

## A. MANUAL DO MÓDULO ATFAR DO ECGLAB

### ECGLAB – Módulo atfAR

Projeto de Mestrado de João Luiz Azevedo de Carvalho (Eng. Elétrica), orientado pelos Profs. Adson Ferreira da Rocha (Eng. Elétrica) e Luiz Fernando Junqueira Jr. (Medicina).  
Universidade de Brasília, 2003.

#### A.1 SOBRE O ECGLAB - ATFAR

O módulo atfAR é o ambiente do sistema ECGLAB destinado a análise tempo-frequencial de sinais de HRV, representados como séries de intervalos RR. Ele deve ser usado como uma toolbox para o MATLAB 5.3, da MathWorks, requerindo que as seguintes toolboxes estejam instaladas: Signal Processing, Splines, System Identification e Statistics. Seu vídeo deve estar configurado em resolução 1024x768, no mínimo.

#### A.2 INICIANDO O MÓDULO ATFAR

Para iniciar o atfAR, abra o MATLAB 5.3 e digite o diretório onde o ECGLab está instalado. Exemplo: **cd c:\ecglab**

A seguir, digite o comando **atfar**.

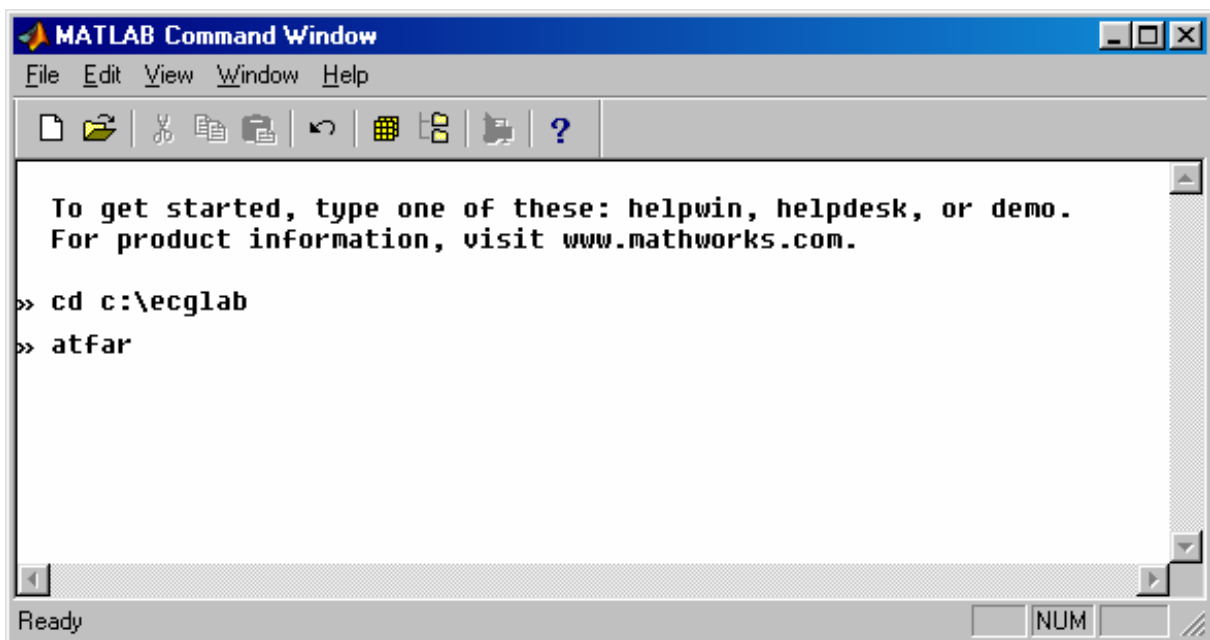


Fig. A.1 Comandos para iniciar o ECGLab – atfAR.

Para abrir um sinal no formato IRR, digite, no campo indicado, o caminho e nome do arquivo '.IRR' que se deseja abrir. Clique então no botão "Abrir IRR". Se aparecer uma mensagem de erro, verifique se o diretório, o nome do arquivo e a extensão estão corretos e tente novamente.

