, pois os capacitores do mundo real estão longe de serem ideais: eles trabalham apenas em bandas de frequência limitadas. O capacitor de 10 $\mu$ F lida com os componentes de alta frequência enquanto os capacitores de 47 $\mu$ F lidam com os componentes de baixa frequência.

O propósito destes filtros é reduzir o ruído de comutação do conversor DCDC. A energia direcionada à parte digital do microcontrolador é filtrada uma vez e a direcionada à parte analógica e amplificadores é filtrada duas vezes.

Os amplificadores na placa analógica necessitam de duas fontes de energia, mas a fonte de energia provê um único valor de tensão. Para solucionar esse problema, um ponto de aterramento virtual é criado alimentando-se um sinal de 2V para um amplificador operacional, IC201A na placa analógica. O IC201A então controla o aterramento virtual, chamado VGND. Mais informações sobre como o sinal de 2V VGND é criado, podem ser encontradas abaixo.

Em resumo, o que é usado como GND na placa digital é renomeado para AGND e usado como a trilha de energia negativa na placa analógica. VGND = AGND +2V atua como um ponto de aterramento virtual para os amplificadores.

Na placa analógica, o IC201A é dissociado por um grande capacitor de tântalo de 47 $\mu$ F, C201. Nesse caso uma carga capacitiva alta ajuda a estabilizar a saída.

O C201 se difere um pouco dos outros capacitores. Todos os capacitores possuem algumas resistências em série (ESR), e nesse caso o valor é importante. Uma ESR de apenas 1ohm ajuda a minimizar as oscilações de tensão ou corrente no patamar do VGND, causadas por repentinas e rápidas mudanças na quantidade de corrente descarregada da fonte de energia.

Abaixo seguem as redes de energia.

Iniciando pela placa digital, na seção não isolada, por onde a energia adentra o sistema e os sinais RS232 saem, temos:

PWR = energia não isolada de entrada

+5V/1 = 5V ajustado e não isolado

GND1 = aterramento não isolado

O conversor DCDC faz a ponte entre as partes isoladas e não isoladas e temos:

+5V/3 = 5V isolado para as partes digitais

+5V/2 = 5V isolado e filtrado para as partes analógicas, incluindo o amplificador

GND = aterramento digital

E finalmente na placa analógica temos:

+5V/2 = fonte de energia analógica

VGND = aterramento virtual, +2V referente ao AGND

AGND = GND na placa digital

#### A.11. Especificações do filtro

Nota: Um capacitor no filtro (C7 no esquema abaixo) foi alterado para 1nF. Essa alteração foi feita para remover a oscilação de alta frequência que foi observada quando alimentamos o amplificador com um sinal de teste de onda quadrada de 14Hz.

#### A.12. Descrição

Existem três partes distintas no filtro anti-aliasing no EEG modular

Um estágio de somente amplificação com um ganho nominal de 40. Utilizando um potenciômetro de corte de 10kOhm, o ganho pode ser ajustado para valores entre 10 e 100.

Dois simples estágios de filtros passa alta.

Um estágio de filtro passa baixa de  $f_c=59\text{Hz}$  que provê um ganho de 16.

As partes 1 e 2 não são descritas a seguir, no entanto seus efeitos na saída são visíveis nos gráficos abaixo, figuras 39 e 40. O ganho total é de 640, ou seja, aproximadamente 56dB.

