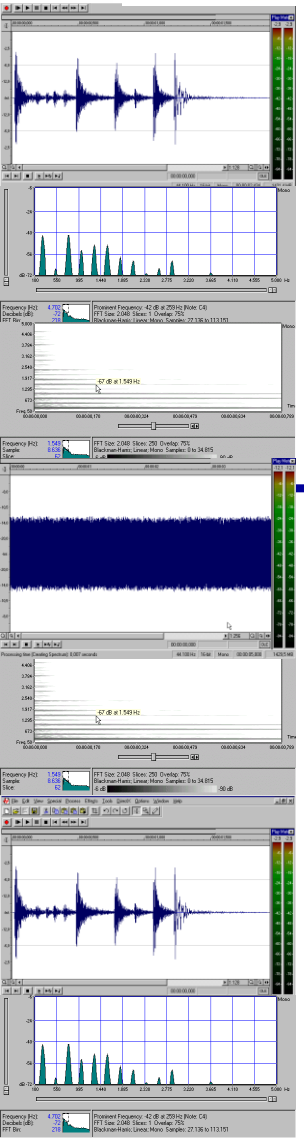


Universidade do Estado de Minas Gerais

Unidade de Frutal

Curso de Sistemas de Informação

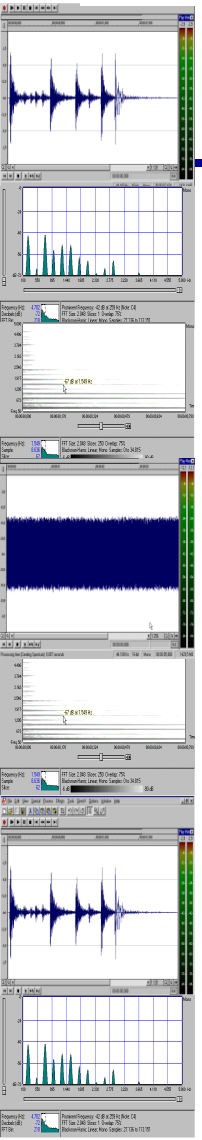
Multimídia

O Áudio (Parte I)

Prof. Dr. Sérgio Carlos Portari Júnior

sergio.junior@uemg.br

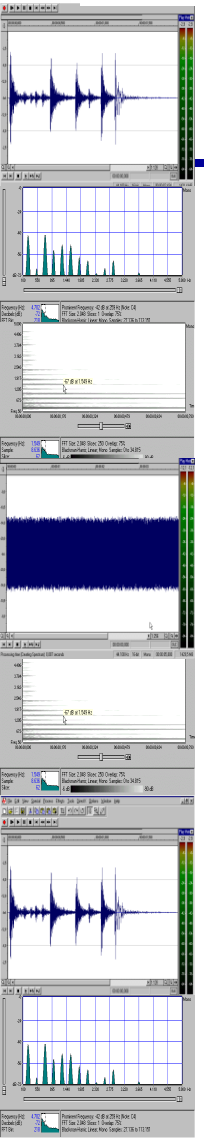
Carga Horária: 72 horas



Multimídia

Tópico:

- Características do som



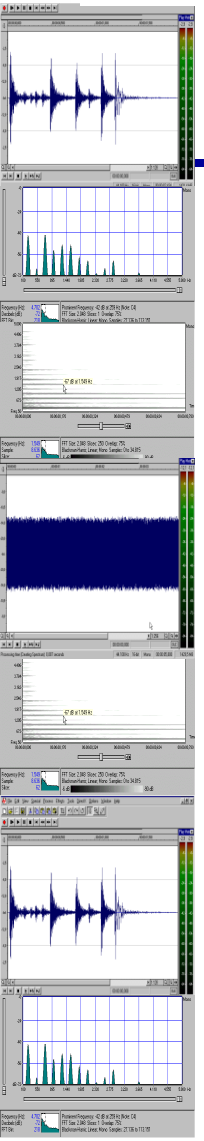
Propriedades Físicas do Som

Som

- Efeito audível produzido por movimentos de corpos vibratórios.

Audição

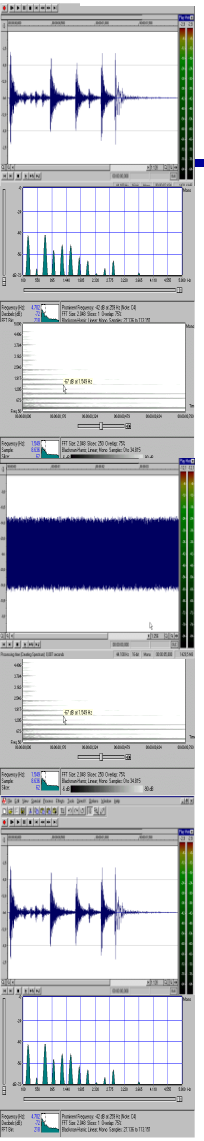
- Resultado da percepção de flutuações periódicas da pressão em um meio (normalmente o ar).



Propriedades Físicas do Som

As vibrações sonoras:

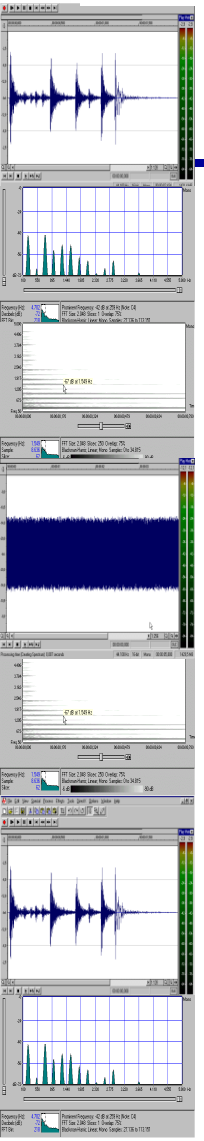
- propagam-se como ondas de pressão atmosférica;
- convertidas em sinais elétricos por **transdutores;**
- **transdutores** - elétrico para acústico – alto-falantes;
- **transdutores** - acústico para elétrico – microfones.



Propriedades Físicas do Som

Representação analógica do som:

- propagada como sinais elétricos;
- armazenada como sinais magnéticos;
- sujeita à contaminação por ruído em todas as transformações.

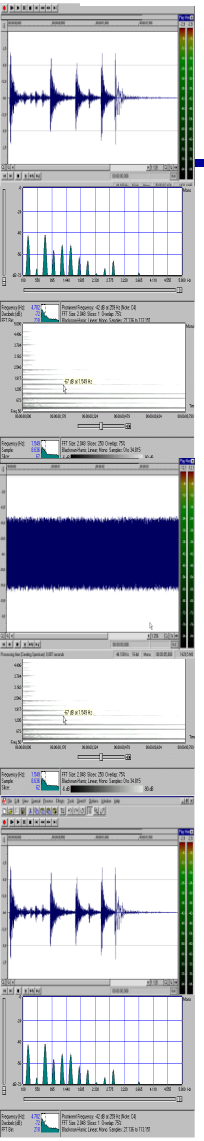


Propriedades Físicas do Som

As vibrações sonoras:

- potência proporcional ao quadrado da amplitude das vibrações;
- **forma mais simples** - onda senoidal.

Fato matemático importante ⇨ formas complexas de vibração sonora podem ser sintetizadas como combinação de ondas senoidas (em geral).



Propriedades Físicas do Som

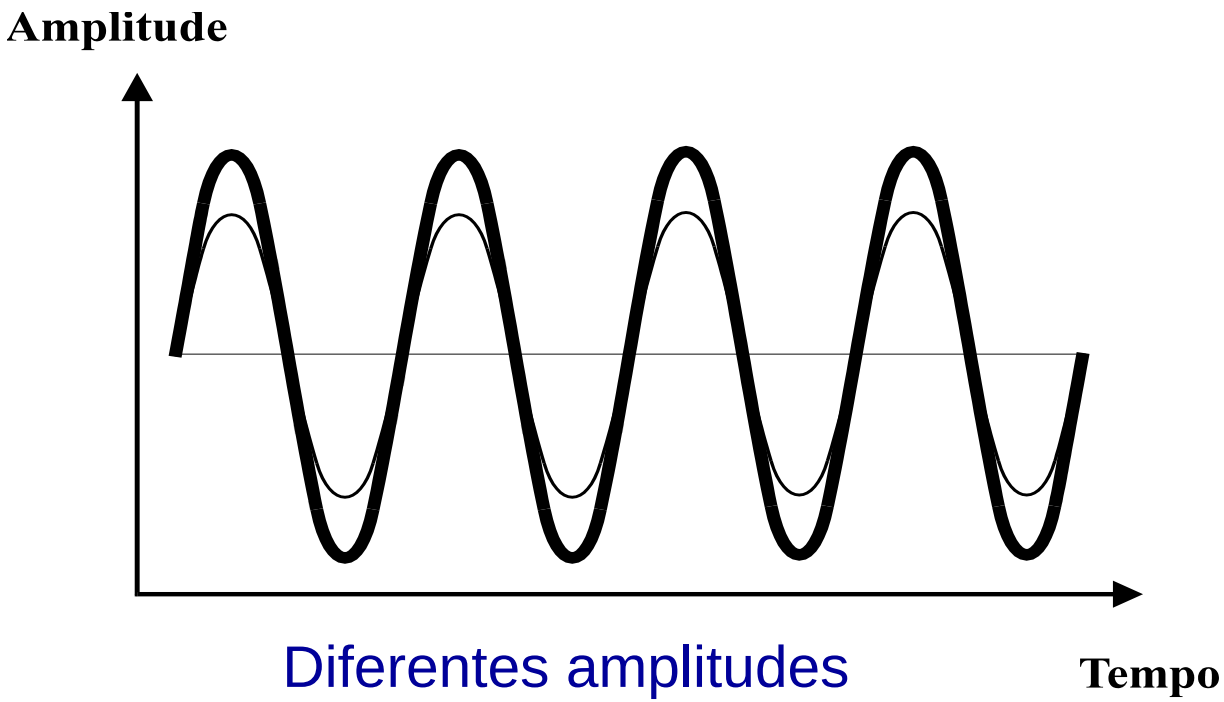
Parâmetros perceptuais do som

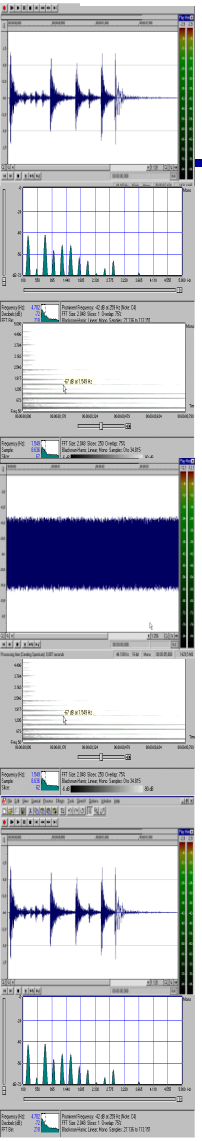
- **Intensidade**: percepção da amplitude e da energia.
  - Propriedade do som de ser fraco ou forte.
- **Altura**: percepção da freqüência fundamental.
  - Propriedade do som de ser grave ou agudo.
- **Fase**: normalmente imperceptível.
- **Timbre**: percepção da complexidade.
  - Permite reconhecer a origem do som.

Propriedades Físicas do Som

A Intensidade

- Representação da amplitude da vibração sonora – potência acústica entregue pelo sinal.

