

Capítulo 1: Introdução

- ◆ Razões para a Análise e Transformação de Dados
 - ◆ Análise de fenómenos dinâmicos
 - ◆ Interação do computador com o mundo exterior
-



Bibliografia

- ◆ Leitura mínima recomendada:
 - Cap. I, II, III e IV de Steven Smith, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing
(versão online: <http://www.dspguide.com/>)

Razões para a Análise e Transformação de Dados

Análise de dados (Data Analysis | Data Analytics)

◆ A análise de dados pode ser definida como um processo de:

- inspeção,
- limpeza,
- transformação e modelação de dados

com o objetivo de:

- identificar e extrair informações úteis,
- sugerir ações e apoiar a tomada de decisões

◆ A análise e transformação de dados tem um papel crucial nos tempos atuais para a utilização das diferentes tendências tecnológicas típicas **da Indústria 4.0, como o Big Data e a Internet of Things (IOT).**

Razões para a Análise e Transformação de Dados

Diversos domínios de aplicação

Oracle Analytics Cloud

Google Analytics Academy

Microsoft Virtual Academy

Introduction to Data Science



Kyklos 4.0: An Advanced Circular and Agile Manufacturing Ecosystem based on rapid reconfigurable manufacturing process and individualized consumer preferences

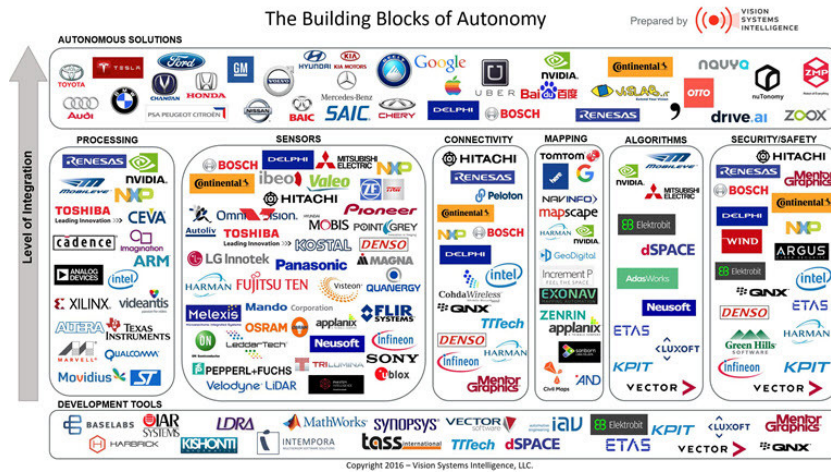
ReMAP

Real-time Condition-based Maintenance
for Adaptive Aircraft Maintenance Planning

Learn how IBM Z can improve your analytics

Razões para a Análise e Transformação de Dados

Diversos domínios de aplicação (exemplo: veículos autónomos)