Aqui se pode também importar uma série de intervalos RR em arquivo texto (ASCII), sendo o procedimento o mesmo que nos demais módulos. Porém é reforçada a sugestão de que não se importe sinais em arquivo texto direto nos módulos de análise. Ao invés disso, procure fazer a importação no módulo OutliersRR. Uma vez analisada e validada a série de intervalos, salve a marcação naquele módulo e, neste módulo, utilize a opção "Abrir IRR", uma vez que a

marcação feita no módulo OutliersRR é salva também em formato IRR. Dessa forma se poupa tempo, além de se garantir que a série analisada não contém batimentos ectópicos.

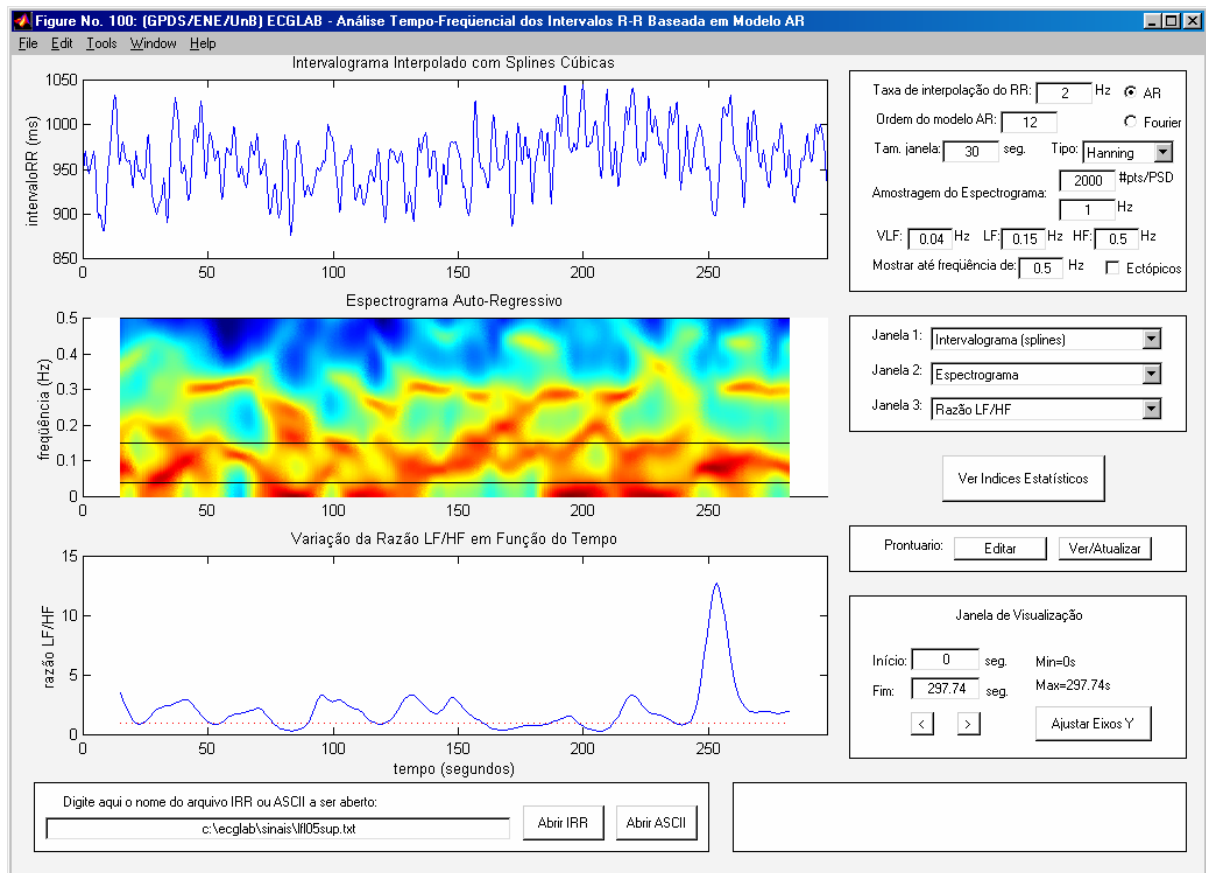


Fig. A.2 Tela de análise tempo-freqüencial do sinal RR.