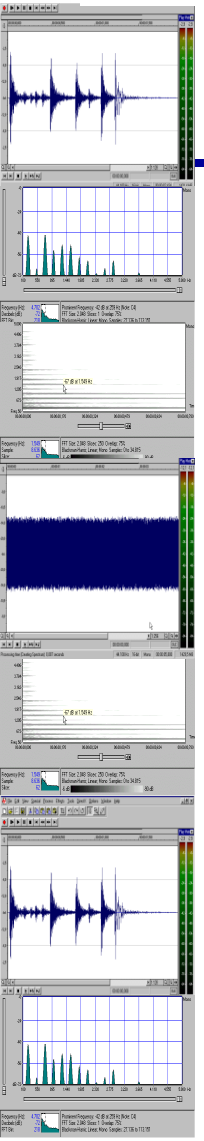




Propriedades Físicas do Som

A Intensidade

- Percepção do ouvido não é linear em relação à potência – logarítmica.
- Som de intensidade duas vezes maior - cerca de dez vezes mais potência.
- Faixa dinâmica do ouvido humano – razão entre a maior potência e a menor potência perceptíveis.
- Unidade de medida de potência sonora – decibéis (dB)



Propriedades Físicas do Som

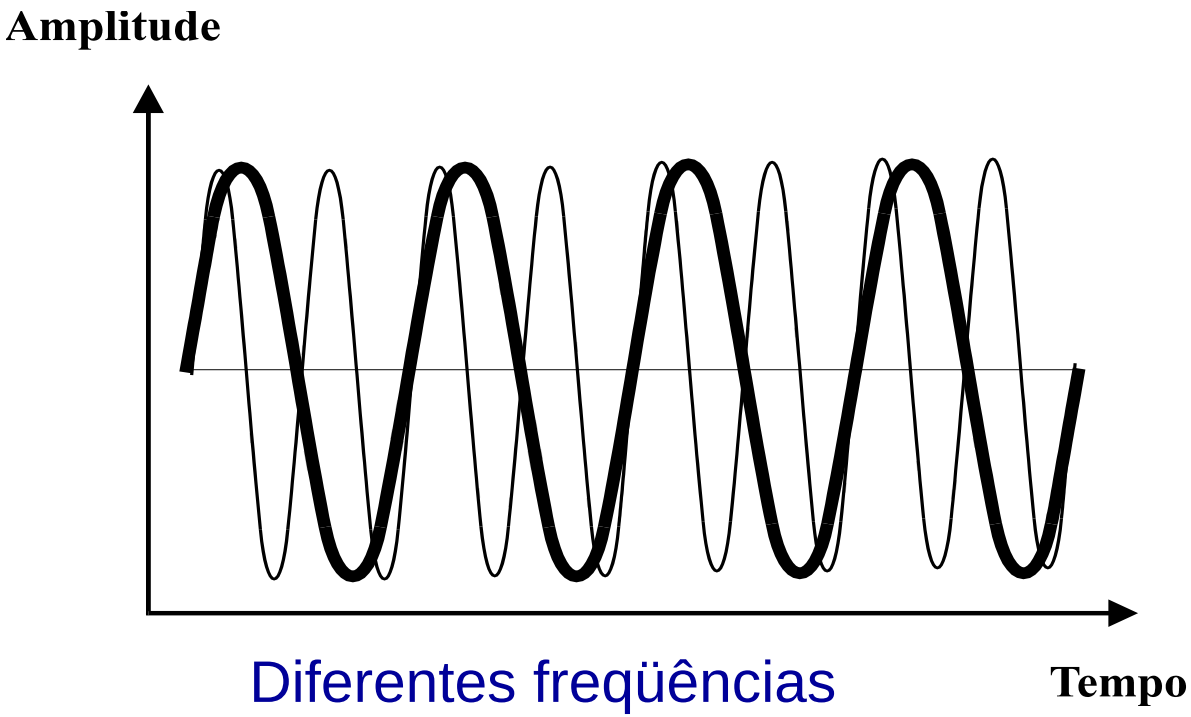
Potência de sons típicos.

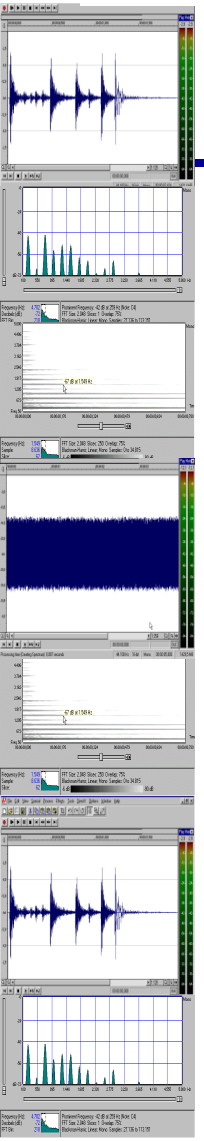
Qualidade do Som	Decibéis	Tipo de Ruído
Muito baixo	0-20	farfalhar das folhas
Baixo	20-40	conversação silenciosa
Moderado	40-60	conversação normal
Alto	60-80	ruído médio de fábrica ou trânsito
Muito alto	80-100	apito de guarda e ruído de caminhão
Ensurdecedor	100-120	ruído de discoteca e de avião decolando

Propriedades Físicas do Som

A Altura

- A freqüência fundamental define a altura (*pitch*) do som – Hz (ciclos/segundo)





Propriedades Físicas do Som

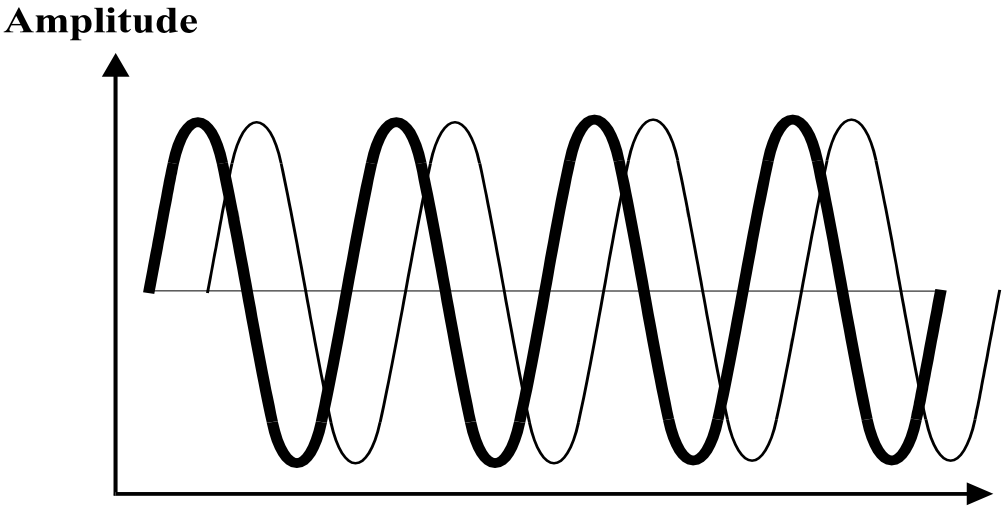
A Altura

- Sons de altura menor – mais graves
- Sons de altura maior – mais agudos
- Homens – cerca de 120 Hz
- Mulheres – cerca de 220 Hz
- Crianças – cerca de 300 Hz
- Telefonia – 300 Hz a 3.500 Hz.

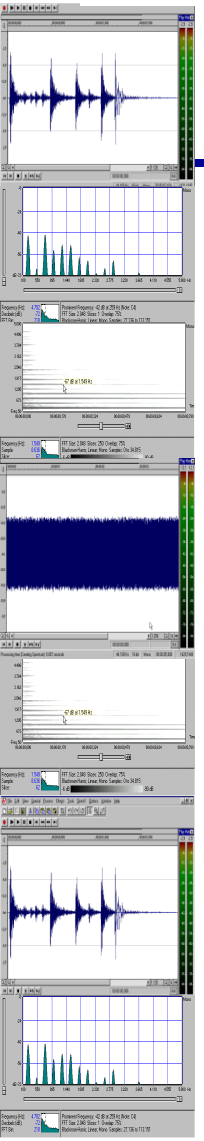
Propriedades Físicas do Som

A fase

- Ângulo inicial da senóide.
- O ouvido é praticamente insensível à fase.
- Útil em codificação de dados e vídeo.



Diferentes fases



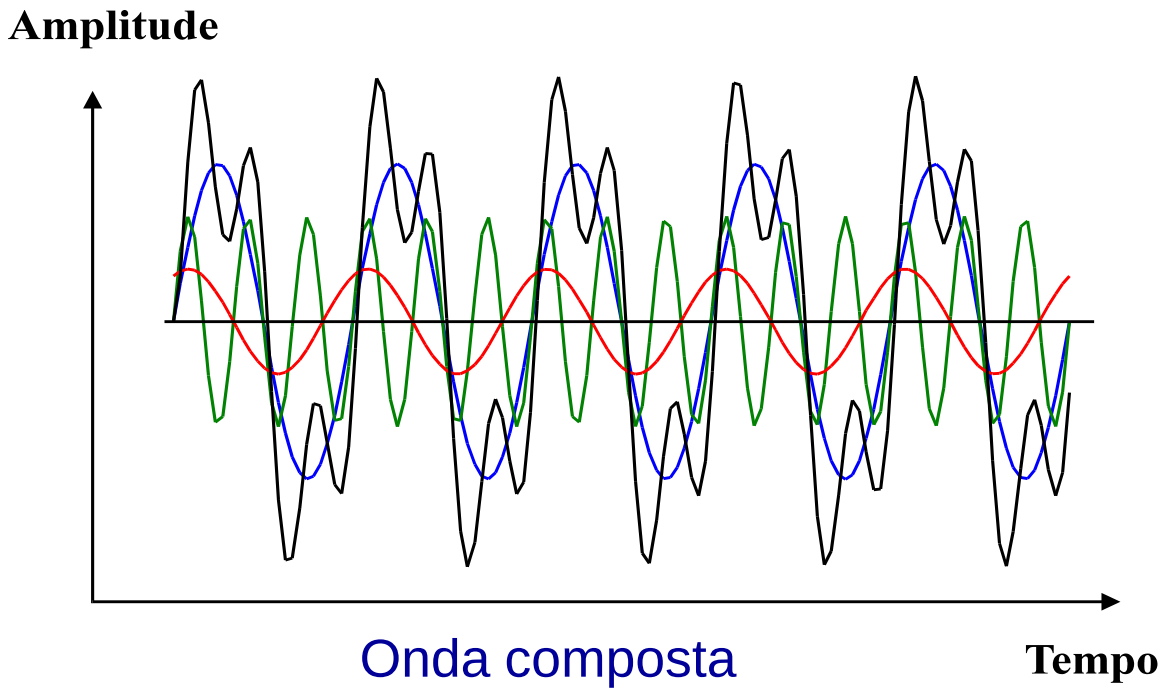
Propriedades Físicas do Som

O Timbre

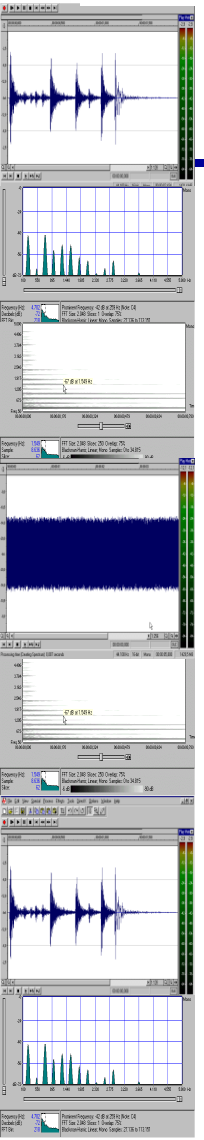
- Permite diferenciar as notas de mesma altura e intensidade tocadas em instrumentos diferentes.
- Percepção de timbre:
  - Afetada pela maneira como o sinal pode ser decomposto em sinais periódicos elementares (domínio da freqüência) .
  - Afetada pela forma como a amplitude do sinal varia com o tempo (domínio do tempo).

Propriedades Físicas do Som

O Timbre



- **Timbre diferente** (ouvido humano) - Cada combinação suficientemente diferente de freqüências, amplitudes e fases.