## A.12.1. Ganho

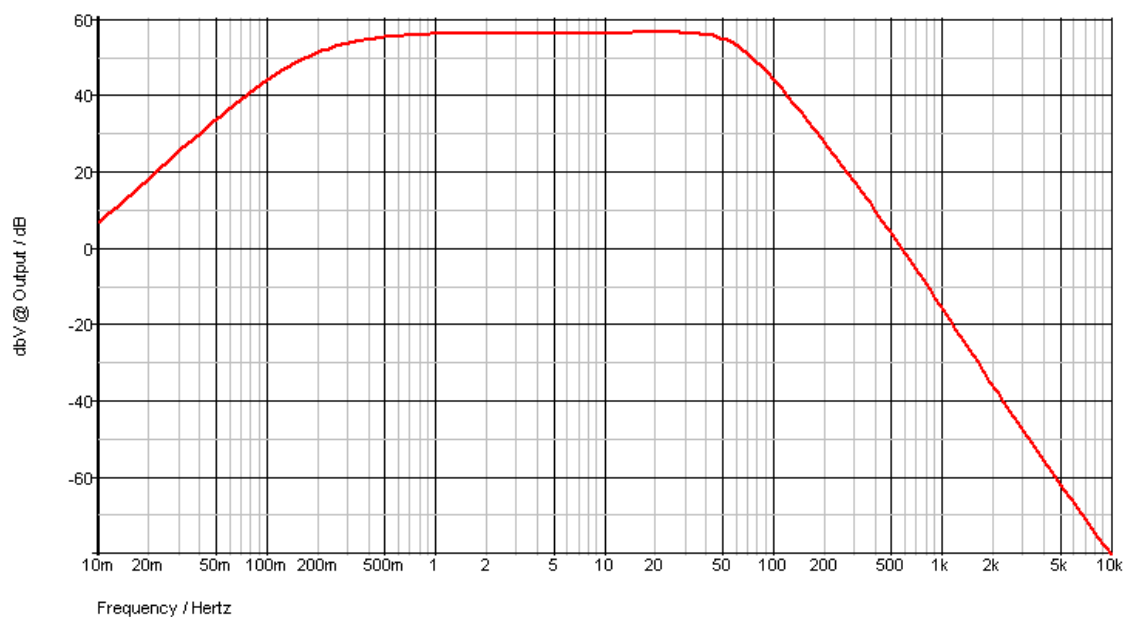


Figura 39 – Filtro de ganho - dB escala.

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

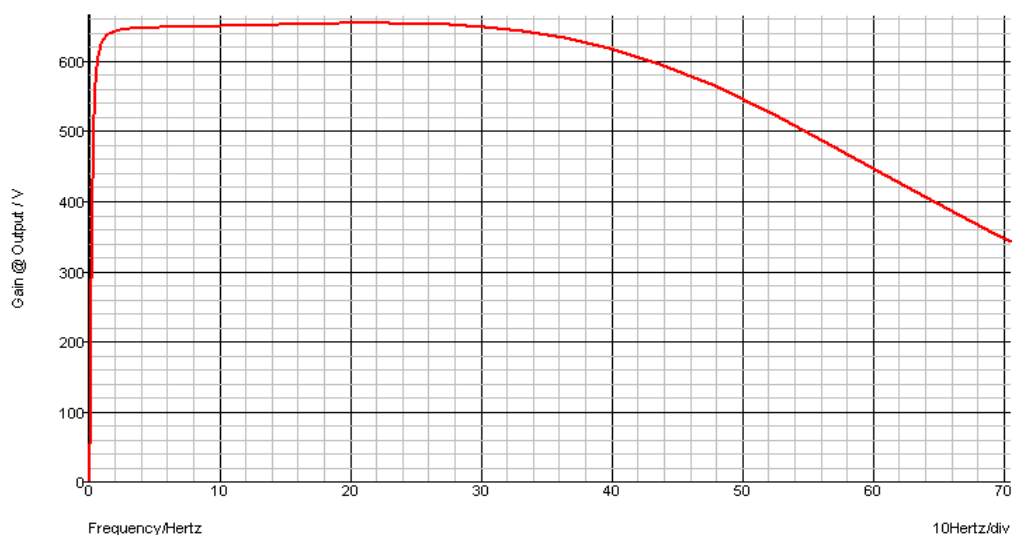


Figura 40 – Filtro de ganho – escala linear.

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

A terceira parte pode ser descrita como um filtro “Besselworth” já que ele é modelado para misturar os filtros Butterworth e Bessel. O atraso do grupo é mais plano

do que um filtro Butterworth, mas não tão planos quanto um filtro Bessel. O cotovelo na fronteira entre as bandas de passagem e de transição é mais arredondado do que em um filtro Butterworth, entretanto são mais definidos do que num filtro Bessel, conforme diagramas das figuras 41 e 42.