### A.3 AJUSTANDO OS GRÁFICOS PARA VISUALIZAÇÃO

Uma vez aberto o sinal, três janelas com gráficos aparecerão. O usuário pode escolher que gráfico quer visualizar em cada janela, através dos menus localizados à direita dos gráficos. Qualquer gráfico pode ser posicionado em qualquer uma das três telas de visualização. Os seguintes gráficos estão disponíveis:

- Intervalograma (série de intervalos RR);
- Intervalograma interpolado com *splines* cúbicas;
- Espectrograma AR / Espectrograma de Fourier;
- Razão LF/HF em função do tempo;
- Razão LF/HF em função do tempo com áreas “pintadas”;
- Variação da potência absoluta na banda VLF em função do tempo;
- Variação da potência absoluta na banda LF em função do tempo;
- Variação da potência absoluta na banda HF em função do tempo;
- Variação da potência absoluta total em função do tempo;
- Variação da potência relativa na banda VLF em função do tempo;
- Variação da potência relativa na banda LF em função do tempo;
- Variação da potência relativa na banda HF em função do tempo;
- Espectro de potência AR / Espectro de potência de Fourier.

Escolhidos os gráficos, o usuário pode selecionar que trecho do sinal RR e dos gráficos tempo-freqüenciais deseja visualizar. Isso é feito no campo “Janela de Visualização” e permite, por exemplo, observar com mais detalhe um trecho pequeno do sinal, e ir deslocando a janela de visualização ao longo deste, com os botões ‘<’ e ‘>’. Apertando o botão “Ajustar Eixos Y”, é possível ajustar as escalas de amplitude de cada gráfico. Os limites podem ser definidos manualmente, ou automaticamente, através dos botões “Auto”. O botão “Retorna” traz de volta os campos para ajuste do eixo X (tempo).

Caso deseje-se observar detalhes nas altas freqüências, a opção “Mostrar até freqüência de” permite ver o espectrograma e o espectro de potência até a freqüência máxima (metade da freqüência de amostragem do RR). Da mesma forma, pode-se optar por observar somente as baixas freqüências, ou mesmo só uma faixa de freqüência do espectro (a banda LF, por exemplo).

Na figura a seguir, o usuário posicionou o espectrograma na tela de cima, e está analisando somente o segmento de 50 a 250 segundos, na faixa de freqüência que vai de 0,02 Hz a 0,40 Hz. Na tela do meio, o usuário optou por visualizar o gráfico da variação da potência total em função do tempo. Na tela de baixo, ele escolheu observar o espectro de potência do sinal.