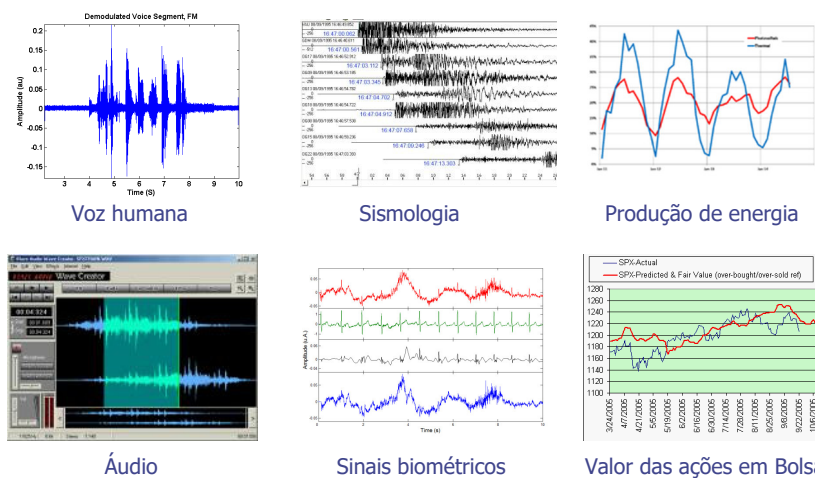


Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 5

Razões para a Análise e Transformação de Dados

◆ Análise de dados de diferentes tipos nos mais diversos contextos



Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

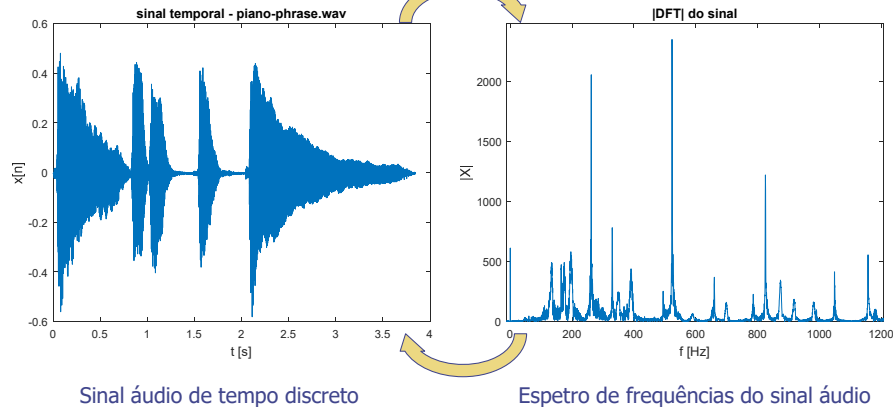
1 - 6

Razões para a Análise e Transformação de Dados

◆ Análise de dados áudio



Mudança de Domínio (Fourier)

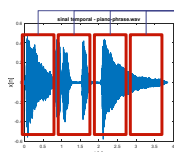


Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 7

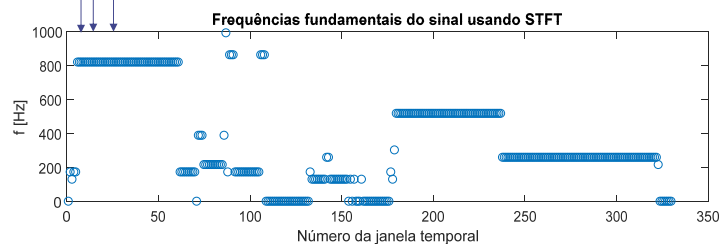
Razões para a Análise e Transformação de Dados

◆ Análise de dados áudio



Mudança de domínio

Nota musical	Frequência em Hz									
	1ª Oitava	2ª Oitava	3ª Oitava	4ª Oitava	5ª Oitava	6ª Oitava	7ª Oitava	8ª Oitava	9ª Oitava	
Dó	33	66	132	264	528	1056	2112	4224	8448	16896
Dó #	34.947	69.894	139.79	279.6	559.15	1118.3	2236.6	4473.2	8946.4	17893
Ré	37.026	74.052	148.1	296.2	592.42	1184.8	2369.7	4739.3	9478.7	18957
Ré #	39.237	78.474	156.95	313.9	627.79	1255.6	2511.2	5022.3	10044.5	20089
Mi	40.79	81.58	163.16	326.32	652.64	1305.28	2610.56	5221.12	10442.24	20884.48
Fá	42.03	84.06	168.12	336.24	672.48	1344.96	2689.92	5379.84	10759.68	21519.36
Fá #	43.33	86.66	173.32	346.64	693.28	1386.56	2773.12	5546.24	11092.48	22184.96
Sol	44.72	89.44	178.88	357.76	715.52	1431.04	2862.08	5724.16	11448.32	22896.64
Sol #	46.19	92.38	184.76	369.52	739.04	1478.08	2956.16	5912.32	11824.64	23649.28
Lá	47.75	95.5	191.0	382.0	764.0	1528.0	3056.0	6112.0	12224.0	24448.0
Lá #	49.33	98.66	197.32	394.64	789.28	1578.56	3157.12	6314.24	12628.48	25256.96
Si	50.92	101.84	203.68	407.36	814.72	1629.44	3263.84	6527.68	13055.36	26110.72
Dó	52.6	105.2	210.4	420.8	841.6	1683.2	3366.4	6732.8	13465.6	26931.2