### A.12.2. Grupo de atraso

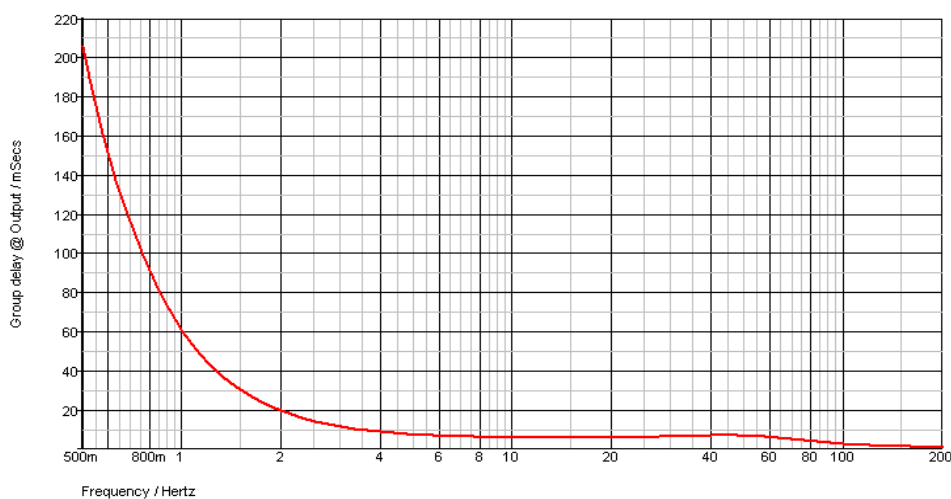


Figura 41 – Grupo de atraso – Escala Logarítmica.

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

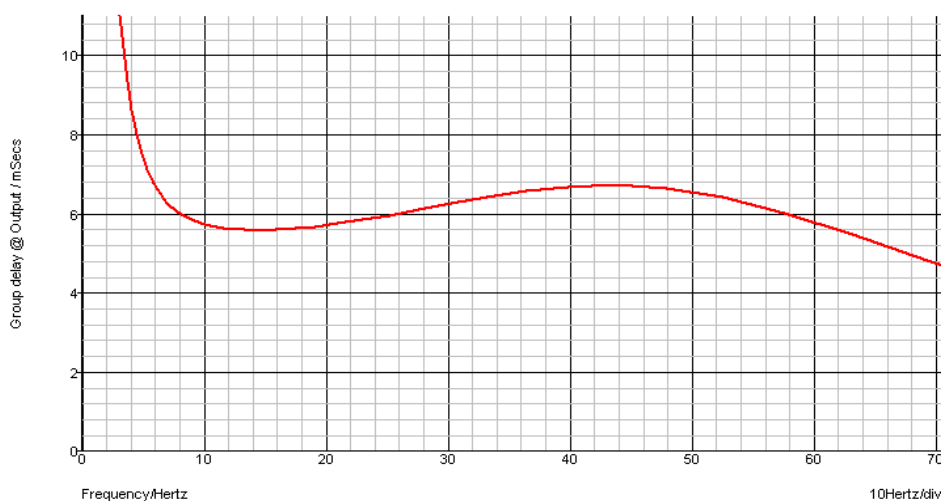


Figura 42 – Grupo de atraso – Escala Linear.

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

Contando os capacitores no esquema, um pode ser confundido como filtro de quarta ordem. Porém não é. Um filtro de primeira ordem possui um ganho de 6dB por

oitavo, um de segunda 12dB por oitavo, um de terceira 18dB por oitavo e assim por diante. Como esse filtro possui 19.2 dB por oitavo ele pode ser considerado como ordem 3.2.

Esse filtro é bom o suficiente para prevenir todos os efeitos de aliasing num conversor AD de 10 bit com 9 bits efetivos, se a taxa de amostragem for de aproximadamente de 1.5kHz ou mais. Como essa taxa é muito alta para ser utilizada por mais de dois canais numa porta serial padrão, uma taxa de amostragem de 768Hz é suficiente se um aliasing for permitido acima de 50Hz

Entretanto, como o sinal que estamos tentando medir é naturalmente filtrado pelo crânio, é possível que uma taxa de amostragem menor, por exemplo, 256 Hz ou 512 Hz sejam suficientes para a maioria dos propósitos, conforme gráficos das figuras 43 e 44.