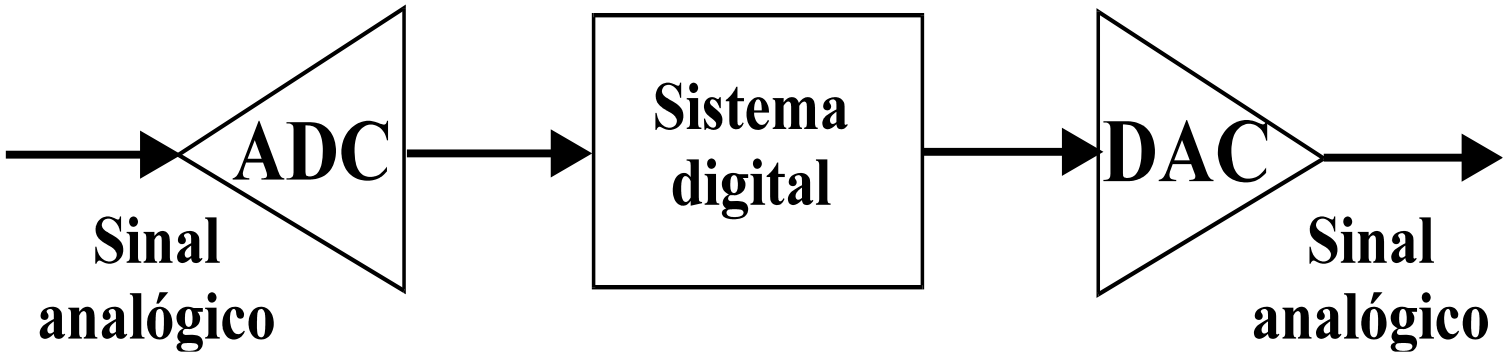


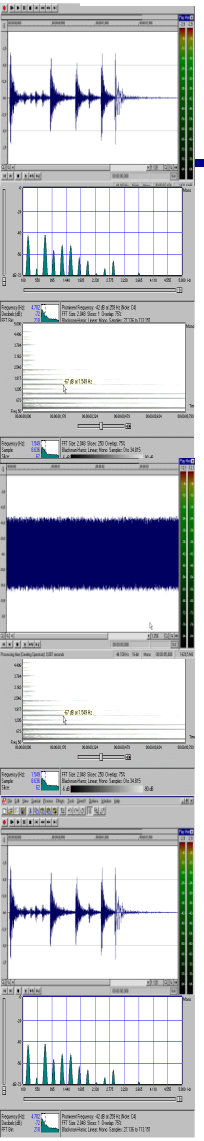
Representação Digital do Som

- **Representação digital do som**:
  - **amostras de som** - unidades mínimas;
  - **arquivos de áudio** - seqüências de amostras de som;
  - sistemas digitais de som - **computador, telefonia digital, CD, etc.**

Representação Digital do Som

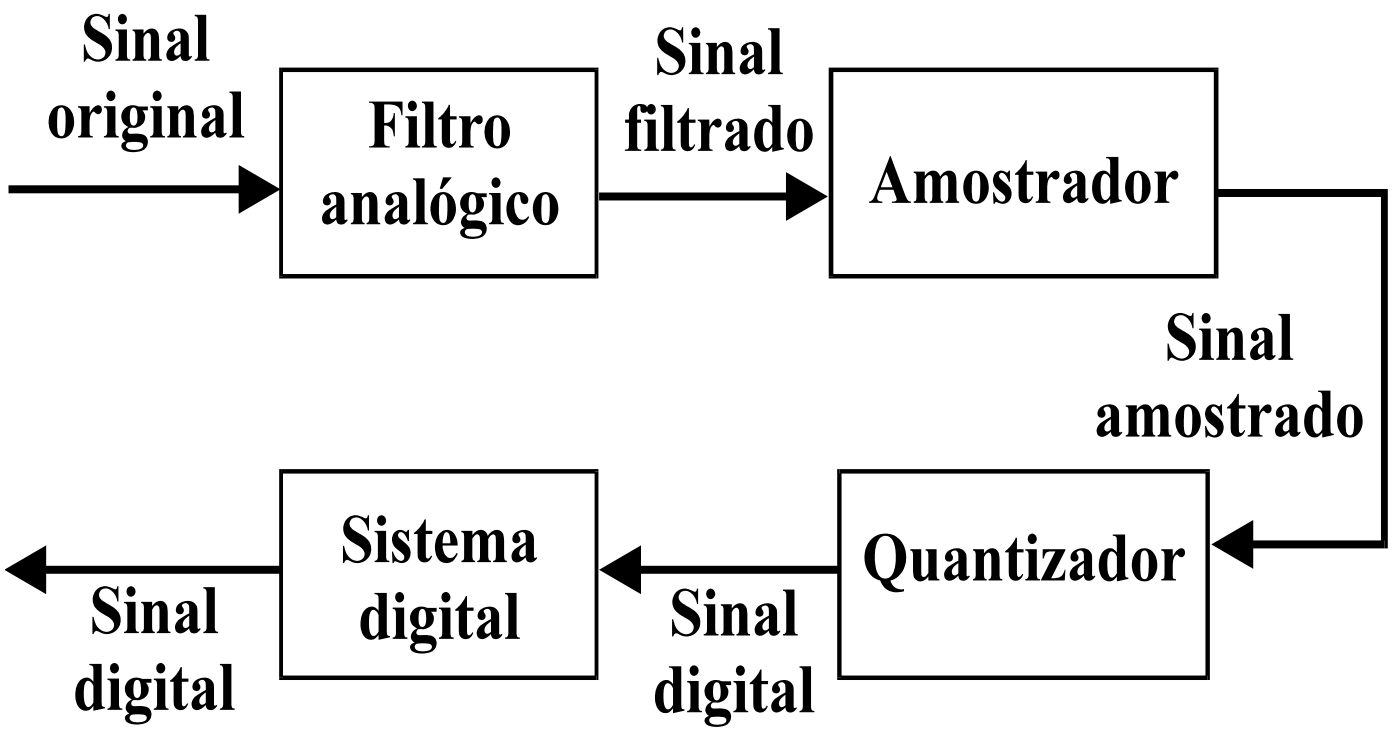
Digitalização do Som

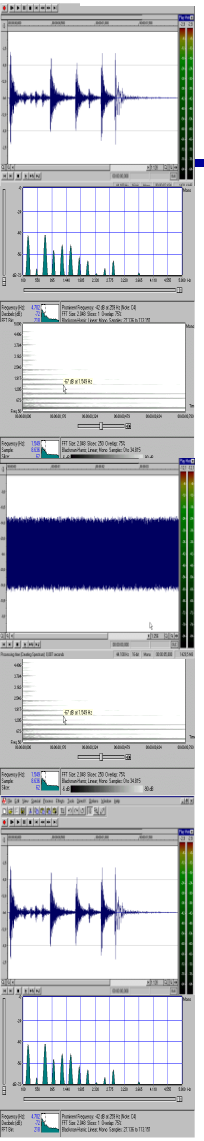




Representação Digital do Som

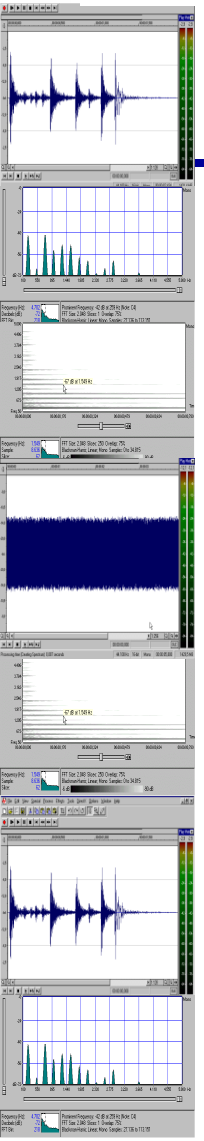
Processo de Digitalização do som





Representação Digital do Som

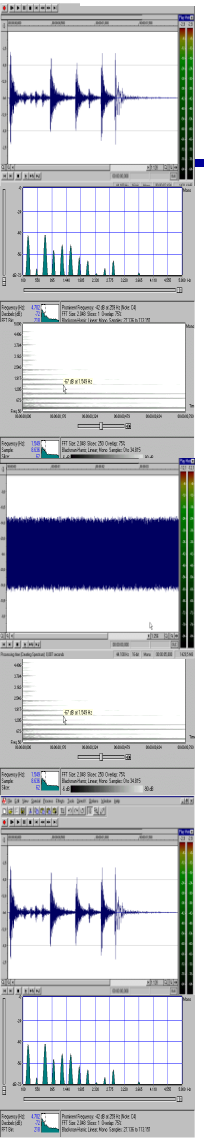
- **O processo de reconstrução do som digital:**
  - leitura dos arquivos de áudio;
  - conversão digital-analógica via conversores D/A;
  - filtragem de saída para corrigir imperfeições;
  - envio do sinal analógico resultante para amplificadores.



Sistemas Multimídia

Tópico:

- Representação do som



Representação do som

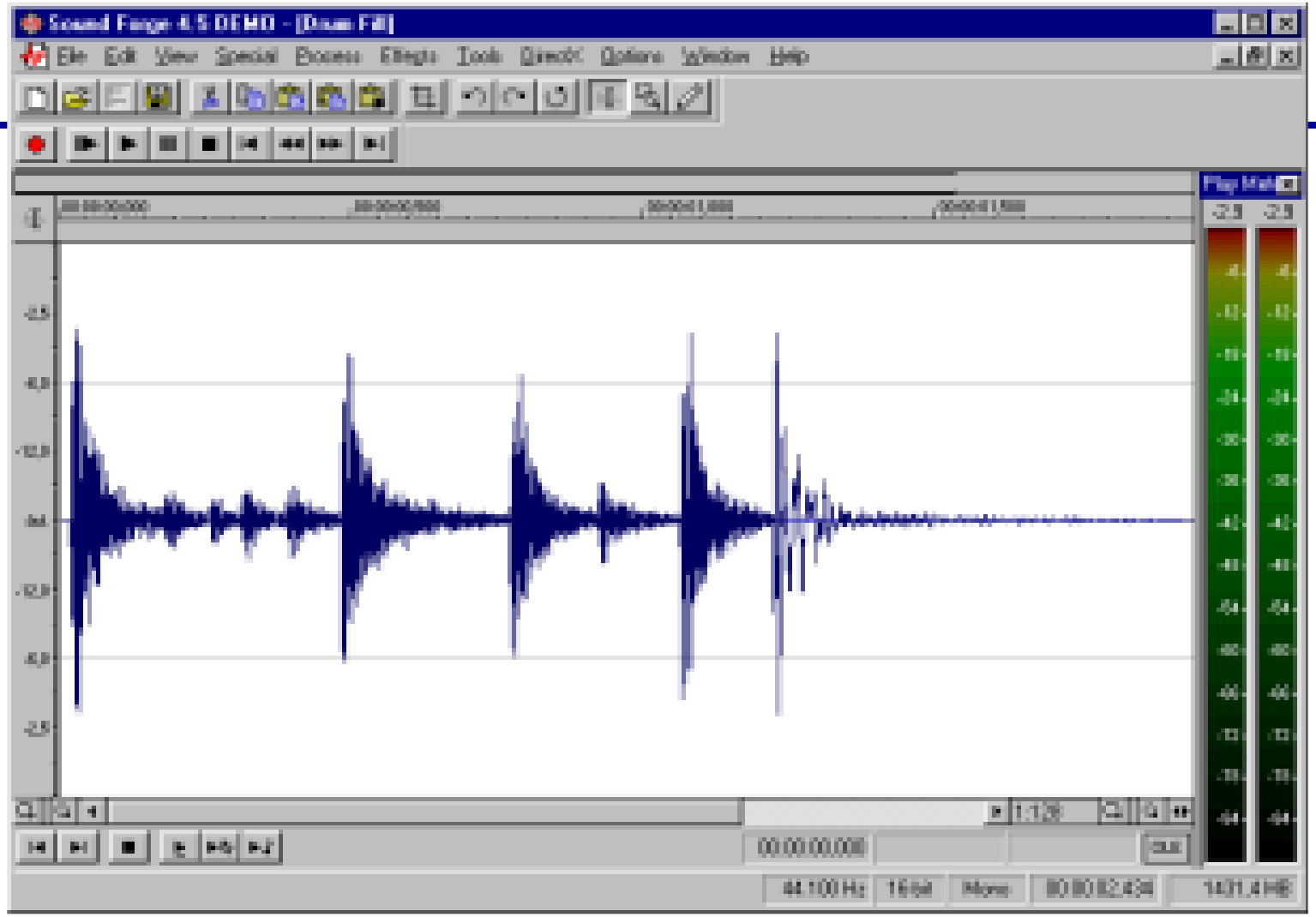
Formas de Representação do Som

- Domínio do Tempo
- Domínio da Freqüência

Espectro do sinal

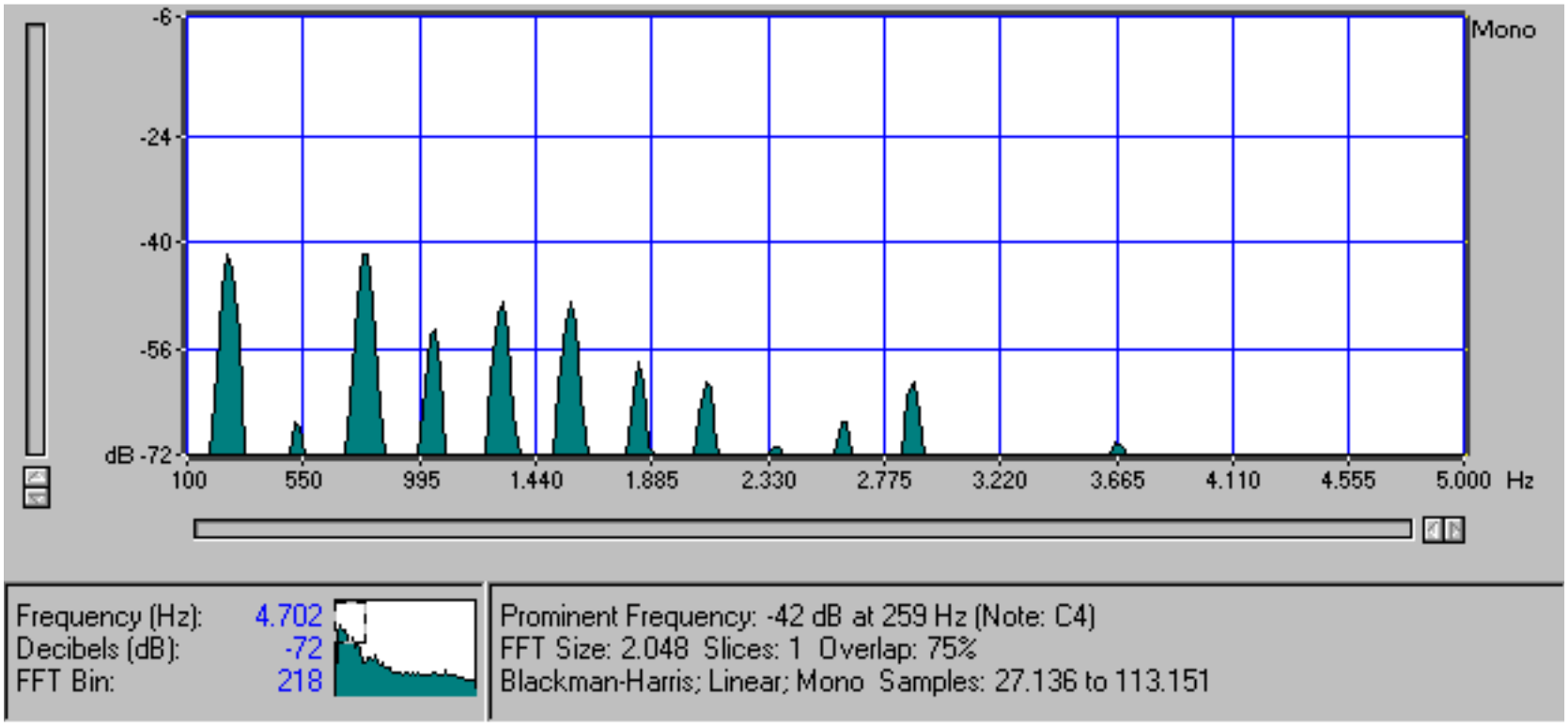
Conhecimento importante:

Transformada de Fourier



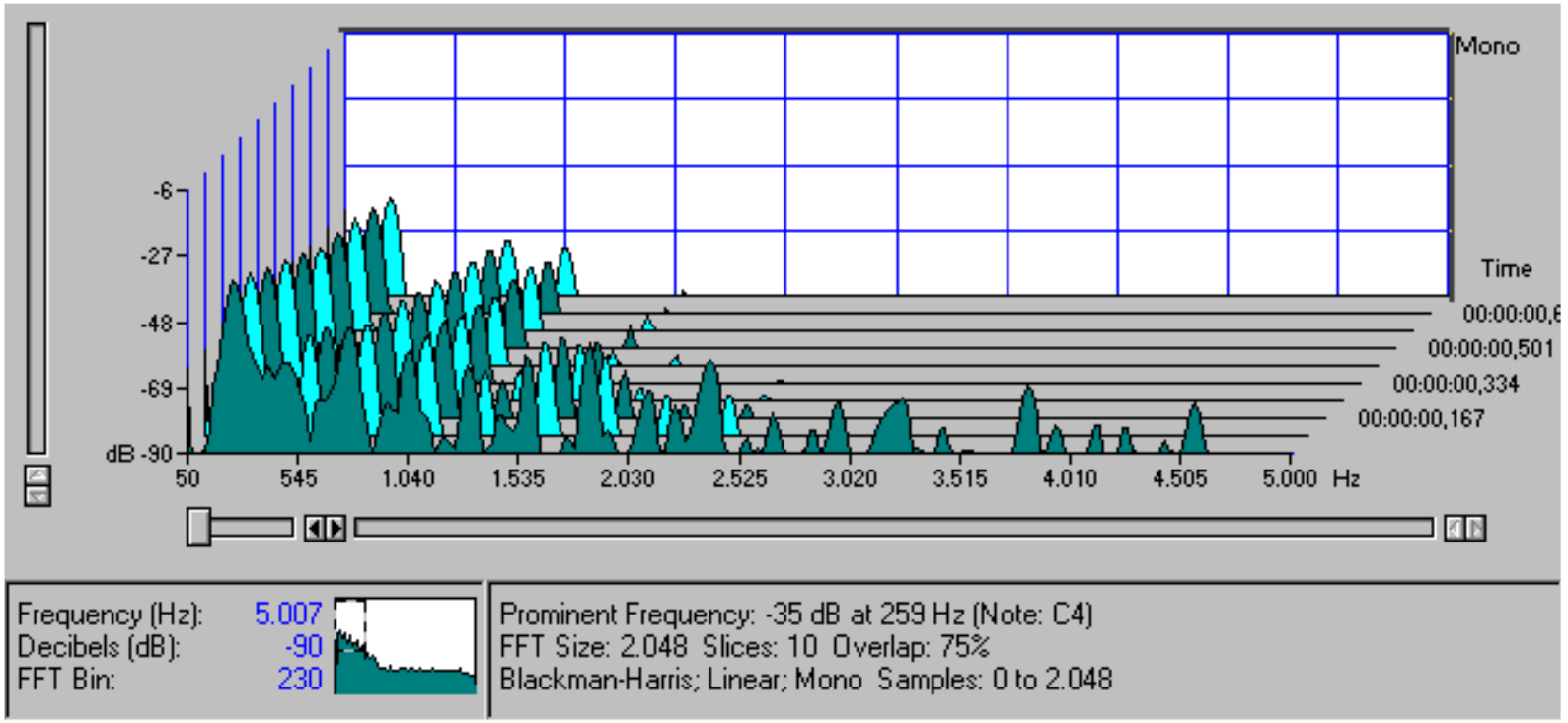
Tela de editor de áudio.

Representação do som



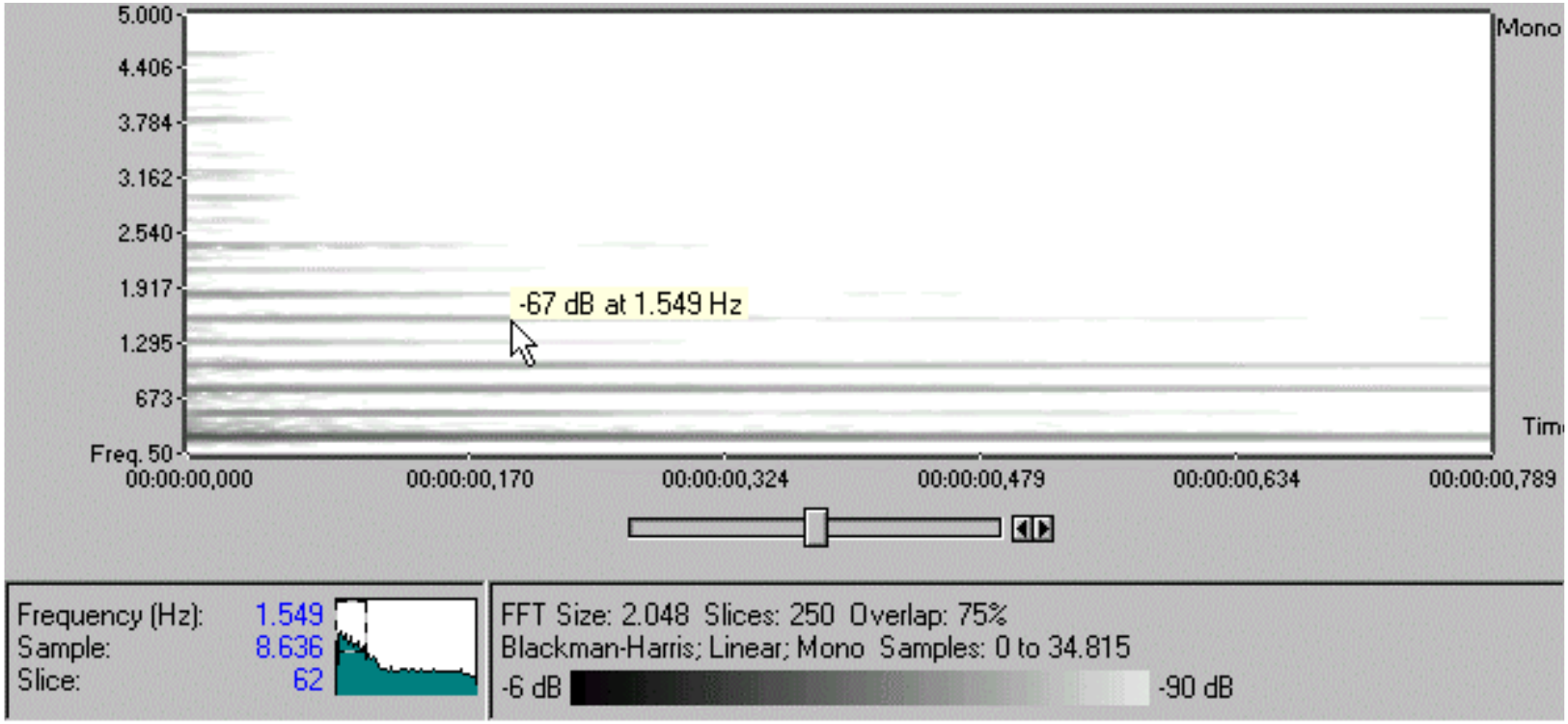
Espectro de um som.