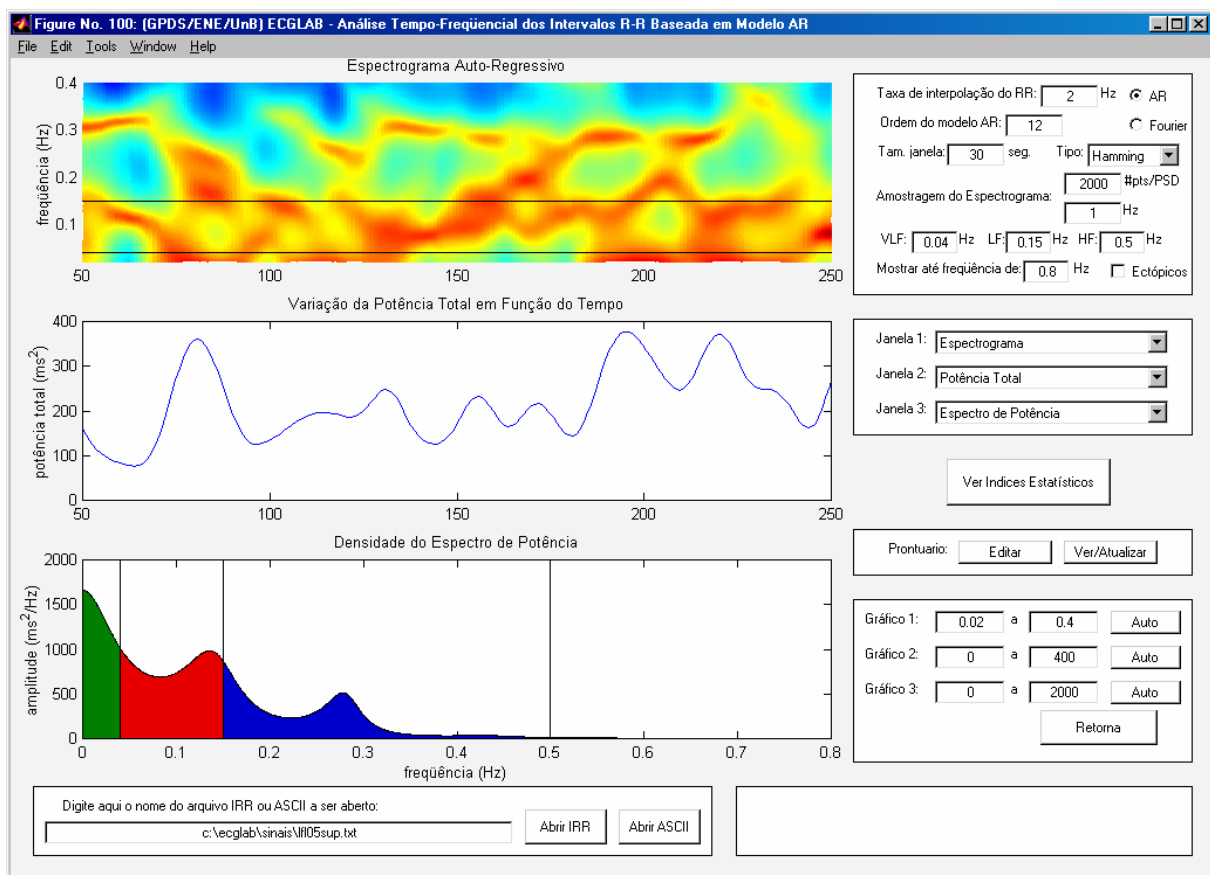


Fig. A.3 Utilizando a interface para visualizar detalhes dos gráficos.

#### A.4 DEFININDO PARÂMETROS PARA A ANÁLISE TEMPO-FREQÜENCIAL

Os parâmetros da análise tempo-freqüencial podem ser definidos no campo acima dos menus de escolha de gráficos. A configuração de parâmetros recomendada para uma análise tempo-freqüencial coerente e com baixo custo computacional é a seguinte:

- Interpolação do sinal RR com *splines* cúbicas à taxa de 2 Hz;
- Modelagem auto-regressiva com ordem 12;
- Janela de Hanning com 30 segundos de comprimento.

Se o usuário optar pela amostragem a 4 Hz, recomenda-se utilizar ordens entre 15 e 20. Para a amostragem a 2 Hz, deve-se utilizar ordens entre 12 e 15. Para interpolação a 1 Hz, sugere-se ordens entre 9 e 13. A ordem mínima sugerida (15 para 4 Hz, 12 para 2 Hz, e 9 para 1 Hz) pode ser utilizada sem problema algum. A escolha de uma ordem maior deve ser feita somente com o objetivo de obter espectrogramas mais agradáveis ao usuário, uma vez que os índices espectrais serão pouco afetados.

Da mesma forma, não há ganhos reais em se utilizar a amostragem a 4 Hz. A mesma informação pode ser obtida, sem distorções, usando a frequência de 2 Hz. Dessa forma consegue-se um cálculo mais rápido do espectrograma, pois serão processadas menos amostras, e poderão ser usadas ordens menores. No entanto, não é recomendável a interpolação à taxa de 1 Hz.