### A.12.3. Fase

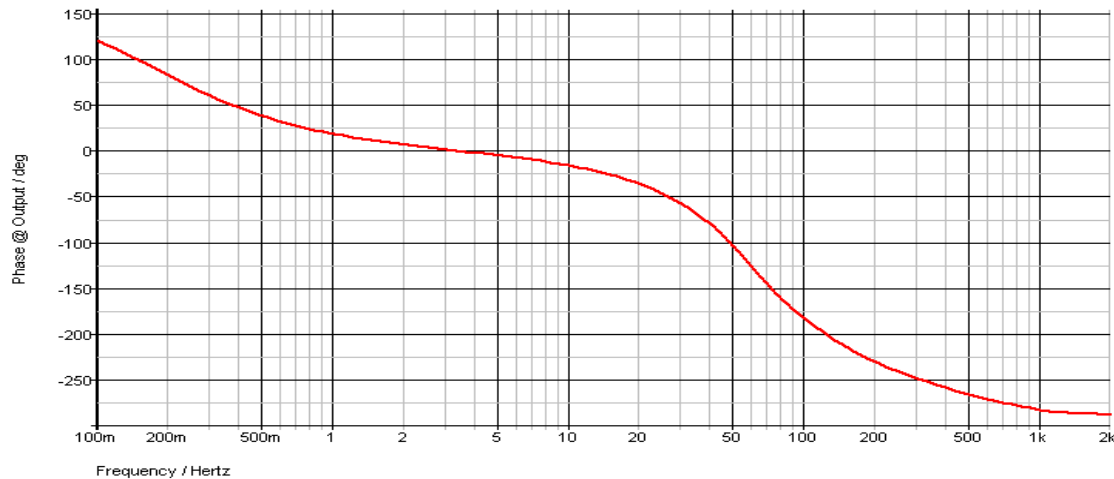


Figura 43– Fase de resposta – Escala logarítmica.

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

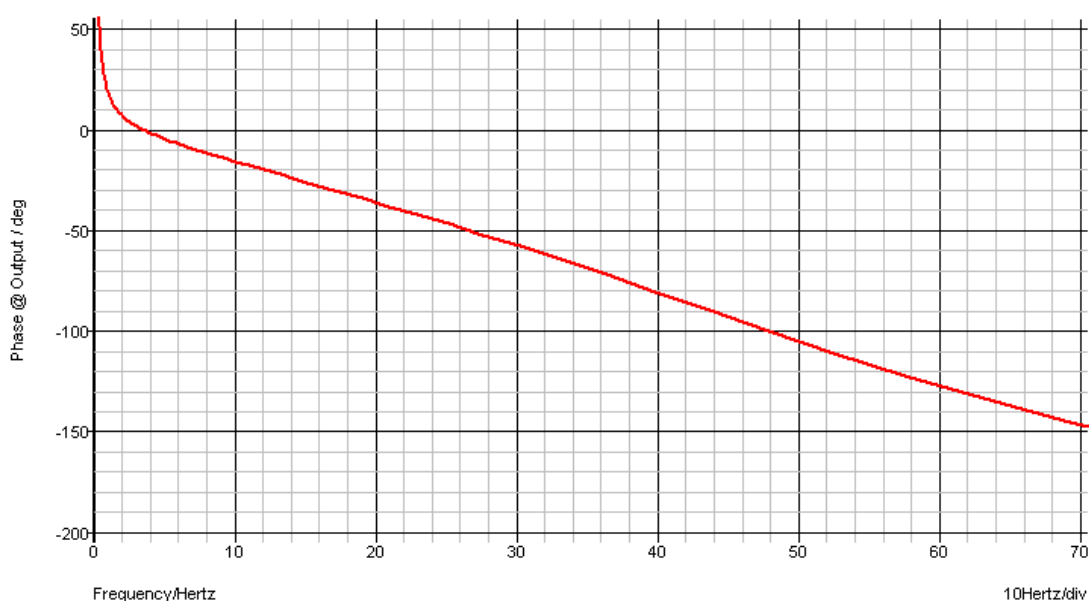


Figura 44 – Fase de resposta – Escala linear.