Representação do som

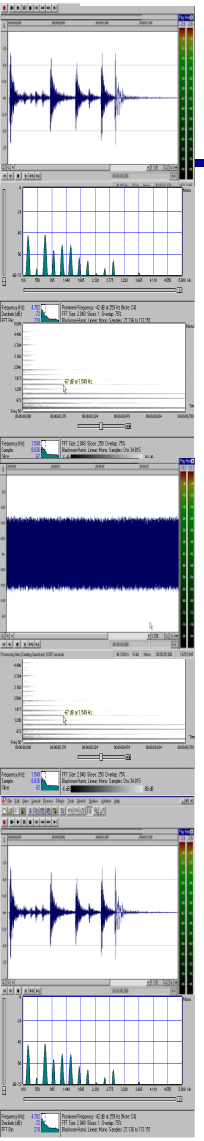


Espectro tridimensional de um som.

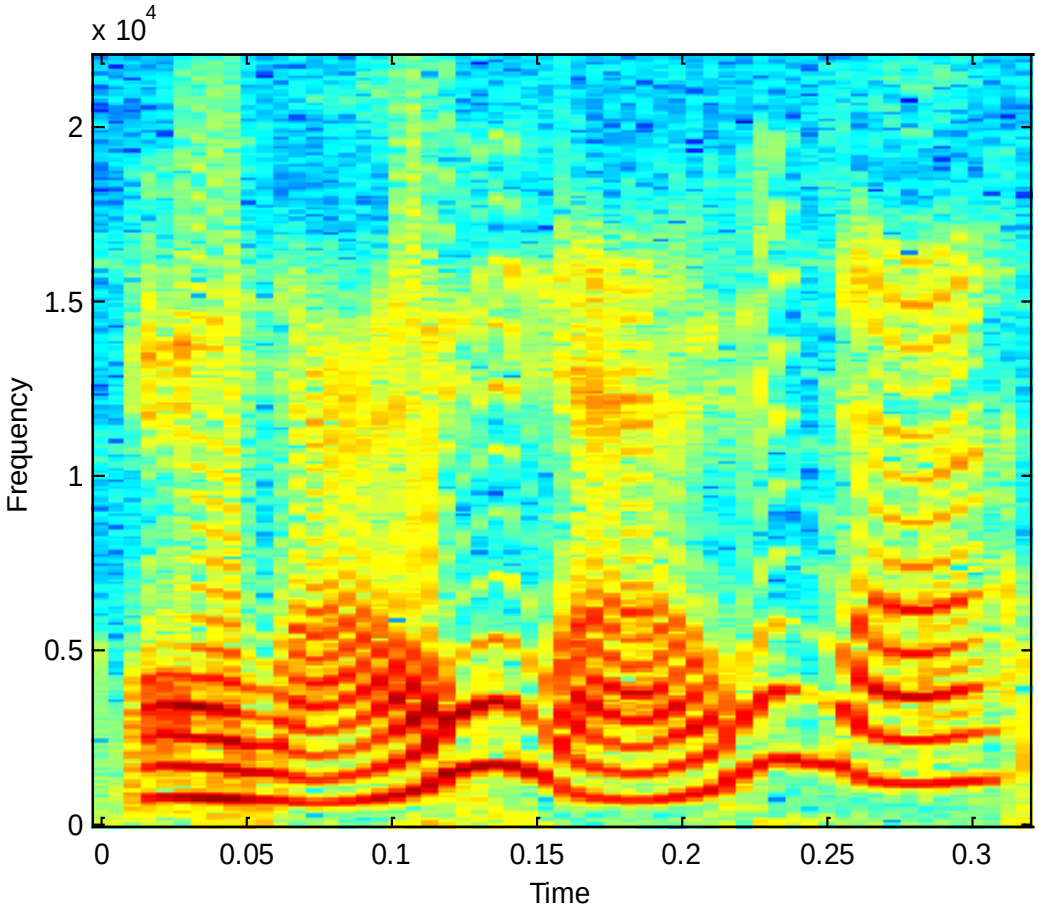
Representação do som

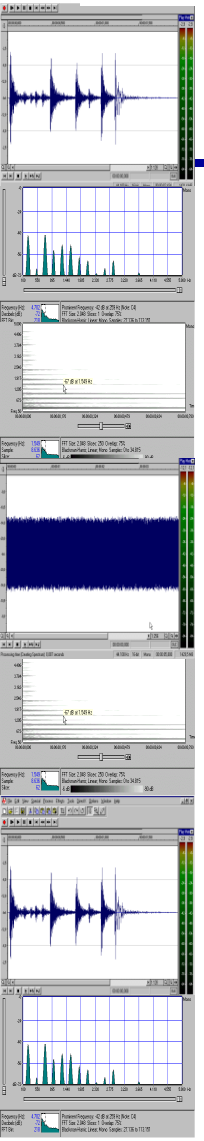


Sonograma de um som.



Espectrograma

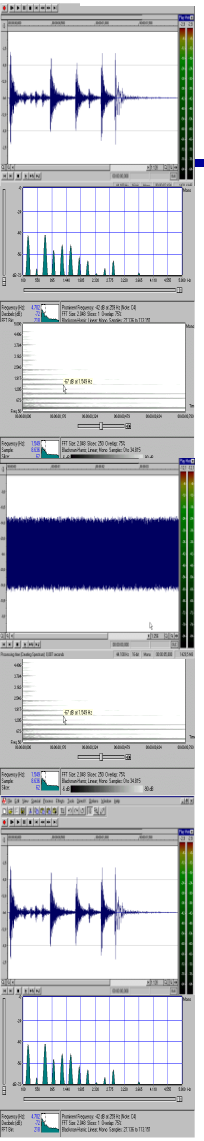




Processamento digital de som

Operações de processamento digital de som

- Processamento no domínio do tempo
  - operações feitas sobre as amostras separadas.
- Processamento no domínio da freqüência
  - operações requerem a análise de seqüências de amostras de som.



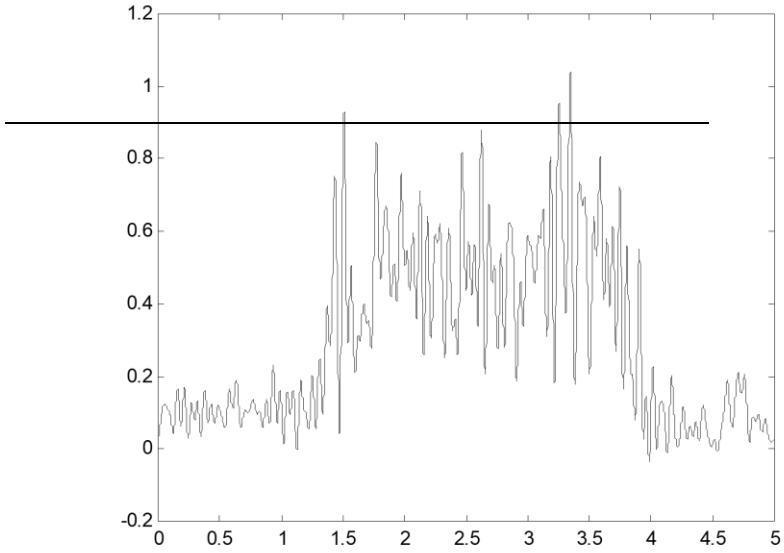
Processamento digital de som

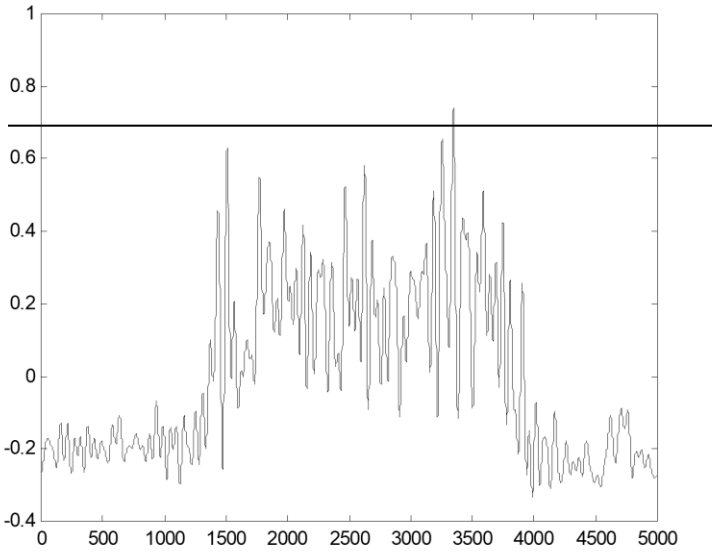
Processamento no domínio do tempo:

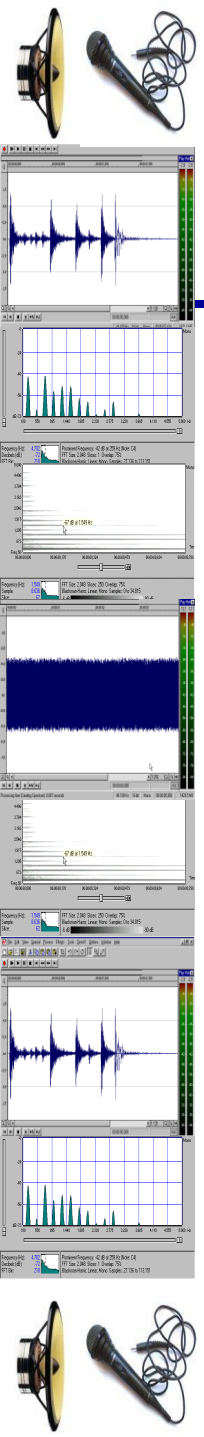
- armazenar e recuperar arquivos de som;
- cortar, copiar e colar segmentos de arquivos de som;
- realçar, atenuar e mixar segmentos de arquivos de som.