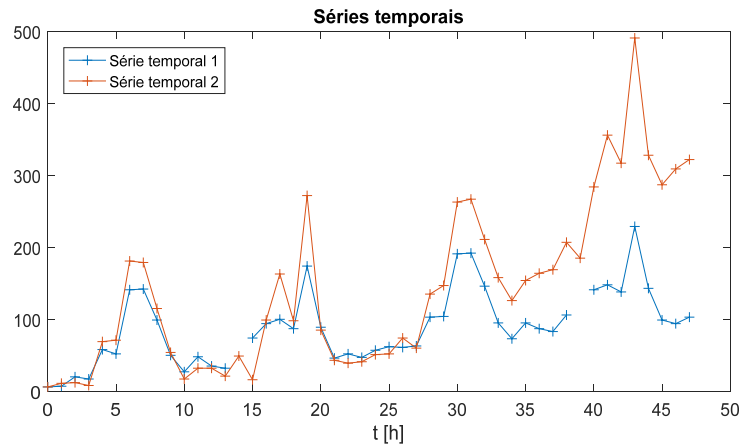
Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 8

Razões para a Análise e Transformação de Dados

◆ Análise de séries temporais

- Sequência ordenada de observações feitas ao longo do tempo

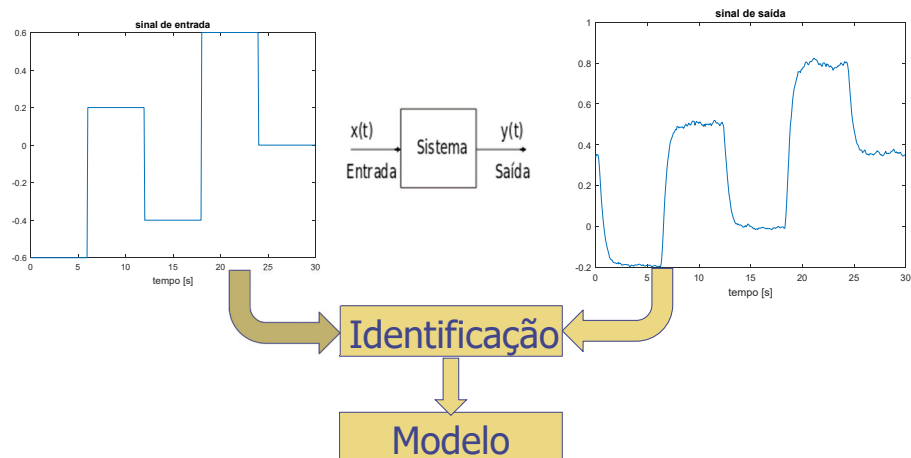


Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 9

Razões para a Análise e Transformação de Dados

◆ Análise de dados de um sistema dinâmico

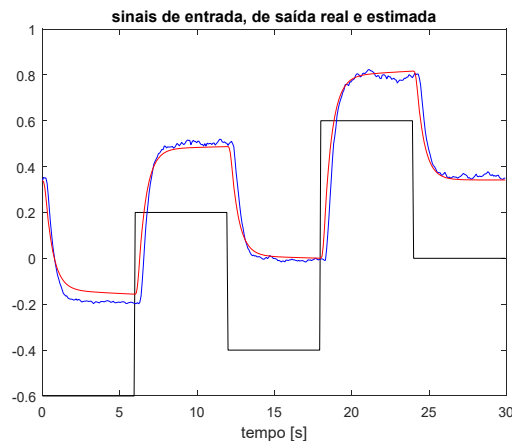


Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 10

Razões para a Análise e Transformação de Dados

- ◆ Análise de dados de um sistema dinâmico com base no modelo

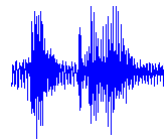


Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 11

Análise de fenómenos dinâmicos

- ◆ O que é um **sinal**?
- ◆ Sinais são **funções que transportam informação**, usualmente nas dimensões temporal e/ou espacial.
- ◆ Um sinal é uma função de uma ou mais variáveis independentes (normalmente tempo e/ou espaço), contendo informação sobre um determinado fenómeno físico.
- ◆ **Matematicamente:** um sinal é uma função que relaciona elementos de um domínio (espaço, tempo, ...) em elementos de outro domínio, i.e. o contra-domínio:
 - Exemplo: Grandeza física como a temperatura, a pressão do ar, a intensidade luminosa, ...