O comprimento da janela a ser utilizada fica a critério do usuário, desde que este utilize sempre o mesmo comprimento para obter índices que serão comparados entre si. Para a análise de sinais de 5 minutos, uma janela de 30 segundos de comprimento fornece uma boa resolução tempo-freqüencial. Mas se o objetivo for observar variações mais lentas na atuação do sistema nervoso, o usuário pode utilizar janelas mais longas (60 segundos, por exemplo). Para observar respostas rápidas do sistema nervoso, pode-se utilizar janelas menores que 30 segundos, o que resultará em um espectrograma mais detalhado.

Em relação ao tipo de janela a utilizar, recomenda-se evitar as janelas retangular e de Bartlett. Apesar de oferecem boa resolução freqüencial, essas duas janelas distorcem o espectrograma, e conseqüentemente os índices tempo-freqüenciais a serem calculados. A diferença entre os resultados obtidos com as janelas de Hanning e Hamming é praticamente imperceptível, ficando a escolha entre elas a gosto do usuário. A janela de Blackman parece melhorar um pouco a resolução temporal, mas piora a resolução espectral. Portanto, se o objetivo for aumentar a resolução temporal, pode-se optar pela janela de Blackman. Caso contrário, recomenda-se utilizar as janelas de Hanning ou Hamming.

O usuário pode também definir os limites das bandas VLF, LF e HF, que serão usados nos cálculos dos índices espectrais. A divisão das bandas é mostrada com linhas pretas nos gráficos do espectrograma e do espectro de potência. O usuário tem ainda a opção de fazer anotações no prontuário do paciente, da mesma forma que nos outros módulos.

A interface ainda permite ao usuário eliminar ou não os intervalos marcados, nos módulos anteriores, como associados a batimentos ectópicos. Ao remover as extrassístoles, o usuário está garantindo uma análise livre de distorções. No entanto, a análise tempo-freqüencial não é tão sensível a batimentos ectópicos quanto a análise clássica, uma vez que a distorção se limita à região no tempo na qual aparece a anomalia.

Se o usuário preferir, pode utilizar o espectrograma de Fourier ao invés do espectrograma AR. Mas a diferença nos índices obtidas é mínima, e o gráfico do espectrograma auto-regressivo é mais claro e objetivo.

## **A.5 DEFININDO A AMOSTRAGEM DO ESPECTROGRAMA**

Se o processamento estiver pesado, o usuário pode diminuir a resolução do espectrograma, diminuindo o número de janelas usadas para formar o gráfico, ou o número de pontos usado para amostrar cada espectro de potência. Esses dois parâmetros pouco afetam os índices espectrais. Utilizando uma amostragem mais alta do espectrograma, obtêm-se gráficos mais bonitos e suaves. Se o usuário optar por diminuir a amostragem, o tempo de processamento será menor, mas ele obterá gráficos mais quadriculados ou menos suaves.

Para uma análise preliminar, recomenda-se a amostragem do espectrograma com 800 pts/PSD a 0,4 Hz. Mas para obter gráficos mais bonitos (para uma apresentação, por exemplo), recomenda-se utilizar 2000 pts/PSD a 1 Hz.

Não se deve confundir amostragem do espectrograma com amostragem do sinal RR. A amostragem do sinal RR, ou seja, a taxa de interpolação por *splines* cúbicas, deve ser de 2 Hz, como proposto anteriormente. Como já discutido, sua alteração influencia diretamente os índices tempo-freqüências, caso não se ajuste a ordem do modelo AR. Já a amostragem do espectrograma, como descrita aqui, pode ser ajustada com liberdade pelo usuário, a fim de obter gráficos mais bonitos ou processamento mais rápido, acarretando em pouca ou nenhuma distorção nos índices tempo-freqüenciais.

## A.6 VISUALIZANDO OS ÍNDICES ESTATÍSTICOS

Os índices tempo-freqüenciais são obtidos, na ferramenta, pressionando o botão “Ver Índices Estatísticos”. Os valores são atualizados sempre que se altera algum parâmetro da análise tempo-freqüencial.