Processamento no Domínio do Tempo - Exemplos

Remoção da média

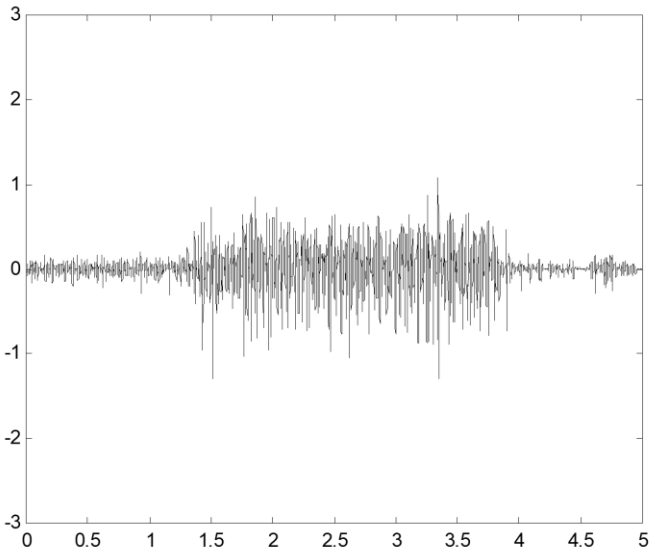


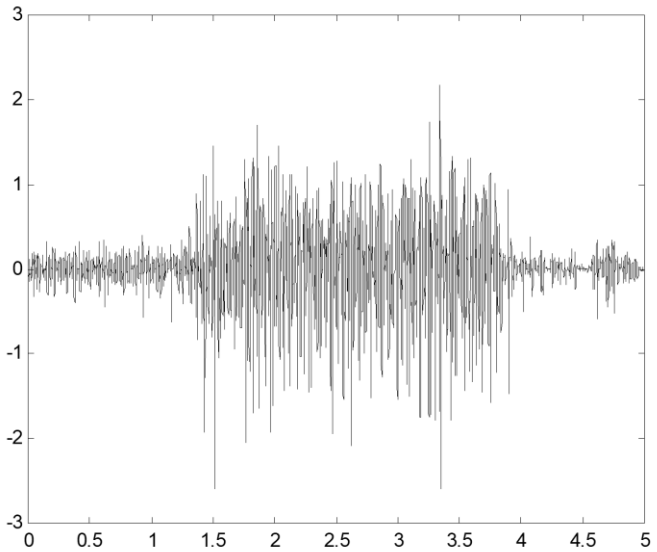


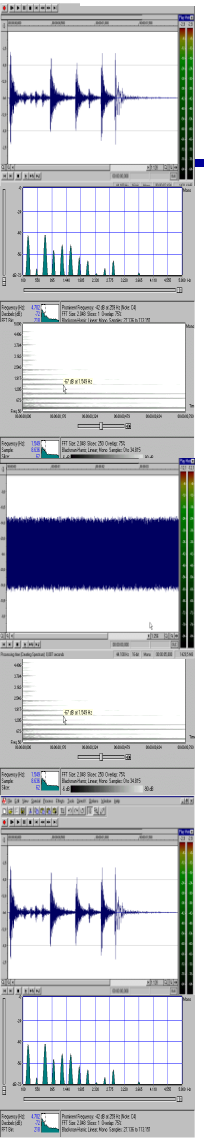


Processamento no Domínio do Tempo - Exemplos

Amplificação

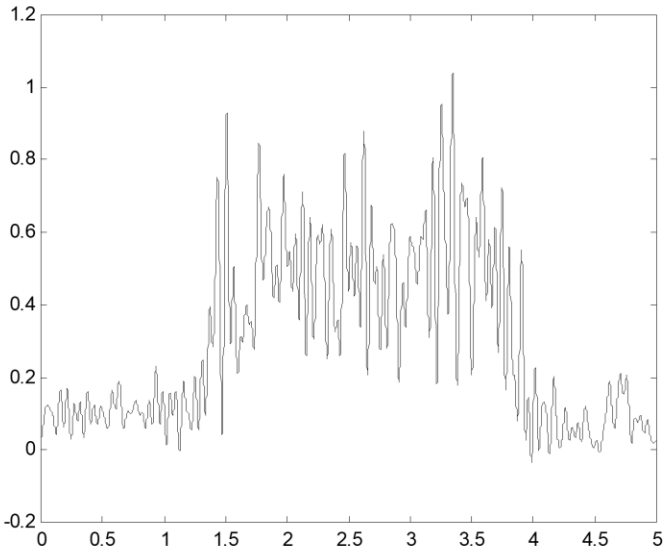


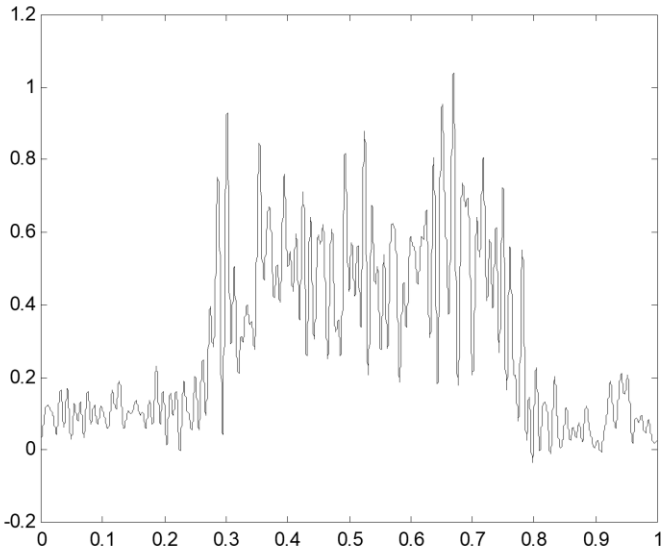




Processamento no Domínio do Tempo - Exemplos

Normalização no tempo

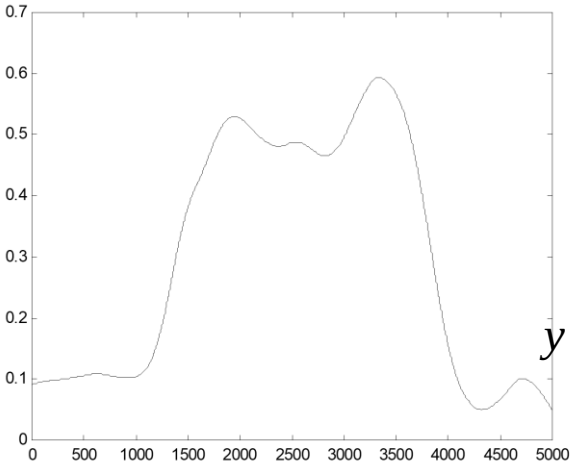




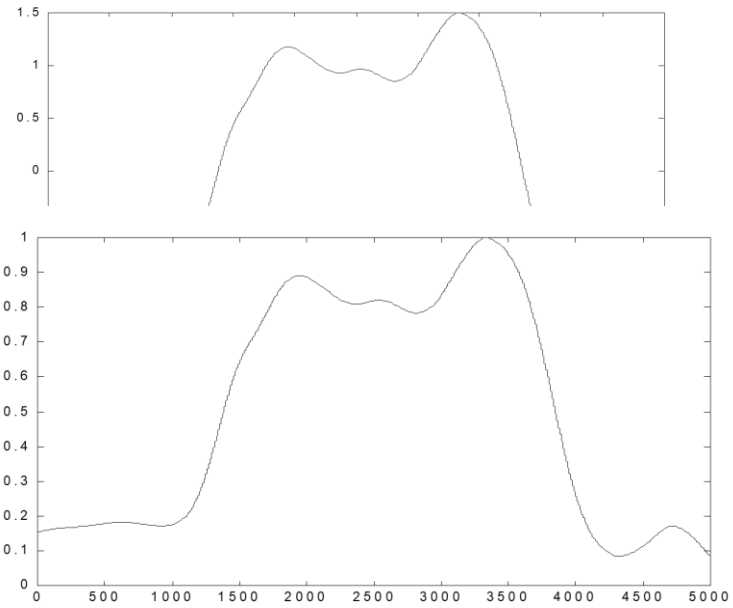
Processamento no Domínio do Tempo - Exemplos

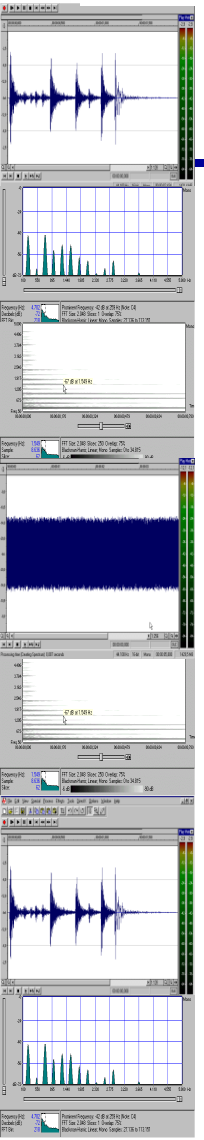
Normalização na amplitude

$$y = \frac{x - \mu}{\sigma}$$



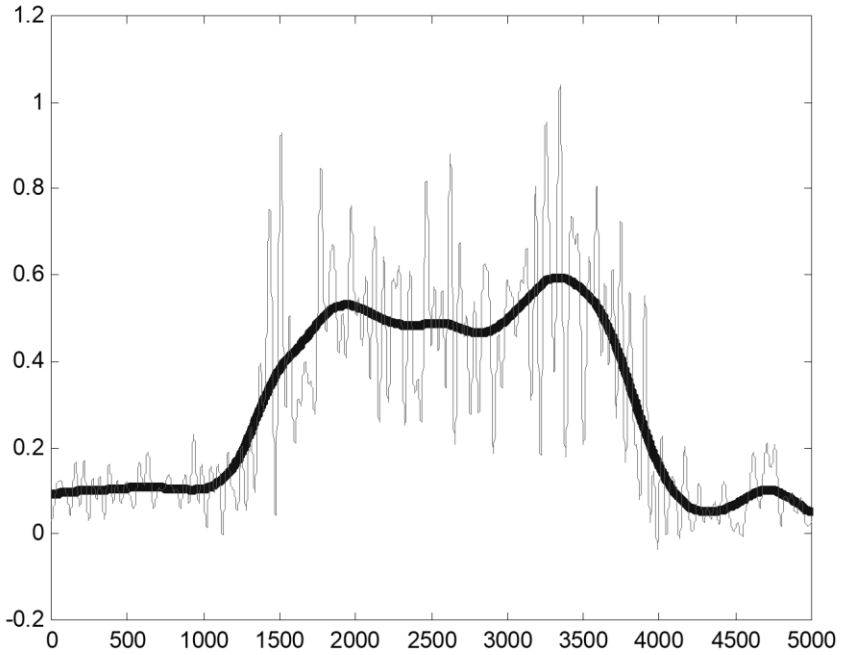
$$y = \frac{x}{\max(x)}$$

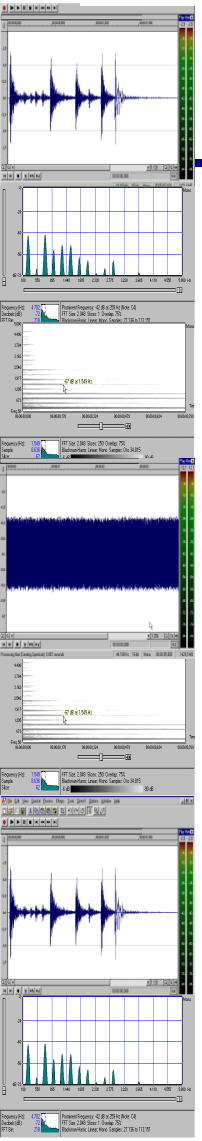




Processamento no Domínio do Tempo - Exemplos

Suavização (*smoothing*)





Processamento digital de som

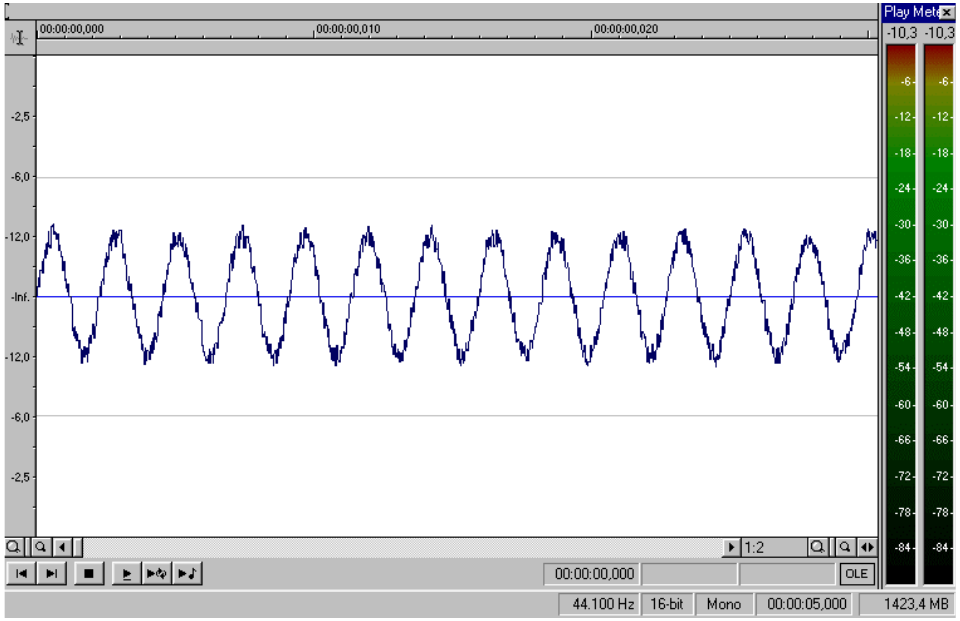
Aplicações do processamento no domínio da freqüência:

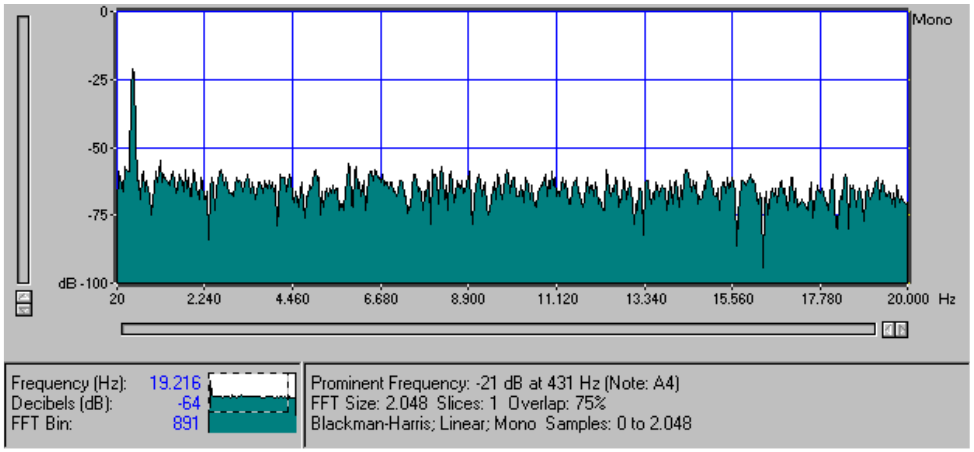
- filtragem digital e recuperação de gravações;
- ajustes de duração e altura de amostras de som;
- várias técnicas de síntese musical;
- identificação e reconhecimento de voz.