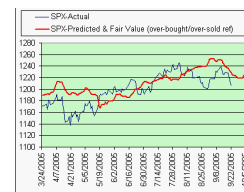
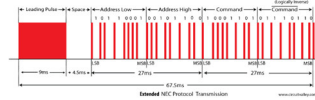
Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 12

Análise de fenómenos dinâmicos

Exemplos de **sinais**:

- ◆ Sinais **infravermelhos** usados, por exemplo, para controlar remotamente equipamentos eletrônicos.
- ◆ O **som produzido pela voz humana**, representado pela variação de pressão do ar e pelo sinal elétrico usado na sua transmissão através de um cabo telefónico.
- ◆ A sequência de valores correspondentes aos movimentos de ações na Bolsa ao longo de um dado período de tempo.
- ◆ Um filme de vídeo, constituído por uma sequência de imagens.



Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 13

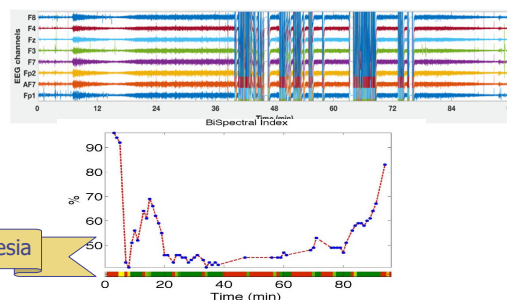
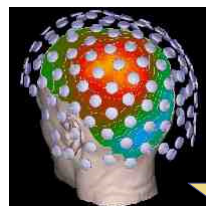
Análise de fenómenos dinâmicos

- ◆ Análise de Dados → Mudança de domínio → Transformação Tempo – Frequência → Usando, por exemplo, análise de Fourier

- ◆ Porquê Fourier?

- Muitos fenómenos que ocorrem na natureza são oscilatórios
 - ♦ Eletroencefalograma (EEG)

$$x(t) = \sum_{m=0}^M C_m \cos(m\omega_0 t + \theta_m) \quad , -\infty < t < \infty$$



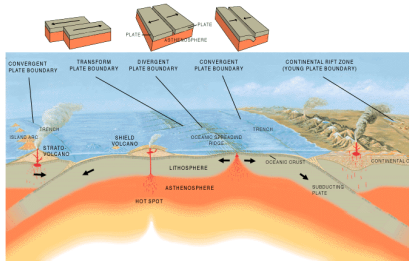
Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 14

Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

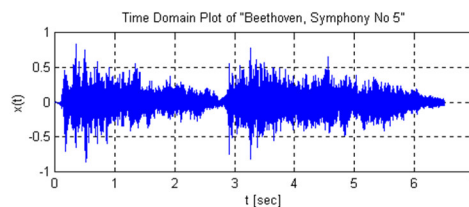
- Muitos fenómenos que ocorrem na natureza são oscilatórios
 - ◆ Atividade Sísmica



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

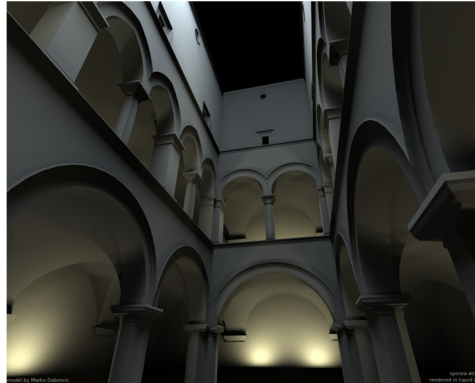
- Muitos fenómenos que ocorrem na natureza são oscilatórios
 - ◆ Áudio



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

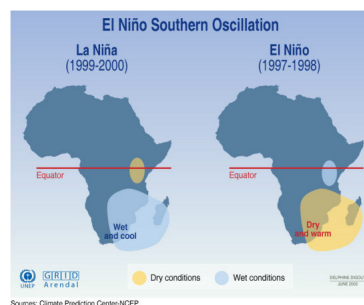
- Muitos fenómenos que ocorrem na natureza são oscilatórios
 - ◆ Luz