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

### A.13. Esquema ELETRÔNICO

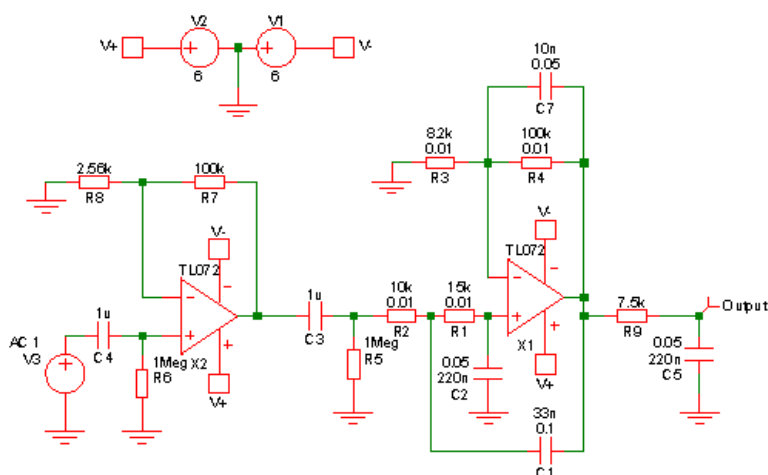


Figura 45 – Esquema SPICE.

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

A figura 45 demonstra o esquema de componentes eletrônicos no padrão SPICE.

## A.13.1. Tolerância dos componentes

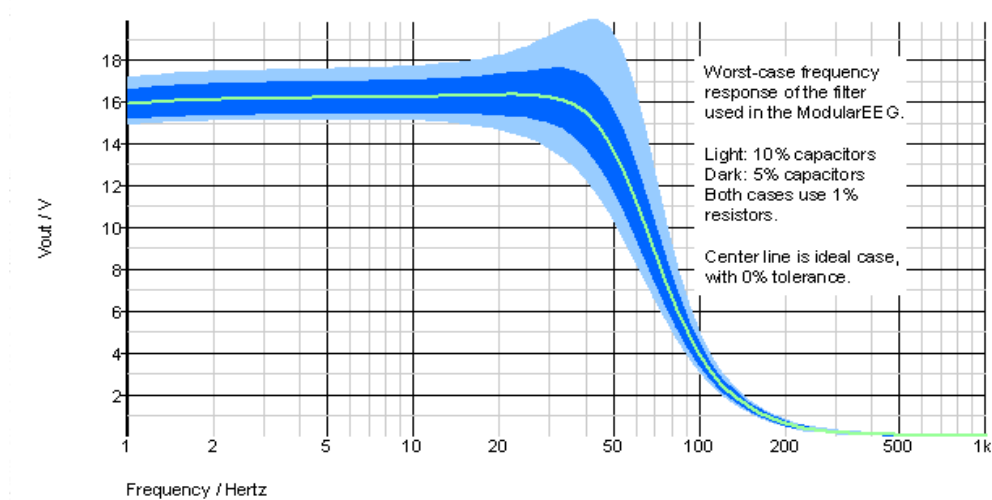


Figura 46 – Tolerância dos componentes eletrônicos .

Fonte: <http://openeeg.sourceforge.net>, 2008.

A figura 46 demonstra o efeito de diferente tolerância de capacitor sobre a frequência de resposta.


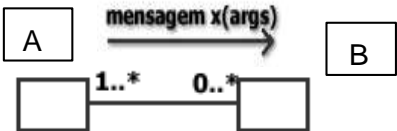



## **ANEXOS B – CARTÃO DE SIMBOLOGIA PADRÃO UML**




Conforme o Wikipedia (<http://pt.wikipedia.org/wiki/UML>), podemos definir a Unified Modeling Language (UML), ou Linguagem unificada de modelagem, é uma linguagem de modelagem não proprietária de terceira geração. A UML não é uma metodologia de desenvolvimento, o que significa que ela não diz para você o que fazer primeiro e em seguida ou como projetar seu sistema, mas ela lhe auxilia a visualizar seu desenho e a comunicação entre objetos.




Basicamente, a UML permite que desenvolvedores visualizem os produtos de seu trabalho em diagramas padronizados. Junto com uma notação gráfica, a UML também especifica significados, isto é, semântica. É uma notação independente de processos, embora o RUP (Rational Unified Process) tenha sido especificamente desenvolvido utilizando a UML.