Conhecimento importante:

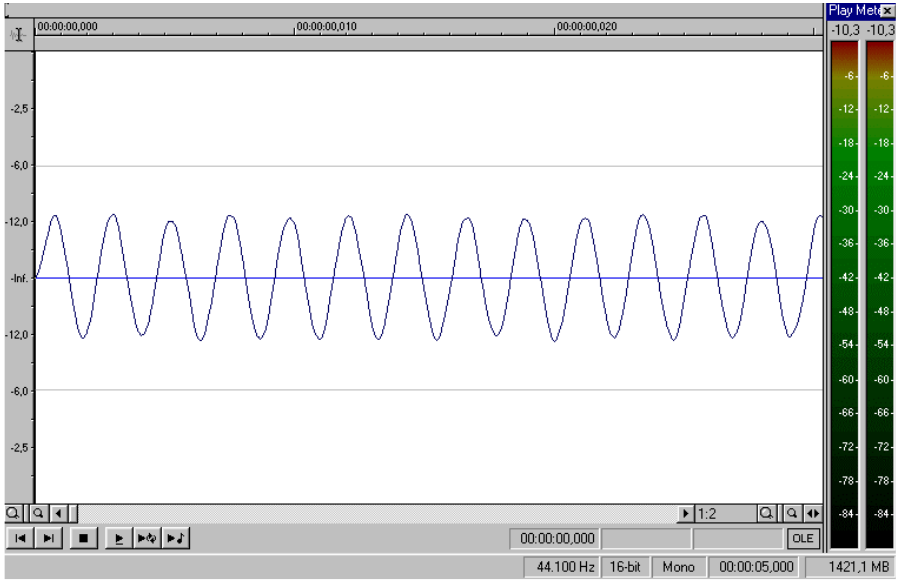
Transformada Discreta de Fourier (DFT)

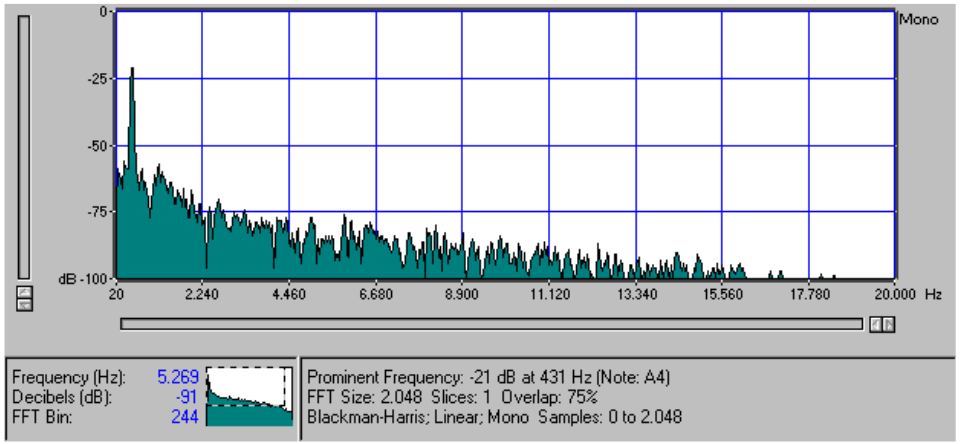
Processamento no Domínio da Freqüência - Exemplos





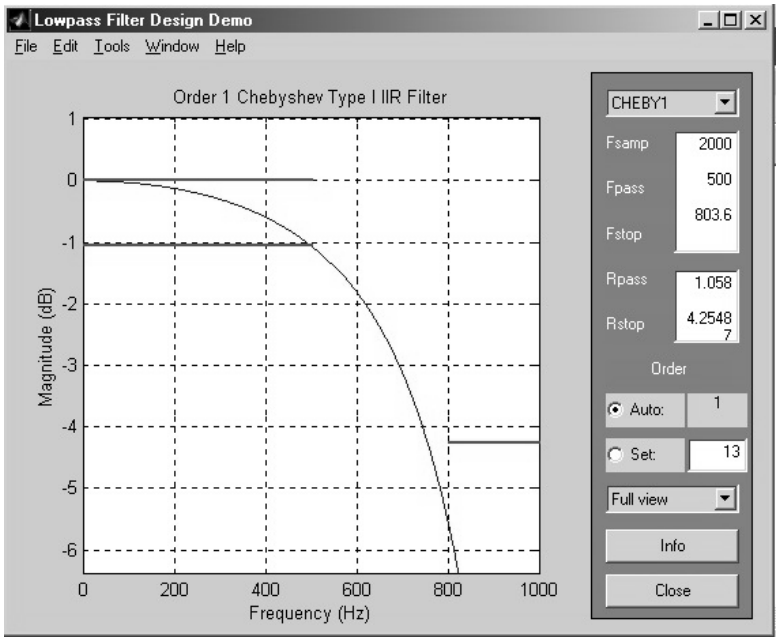
Processamento no Domínio da Freqüência - Exemplos

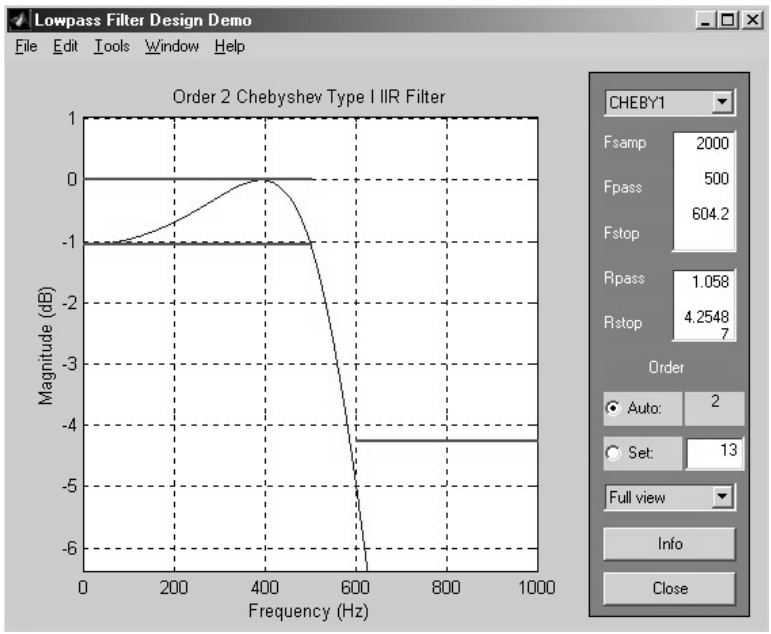


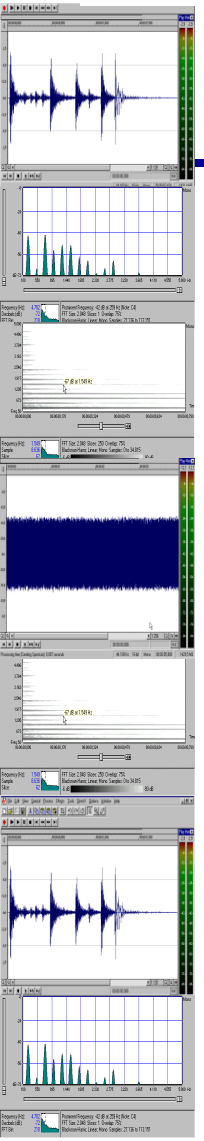


Processamento no Domínio da Freqüência - Exemplos

- Filtro de 1ª Ordem
  - Fpass = 500 Hz
  - Fstop = 800 Hz
- Filtro de 2ª Ordem
  - Fpass = 500 Hz
  - Fstop = 600 Hz

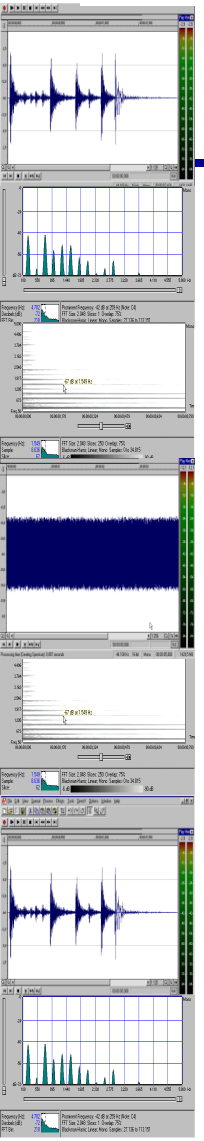






Formatos de Áudio

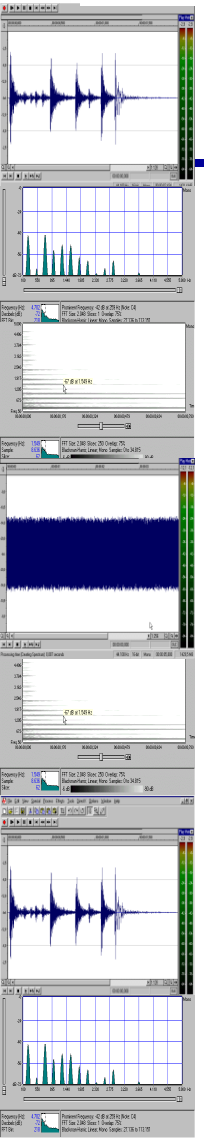
- **Tipos básicos de formatos de arquivo**:
  - Os parâmetros de dados de áudio e codificação são feitos explicitamente em alguma forma de cabeçalho;
  - Os parâmetros de dados de áudio e codificação são fixos.



Formatos de Áudio

Não comprimidos

- Amostragem ⇒ quantização ⇒ codificação **PCM** ***(Pulse Code Modulation)***.
- **PCM** - Padrão básico para conversão de sinais analógicos para armazenamento ou transmissão em dispositivos digitais.
- Esta codificação é feita sem uso de algoritmos de compressão.
- A maior parte dos formatos de arquivos não comprimidos é própria de sistemas operacionais específicos.

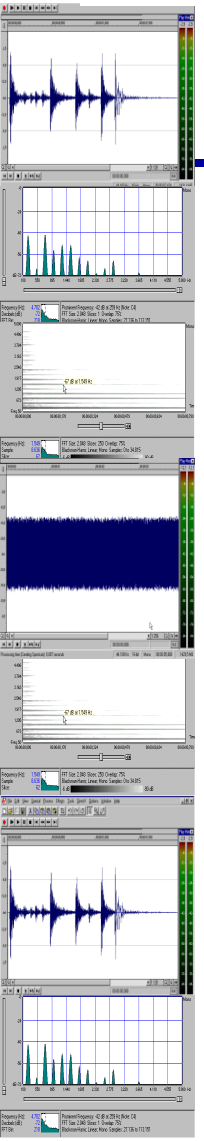


Formatos de Áudio

Exemplos:

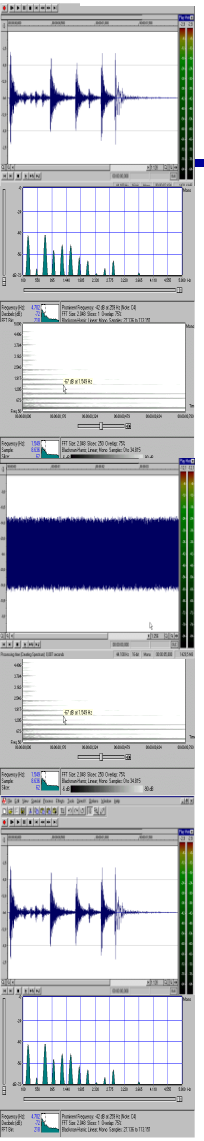
- **Waveform Audio**
  - Formato de áudio digital do Windows.
  - Desenvolvido pela IBM para o Windows 95.
  - Os arquivos neste formato utilizam a extensão **wav**.

