

Licenciatura em Engenharia Informática

# Sistemas Multimédia

## Conversão A/D e D/A

Telmo Reis Cunha

Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática

Universidade de Aveiro – 2018/2019

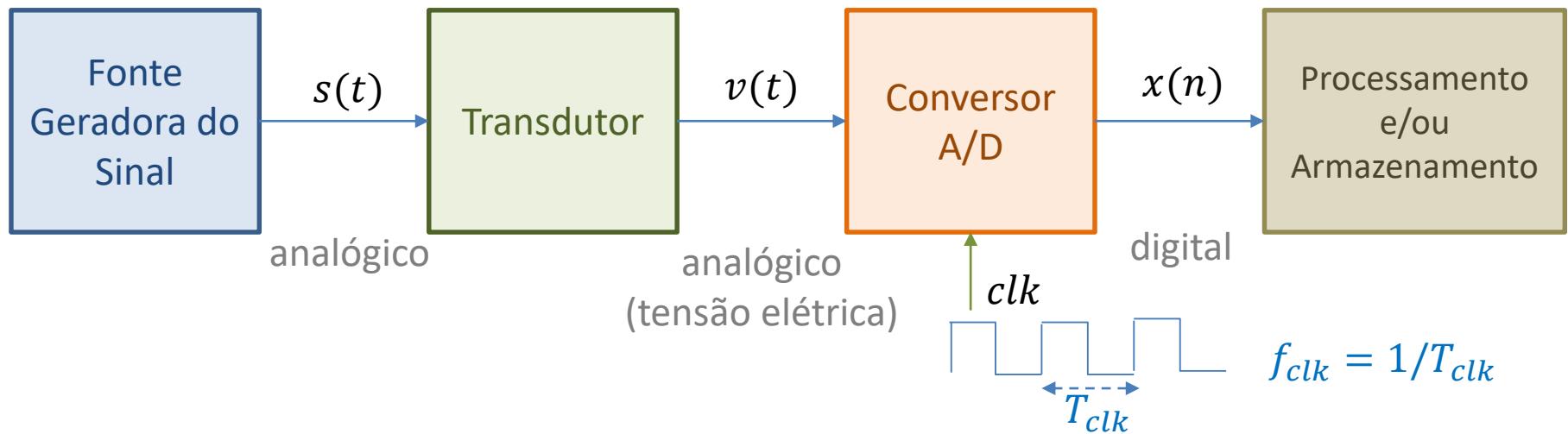
# 1. Conversão Analógico/Digital (A/D)

---

- Os sinais reais são normalmente gerados no formato analógico – i.e, sinais que apresentam uma variação contínua do seu valor, ao longo do tempo (também considerado contínuo).
- Por exemplo, o som gerado por instrumentos musicais analógicos pode adquirir intensidade (amplitude) numa gama contínua de valores.
- Para se adquirir uma versão digital desses sinais (por exemplo, para armazená-los ou processá-los) é necessário convertê-los para o domínio digital – **Amostragem no tempo e Quantização da amplitude**.
- Tal tarefa é realizada pelo **Conversor Analógico/Digital (A/D)**.