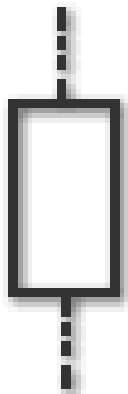

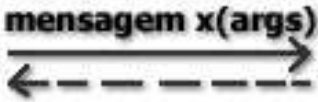
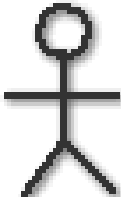
Para melhor entendimento, utilizamos no projeto Sylar diversas simbologias UML para atender as características da metodologia VOLERE, tendo sua simbologia e semântica descrita em forma de cartões. A semântica, de acordo com o “Dicionário Aurélio”, pode ser entendida como semasiologia, que “estuda as relações entre sinais e símbolos e aquilo que eles representam”. Pode também ser definida como “o estudo do sentido das palavras”. (FABRICAWEB, 2008)




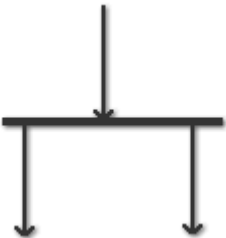
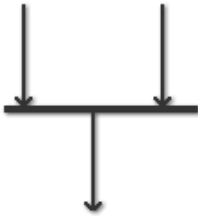
Para melhor ilustração será demonstrado às diversas simbologias da linguagem UML em forma de cartões, sendo seu conteúdo extraído da página da internet [www.fabricaweb.com.br/br/textos/t4.pdf](http://www.fabricaweb.com.br/br/textos/t4.pdf). Acessado em 28/10/2008. Sendo demonstrado a seguir:



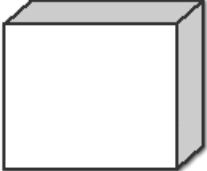
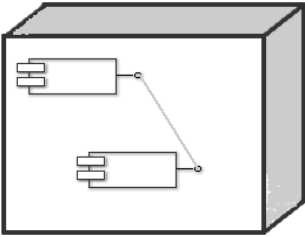
Folha de Referência UML		
Símbolo	Semântica	Uso
	<p>Uma mensagem típica utilizada nos diagramas de Classe, Objeto e Colaboração.</p>	<p>Designa que um objeto (A) está pedindo para que seja executada a mensagem X, no nosso exemplo, no objeto (B).</p> 
	<p>Uma classe típica na Orientação a Objetos. Usado nos diagramas de Classe. As ferramentas permitem que sejam escondidos os dois compartimentos mais a baixo (Atributos e Operações). Isso depende da necessidade.</p>	<p>O primeiro compartimento é destinado ao nome da classe, o segundo aos atributos e o terceiro às operações. Este diagrama (classes) é um dos principais diagramas da UML. Analista e Programador vão usá-lo à exaustão.</p>
	<p>Um diamante vazio indica uma decisão na UML, uma associação ternária ou superior, ou ainda uma agregação. Usado como uma decisão nos diagramas de Atividade e Estado. Como associação e agregação, é usado no diagrama de Classes.</p>	<p>No importante diagrama de estados, mostra perfeitamente os desvios de comportamento que uma atividade pode provocar. Já em associações pode indicar uma classe associativa, caso o analista queira representá-la. Na agregação, indica que o todo a parte que está próxima do diamante vazio, pode ser destruído, suas partes sobreviverão.</p>
	<p>Início de uma atividade ou de um estado. Utilizado no diagrama de atividade e no diagrama de estados.</p>	<p>Esta é uma marca visual, não há repercussão alguma em código. Indica ao analista e <i>stakeholders</i> do projeto o início seja de uma atividade ou de um estado.</p>


Símbolo	Semântica	Uso
	Uma marca de final, seja de uma atividade ou de um estado. Conhecido como saída de um fluxo. Esta marca de final, é chamada por alguns autores de <i>offho de boi</i> ". Utilizada tanto no diagrama de Estado como no de Atividades.	Este é um símbolo puramente visual. Apenas indica ao analista e programador que o <i>bounda ry</i> do domínio do problema terminou ali.
	Indica um objeto de determinada classe. Este símbolo é utilizado em diagramas de Objetos, Seqüência e Colaboração .	Este símbolo pode aparecer no formato apresentado ou <b>nome do objeto : nome da classe</b> ou, ainda, somente o <b>nome da classe</b> da qual aquele objeto faz parte. Pode ser considerado, em qualquer caso, como um teste de mesa para um momento do software.
	Este símbolo designa herança. É utilizado no diagrama de classe. Indica que a classe que está acima do triângulo fornece atributos e operações para a (s) classe (s) que estão abaixo. Pode ser usado, também, no diagrama de Caso de Uso.	A classe acima do triângulo é chamada de superclasse e as que se encontram na outra ponta da seta são chamadas de subclasses. O sentido do símbolo não necessariamente é vertical, poderia estar na horizontal e teria a mesma semântica.