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

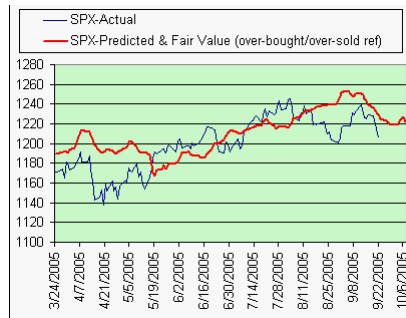
- Muitos fenómenos que ocorrem na natureza são oscilatórios
 - ◆ Diversos fenómenos meteorológicos



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

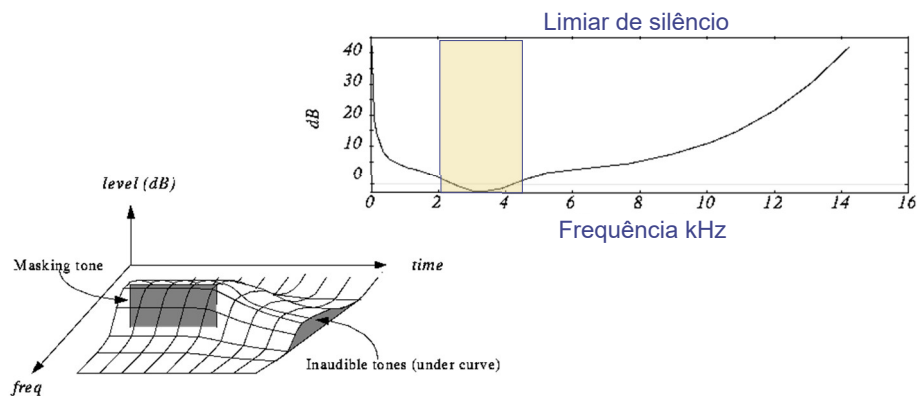
- Muitos dados económicos são oscilatórios



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

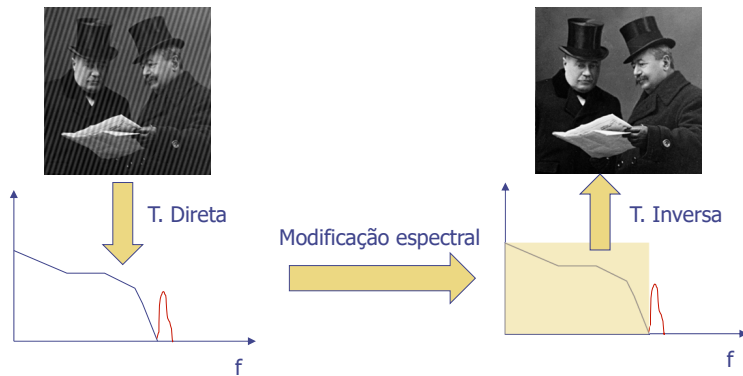
- Muitos dos sensores são descritos em termos de fenómenos oscilatórios



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

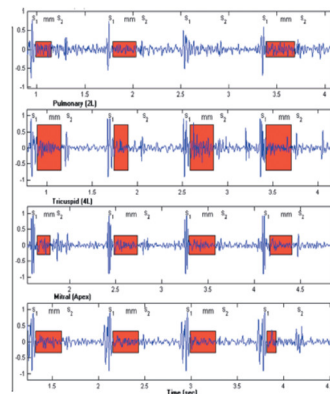
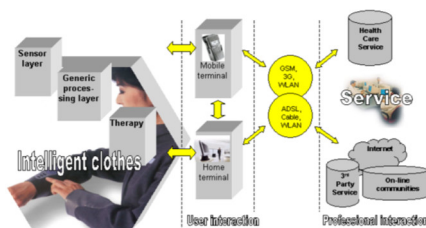
- Ferramenta poderosa para a Análise e Transformação dos Dados



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

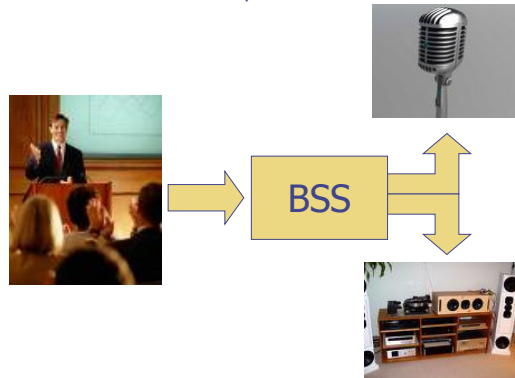
- Ferramenta poderosa para a Análise e Transformação dos Dados
 - ◆ Identificação de padrões