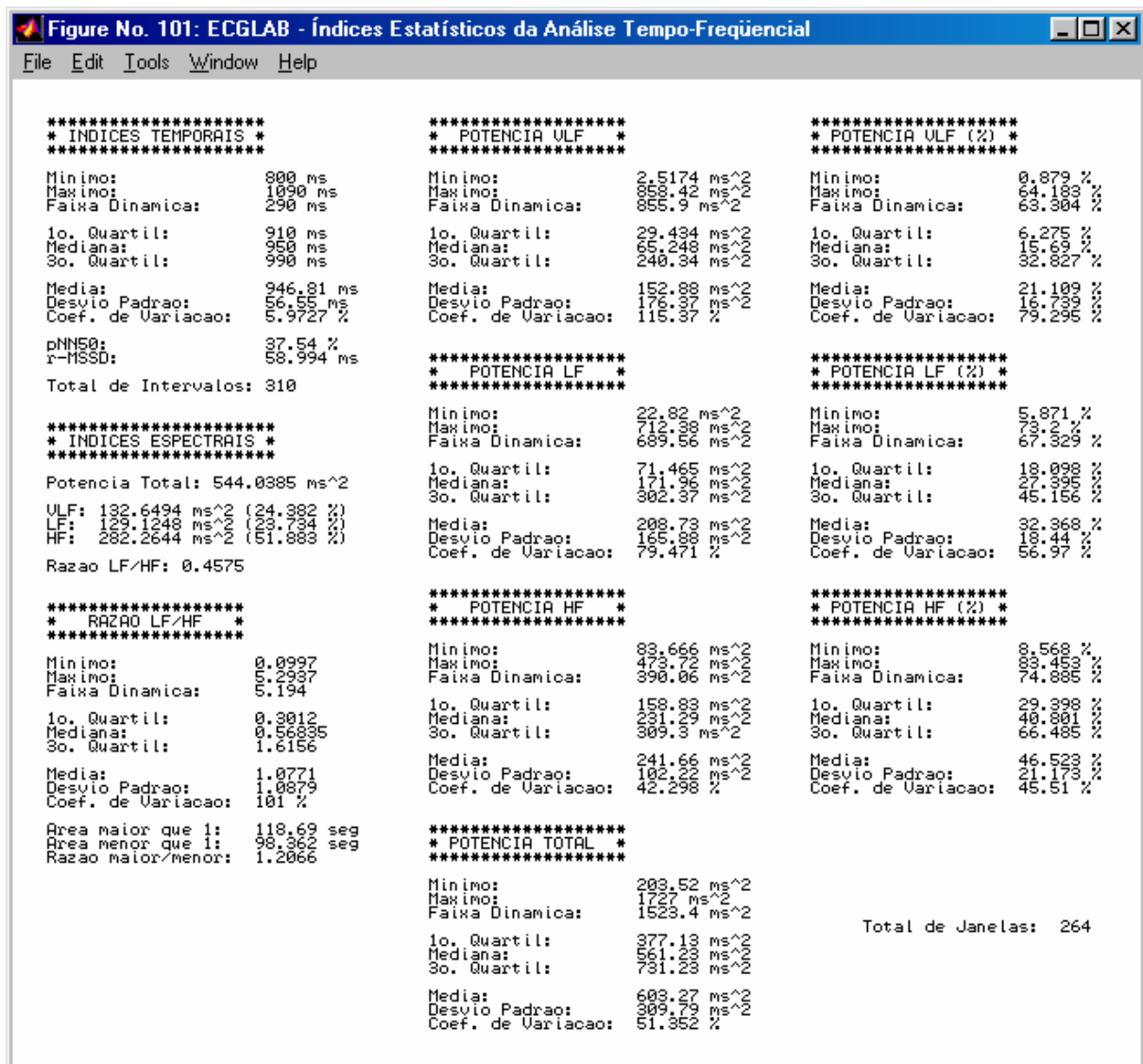


Fig. A.4 Tela de visualização dos índices tempo-freqüenciais.