Símbolo	Semântica	Uso
	<p>Um diamante preenchido, indica a composição. Este símbolo é utilizado no diagrama de classes. Este símbolo é, também, conhecido como indicando agregação por composição. Ambas as expressões são sinônimas.</p>	<p>Este símbolo indica que o todo, a parte que está próxima do diamante, se for destruído, as partes também serão. Ou seja, é necessário existir o todo para que existam as partes. Tem repercussões em código e deve ser simbolizado de forma a não gerar equívocos com a agregação.</p>
	<p>Estes símbolos estão representando a cardinalidade entre as classes. São utilizados no diagrama de Classes.</p>	<p>A cardinalidade pode aparecer da seguinte forma : 1, 0..1, 0..*, 1..*, *, (3,5,7). A finalidade é de mostrar a posse em termos de quantidades entre as classes. No exemplo ao lado, a classe da esquerda possui pelo menos um, ou muitos objetos da classe da direita. Já a classe da direita é possuída por um único objeto da classe da esquerda.</p>
	<p>Indica uma nota em qualquer diagrama. Pode ser utilizada tanto se referindo a um único objeto ou classe, a fim de fornecer mais clareza ou em um diagrama inteiro, a fim de informar dados gerais do diagrama.</p>	<p>É utilizada em qualquer lugar na UML.</p>

Símbolo	Semântica	Uso
	<p>Este símbolo é usado no diagrama de seqüências. A linha tracejada indica o tempo imaginário e o retângulo indica, na parte de cima, a criação ou instanciação do objeto e, na parte de baixo, a destruição do objeto.</p>	<p>No importante diagrama de seqüências, este símbolo dá -nos uma visão ampla do que os objetos farão ao longo do tempo, para uma determinada interface com o usuário. Representa desde um clique em um botão até o acesso em um banco de dados.</p>
	<p>Este símbolo indica a recursividade existente em um objeto.</p>	<p>Um objeto pode buscar em si mesmo, através de uma mensagem (operação), uma informação qualquer. Isto é a recursividade a que se refere a UML. A recursividade pode, também, aparecer no diagrama de Componentes.</p>
	<p>Estes símbolos são usados no diagrama de seqüências. A seta sólida indica a mensagem que deve ser executada no objeto da direita. A seta tracejada indica o retorno desta mensagem. Este retorno é apenas visual.</p>	<p>A utilização destes símbolos dá clareza no diagrama de seqüências .</p>
	<p>Este símbolo designa um Ator, conhecido como <i>Stick Man</i>. É utilizado no diagrama de Caso de Uso.</p>	<p>O Ator é alguém, um software, uma máquina, um computador, uma entidade externa que atua de alguma forma no domínio do problema abordado pela solução.</p>

Símbolo	Semântica	Uso
	<p>Este símbolo designa um Caso de Uso, a interação do Ator com o domínio do problema. O nome do Caso de Uso deve aparecer no centro da circunferência oval.</p>	<p>Um caso de uso, iniciado por um Ator, pode provocar ou interagir com outro caso de uso. Heranças podem ser representadas neste diagrama de forma a esclarecer o domínio do problema. É a principal parte do desenvolvimento de sistemas orientados a objetos.</p>
	<p>Este símbolo designa um Estado de um objeto, no diagrama de Estados, ou uma atividade no diagrama de Atividade.</p>	<p>No centro deste retângulo, com cantos <i>perfeitamente arredondados</i>, aparece o nome da atividade de um fluxo ou do estado pelo qual passa o objeto.</p>
	<p>Este símbolo designa um conector. Entre estados ou entre atividades.</p>	<p>Este símbolo mostra o sentido da leitura destes diagramas (Atividades, Estados) que são desenhados de forma <i>top-down</i>.</p>
	<p>Este símbolo é chamado de <i>Fork</i>, é a partida de duas atividades ou estados de um só ponto. Utilizado no diagrama de Estados e de Atividades.</p>	<p>Quando não cabe o símbolo de decisão, pois duas coisas vão acontecer simultaneamente, este símbolo mostra a transição.</p>
	<p>Este símbolo é chamado de <i>Join</i>, é o encontro de duas atividades ou estados em um só ponto.</p>	<p>Utilizado no diagrama de Estados e de Atividades.</p>