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

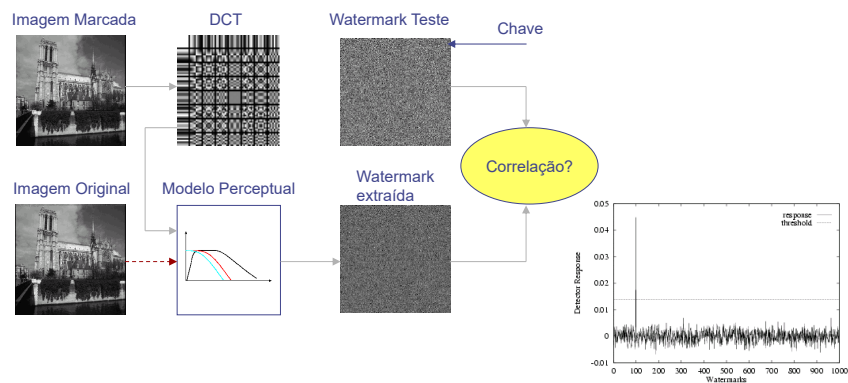
- Ferramenta poderosa para a Análise e Transformação dos Dados
 - ◆ BSS - Blind Source Separation



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

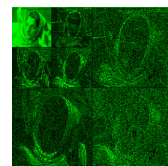
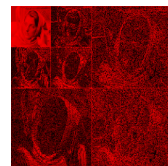
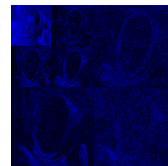
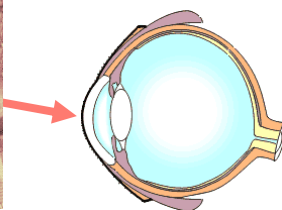
- Ferramenta poderosa para a Análise e Transformação dos Dados



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

- Ferramenta poderosa para a Análise e Transformação dos Dados



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

- Ferramenta poderosa para a Análise e Transformação dos Dados



Análise de fenómenos dinâmicos

◆ Análise de Dados: Porquê Fourier?

- Ferramenta poderosa para a Análise e Supervisão de Sistemas
 - ♦ A resposta de um sistema linear a uma sinusóide é uma sinusóide amplificada e desfasada.



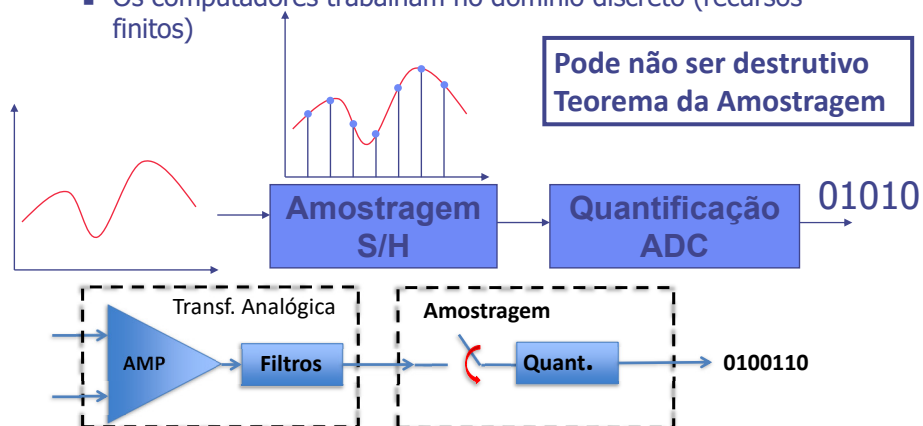
Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 27

Interação do computador com o mundo exterior

◆ Aquisição de dados

- Muitas das fontes de dados são contínuas
- Os computadores trabalham no domínio discreto (recursos finitos)