- **RIFF Waveform Format**
  - Formato de som Wave da Microsoft Windows.
  - Usado para o sistema de som Windows.
  - Arquivos Waveform RIFF têm extensão WAV.



Formatos de Áudio

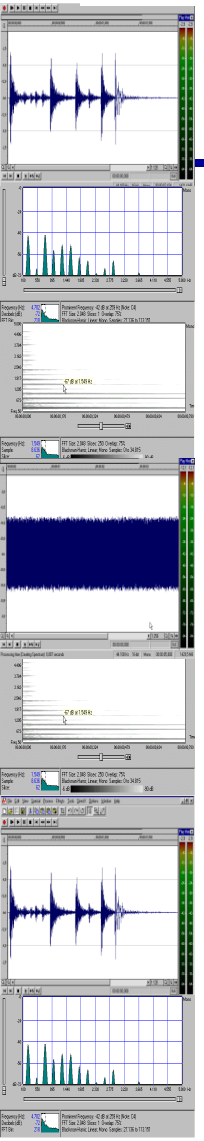
- **Audio Interchange File Format** (AIFF)
  - Formato de áudio utilizado pela Apple.
  - A extensão destes arquivos pode ser **aiff** ou **aif**.
- **Formato de voz *Creative***
  - Formato de som da Sound Blaster.
  - Tem a extensão VOC.
- **Formato de Amostra de 8 bits crus *(RAW)***
  - o formato do som não contém codificação ou compressão.



Formatos de Áudio

- **O Audio**
  - Formato de áudio digital utilizado pela Sun e pelo sistema operacional Unix.
  - A extensão destes arquivos é **au**.

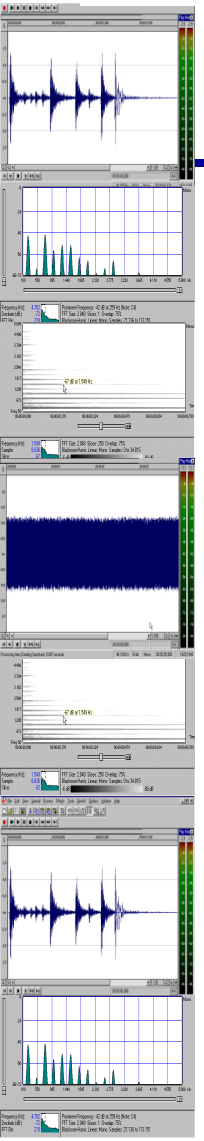
- **O Sound**
  - formato semelhante ao formato **au**.
  - utilizado inicialmente pela Apple.
  - A extensão destes arquivos é **snd**.



Formatos de Áudio

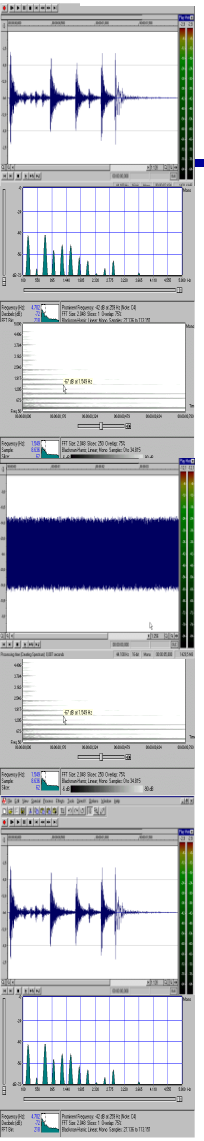
- O **Musical Instrument Digital Interface**
  - Um padrão que permite conectar sintetizadores, teclados eletrônicos e outros instrumentos eletrônicos ao computador.
  - Os arquivos **midi** não são exatamente um formato de arquivo de áudio, mas, por armazenarem notas musicais, encontram-se dentro desta categoria e têm a extensão **mid** ou **midi**.

- O **Compact Disc Digital Audio**
  - Formato usado para codificar música em discos comerciais.
  - Este formato não é usualmente armazenado diretamente nos computadores.
  - A extensão destes arquivos é **cda**.



Compressão de Áudio

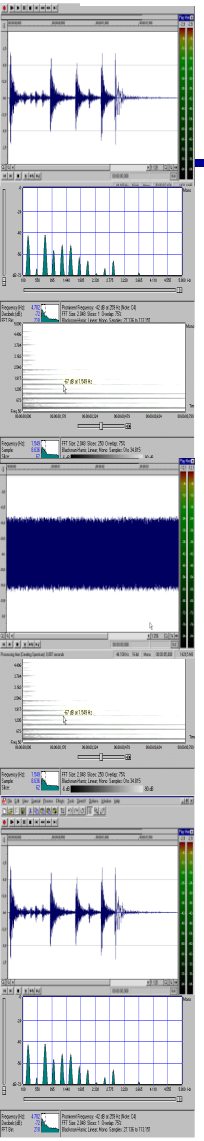
- Diferente de imagens ou vídeo, existe pouca relação entre amostras vizinhas ou quadros consecutivos para o áudio.
- Os níveis de compressão práticos são limitados para muito menos de 10:1 (compressão de vídeo de 25:1 pode ser produzida).



Compressão de Áudio

- Os algoritmos de compressão funcionam de forma similar à compressão de imagens.

- Arquivos comprimidos ocupam menos espaço que os arquivos iniciais e resultam da eliminação de informação redundante e outras informações de áudio com pouca influência na qualidade do mesmo.



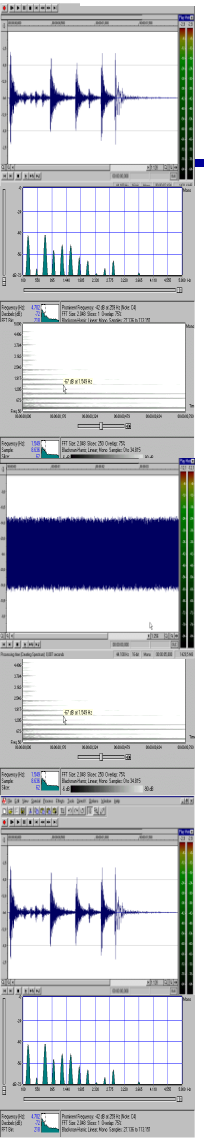
Compressão de Áudio

Formas de compressão de um arquivo de áudio:

- Com perdas de informação;
- Sem perdas de informação.

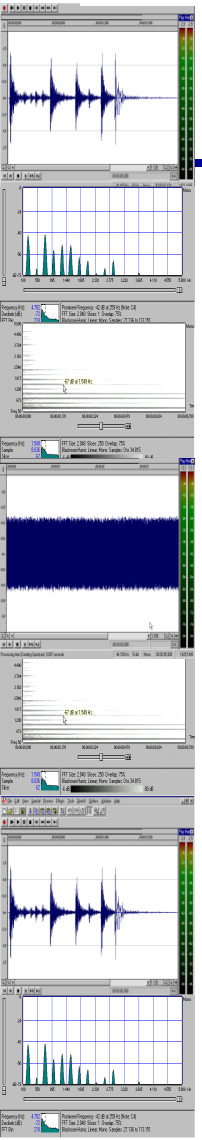
Formatos de compressão com perdas

- Os mais populares provêm da família dos **Motion Picture Experts Group (MPEG)**.
- MPEG - refere-se a uma família de *padrões* para áudio e vídeo que inclui o MPEG-1, MPEG-2, MPEG-1 Layer 3 (MP3) e o MPEG-4.



Compressão de Áudio

Formato	Descrição
MPEG-1	Padrão para vídeo e CD-ROM
MPEG-2	Padrão para DVD e TV digital
MPEG-1 – Layer 3 (MP3)	Os arquivos apresentam tamanhos pequenos e com um som de qualidade. A sua característica principal é a sua universalidade.
MPEG – Layer 3 (MP3)	Formato muito utilizado nas transmissões de música pela Internet. O seu processo de compactação funciona através da eliminação de frequências sonoras não audíveis pelo ouvido humano. Transforma arquivos com 40MB de tamanho em 4MB, mantendo uma qualidade razoável.
MPEG 4 Audio AAC	O **MPEG-4** é o padrão que permite introduzir áudio e vídeo na Internet, em dispositivos móveis, em jogos e em aparelhos sem fios, ...

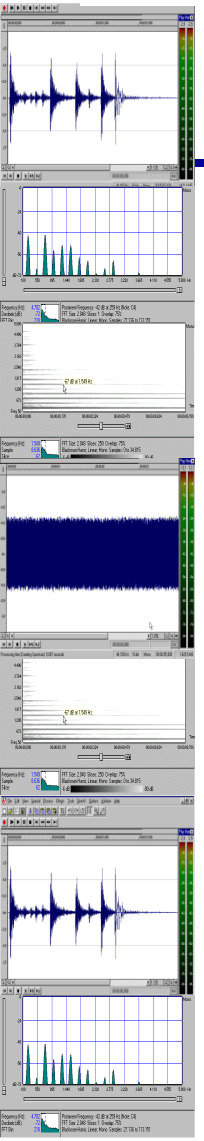


Compressão de Áudio

Outros formatos de compressão com perdas:

- **QuickTime Audio** é essencialmente a tecnologia MPEG-4, suportando áudio, vídeo e o formato MP3. A extensão dos arquivos é **qt** ou **mov**.

- **Windows Media Audio** é um formato de áudio digital da Microsoft, desenvolvido como um formato alternativo ao MP3. A extensão de arquivos é **wma.**

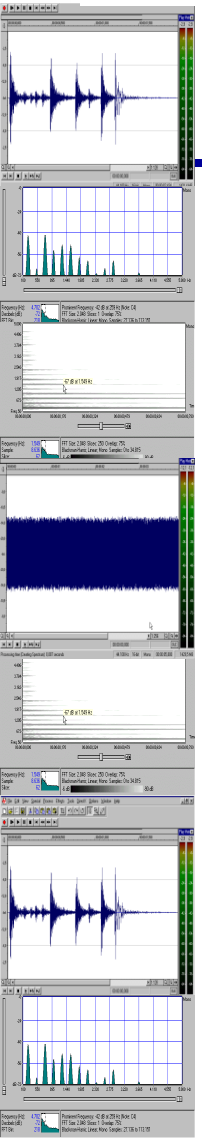


Compressão de Áudio

Formatos de compressão sem perdas

- **Windows Media Audio Lossless**
  - formato da Microsoft, disponível nas versões 9 e 10 do Windows Media Player.
  - Usa a mesma extensão do formato **wma**.

- O **Apple Lossless Audio Codec**
  - Formato disponível para ser usado com o iTunes e o iPod da Apple.
  - A extensão dos arquivos é **m4a**.



Editores de Áudio

- **Cool Edit Pro**
  - Desenvolvido pela Sytreilium Software Corporation para plataforma Windows.
  - Possui uma elevada variedade de efeitos DSP, e suporte para um grande número de formatos de arquivos.
  - Adquirido pela ADOBE em 2003, hoje se chama Adobe Audition.
- **Sound Forge**
  - Indicado para a criação e edição de som digital sob Windows.
  - Editor de áudio de uso fácil, apresenta diversos recursos úteis ao desenvolvimento de projetos em multimídia.
- **Audacity**
  - Alternativa gratuita multi-plataforma gratuita ao Sound Forge.
    - Possui vários plug-ins