# 1. Conversão Analógico/Digital (A/D)

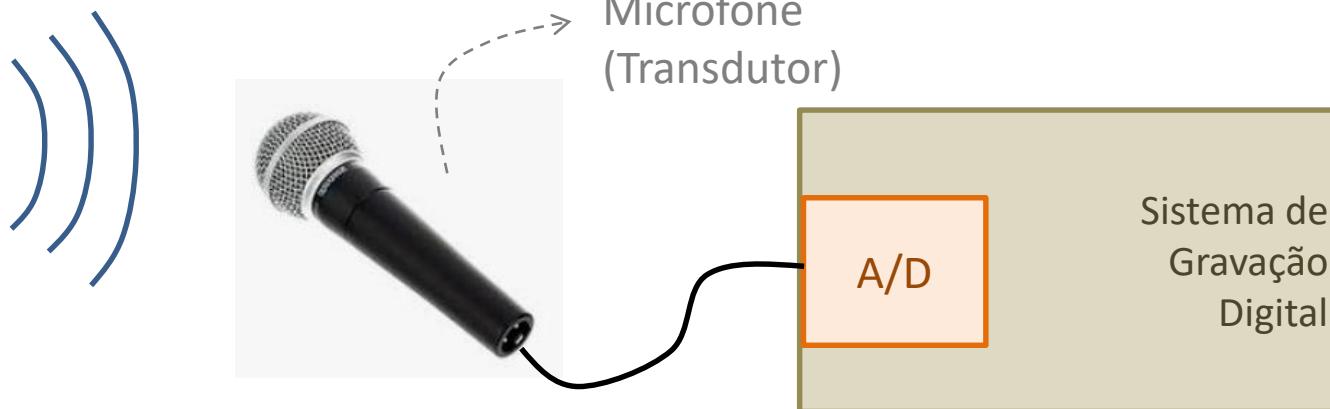
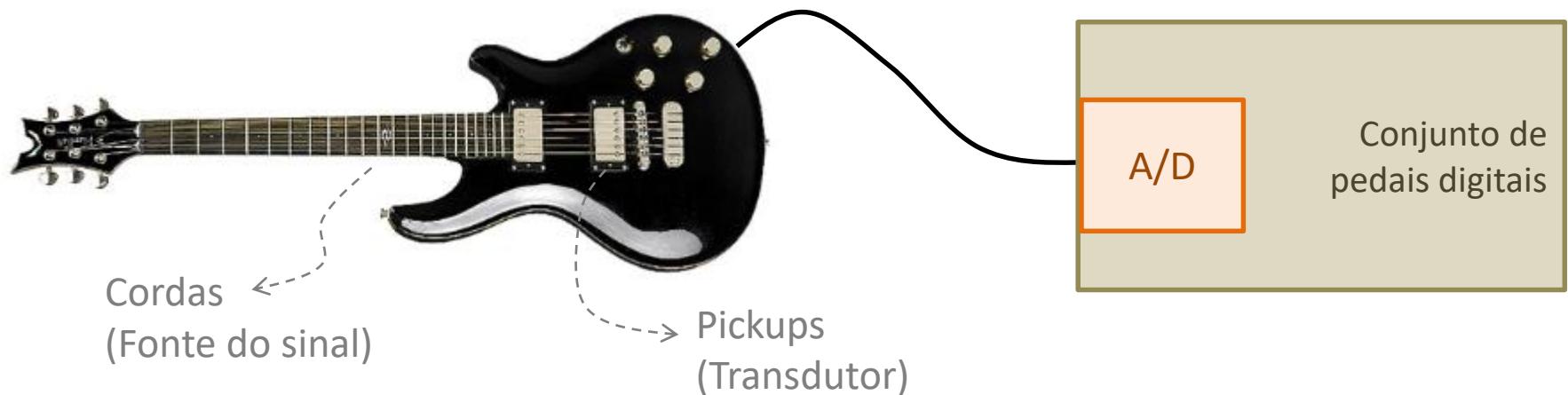
- A arquitetura comum de um sistema de aquisição de sinais é:



- O sinal *clock* (*clk*) é responsável por impor o período de amostragem (tipicamente igual a  $T_{clk}$ ).
- É usual que cada amostra seja obtida na transição ascendente do sinal *clock*.

# 1. Conversão Analógico/Digital (A/D)

- Exemplo de sistemas de conversão analógico-digital aplicado ao áudio:



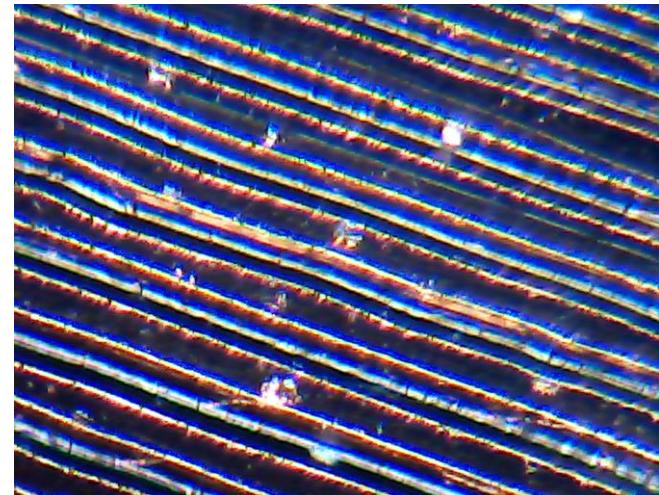
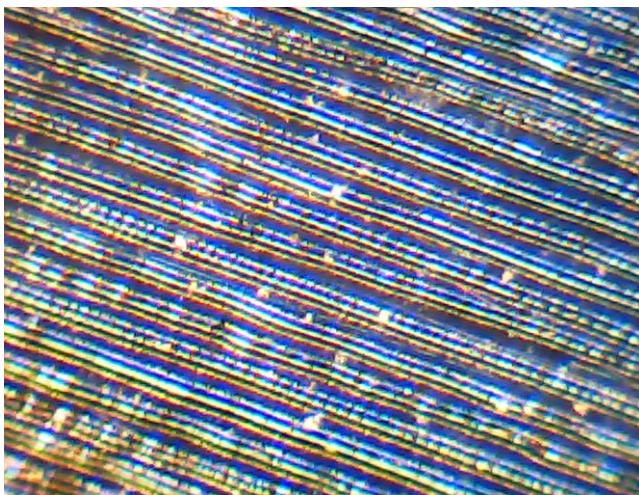
Exemplo (CD):  
 $f_a = 44100 \text{ Hz}$   
 $N\text{bits} = 16$

# 1. Conversão Analógico/Digital (A/D)

---

- A gravação de áudio (e não só) no formato digital (aparecimento do CD nas décadas de 80/90) veio contribuir para um aumento significativo da qualidade dos equipamentos de áudio.

Imagen, ao microscópio, dos sulcos num disco de vinil (armazenamento no formato analógico):



As partículas de pó (evidentes na imagem) causam ruído na reprodução do som armazenado no disco de vinil.

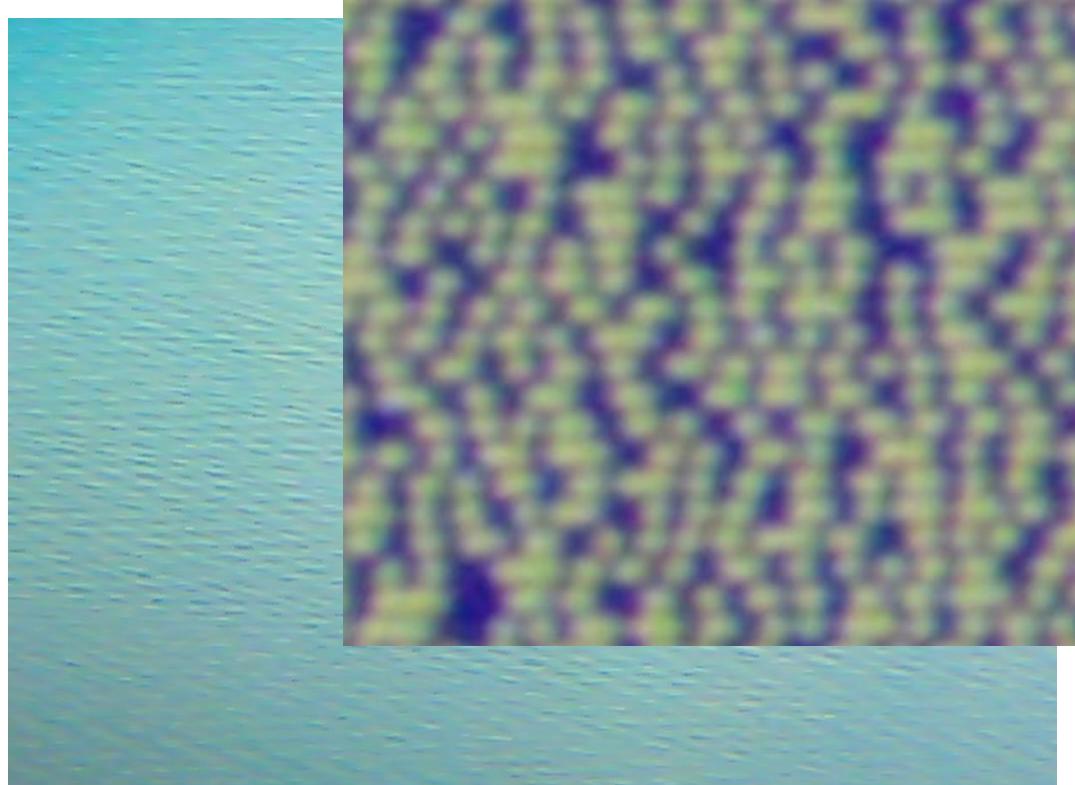
# 1. Conversão Analógico/Digital (A/D)