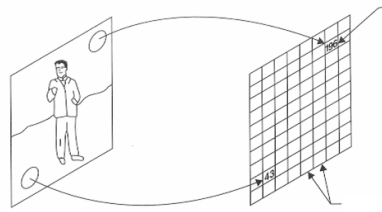
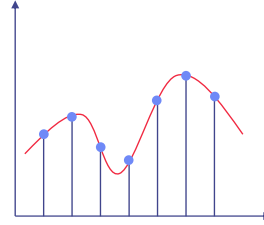
Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 28

Interação do computador com o mundo exterior

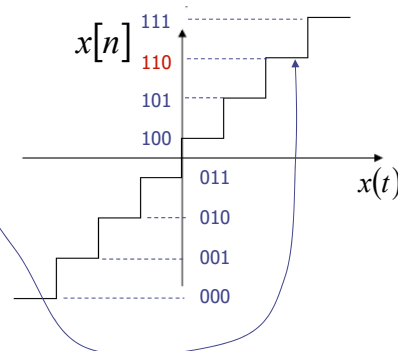
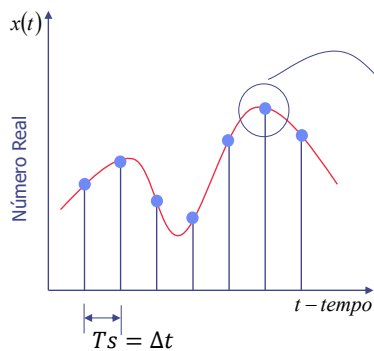
◆ Amostragem

- Temporal
 - ◆ Som
 - ◆ Temperatura
- Espacial
 - ◆ Imagem
- Temporal e Espacial
 - ◆ Vídeo



Interação do computador com o mundo exterior

◆ Conversão Analógico para Digital (ADC)

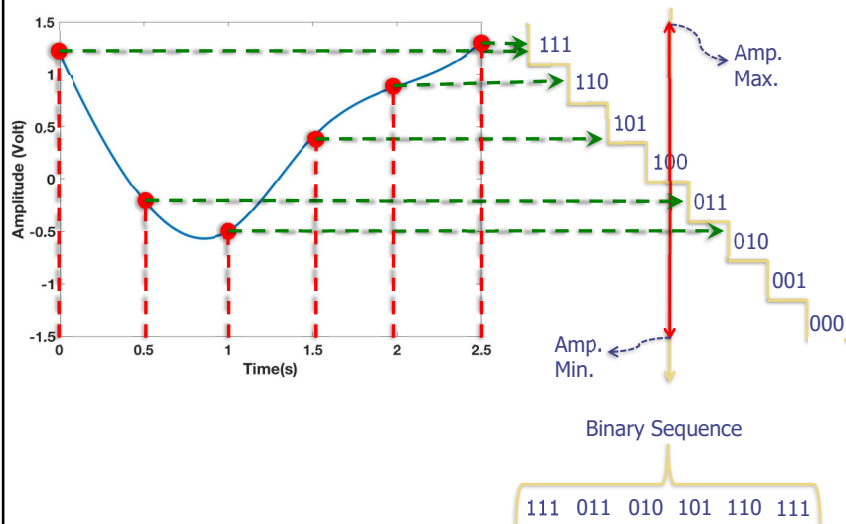


ADC

Período de Amostragem (**Resolução Temporal**):

$$T_s = 1/f_s \text{ (em Hz)}$$

Interação do computador com o mundo exterior

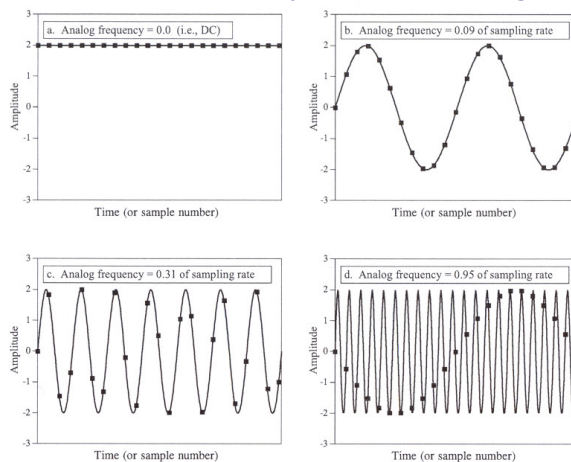


Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 31

Interação do computador com o mundo exterior

◆ Influência da Frequência de Amostragem



f_{max} = frequência máxima no sinal

Teorema de Nyquist (ou da Amostragem):
 $f_s > 2 f_{max} \Rightarrow$ reconstrução perfeita do sinal original