Símbolo	Semântica	Uso
	<p>Este símbolo designa um componente. É utilizado no Diagrama de componentes e no diagrama de Implantação.</p>	<p>Um componente expõe interfaces. Um analista usa a representação destes componentes para se entender como um componente usa a interface do outro.</p>
	<p>Designa um component e com sua interface. É utilizado no Diagrama de componentes e no diagrama de Implantação.</p>	<p>Um componente expõe interfaces. Um analista usa a representação destes componentes para se compreender como um componente usa a interface do outro.</p>
	<p>Este símbolo designa um node. Node é uma máquina, um Server que agrupará componentes. É utilizado no diagrama de implantação.</p>	
	<p>Esta simbologia completa a representação anterior, mostrando como os componentes são inseridos dentro do Node.</p>	<p>Esta linha e a anterior mostram a importância do diagrama de Implantação. Este diagrama é utilizado para se iniciar uma discussão com o pessoal de infra-estrutura sobre os impactos que se espera que a solução provocará.</p>
<p><b>{Ordenado}</b></p>	<p>Esta inscrição representa uma Propriedade do relacionamento, também conhecida como Restrição. Utilizado no diagrama de classes.</p>	<p>Podem-se acrescentar outras informações nesta Propriedade. Indica que quando o relacionamento for implementado e gerar, por exemplo, uma lista está será ordenada.</p>

Símbolo	Semântica	Uso
<p style="text-align: center;"><b>&lt;&lt;estereótipo&gt;&gt;</b></p>	<p>«estereótipo», <i>stereotype</i>, é a forma encontrada para se dar extensibilidade a UML.</p>	<p>Quando você precisa de um símbolo, não contemplado semanticamente pela OMG, use um «estereótipo». Classes, Estados, Atividades, Mensagens, etc, podem ser estereotipados. Utilize para fornecer maior clareza ao seu modelo. Ao ler um modelo e encontrar os símbolos («»), interprete que o analista precisou representar algo, como uma classe, porém com funcionalidades diferentes. Deste modo, ele estendeu o significado de uma classe estereotipando-a. O nome desta extensão é o que vai dentro dos símbolos («»).</p>
	<p>Este símbolo é a representação de uma classe utilitária. É usado nos diagramas de Classe e Seqüências e em outros que o analista achar conveniente. É o estereótipo de uma classe.</p>	<p>Neste tipo de classe inserimos operações, as quais, não pertencem a nenhuma outra classe, ou seja, são genéricas.</p>

Símbolo	Semântica	Uso
<b>{completo}</b>	Este símbolo é uma propriedade ou restrição. É utilizado no diagrama de Classes.	Seu uso é mais comum em estruturas que envolvem herança. Se temos a estrutura, por exemplo: Gerentes e Não Gerentes herdando de Funcionários temos uma análise completa do conjunto. O oposto seria incompleto (dentro do domínio do problema).
<b>{disjunção}</b>	Este símbolo é uma propriedade ou restrição. É utilizado no diagrama de Classes.	Seu uso é mais comum em estruturas que envolvem herança. O oposto de disjunção é sobreposição. Exemplo: O conjunto dos números inteiros e decimais herdam dos números reais. Aqui existe clara sobreposição. Em gerentes e não gerentes existe disjunção.
<b>{dinâmico}</b>	Este símbolo é uma propriedade ou restrição. É utilizado no diagrama de Classes.	Seu uso indica a associação de coisas por um período de tempo. Não gerente pode vir a tornar-se um gerente, aqui temos a propriedade dinâmica. Seu oposto é Estático.
<b>{ dinâmico, estático, completo, ordenado}</b>	Estas propriedades juntas dão significado a uma estrutura toda -parte ou generalização - especificação.	Pode-se usar apenas um ou todas as propriedades juntas para esclarecermos um ponto da análise.