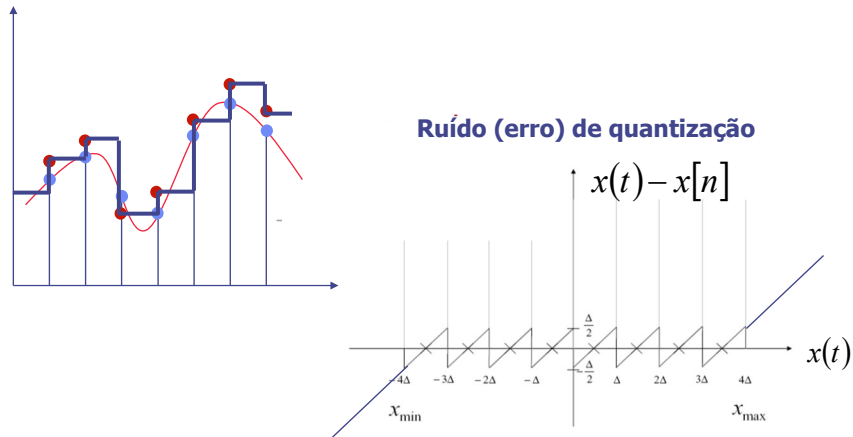
Caso contrário, **Aliasing**

Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 32

Interação do computador com o mundo exterior

◆ Computador e Meio Físico



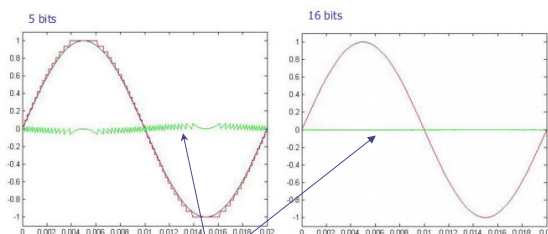
Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 33

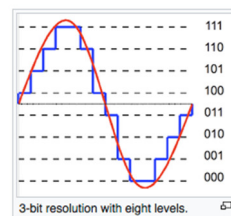
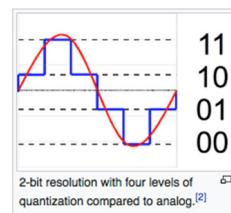
Interação do computador com o mundo exterior

◆ Quantização (**Resolução de Amplitude**)

- Define a resolução de amplitude do sinal digitalizado
- Mais bits implica mais níveis de quantização e uma maior proximidade entre o sinal digital e o sinal analógico
- 8 bits ($2^8=256$ níveis), ..., 24 bits ($2^{24}=16777216$ níveis)



Erro de quantização



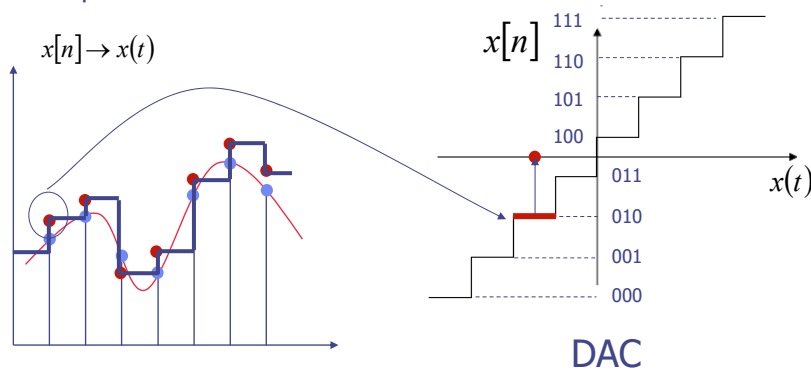
[https://en.wikipedia.org/wiki/Quantization_\(signal_processing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Quantization_(signal_processing))

Análise e Transformação de Dados @ DEI - FCTUC 2021/2022

1 - 34

Interação do computador com o mundo exterior

◆ Computador e Meio Físico



Conversão Digital para Analógico (DAC)

Interação do computador com o mundo exterior