- A gravação de áudio (e não só) no formato digital (aparecimento do CD nas décadas de 80/90) veio contribuir para um aumento significativo da qualidade dos equipamentos de áudio.

Um CD regista 0's e 1's através de material refletor de laser (refletindo-o ou não).

Cada sulco tem  $0.5 \mu m$  de espessura, entre  $0.8$  e  $3 \mu m$  de comprimento, e  $0.15 \mu m$  de profundidade.

Com cerca de 807 MBytes de capacidade, um CD pode armazenar cerca de 80 minutos de música stereo.

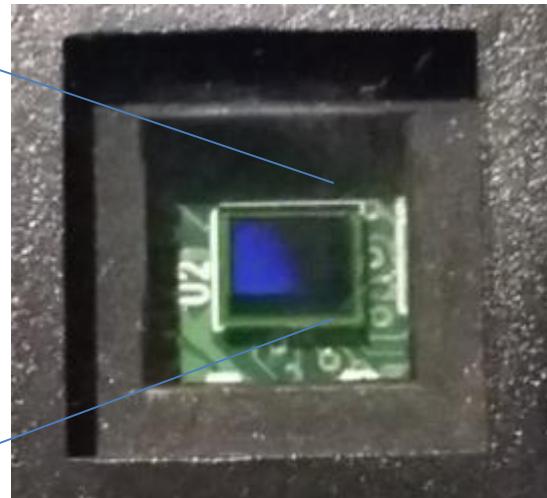


# 1. Conversão Analógico/Digital (A/D)

- Exemplo de sistema de conversão analógico-digital aplicado a imagem:



Imagen real  
(Fonte do sinal)



CCD  
(Transdutor e  
Conversor A/D)

Sistema de  
Gravação  
Digital

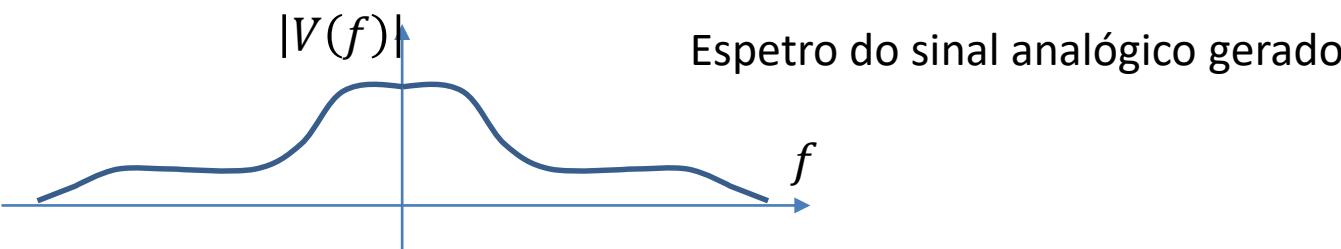
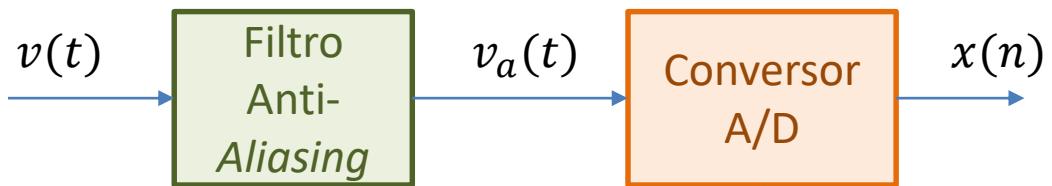
# 1. Conversão Analógico/Digital (A/D)

---

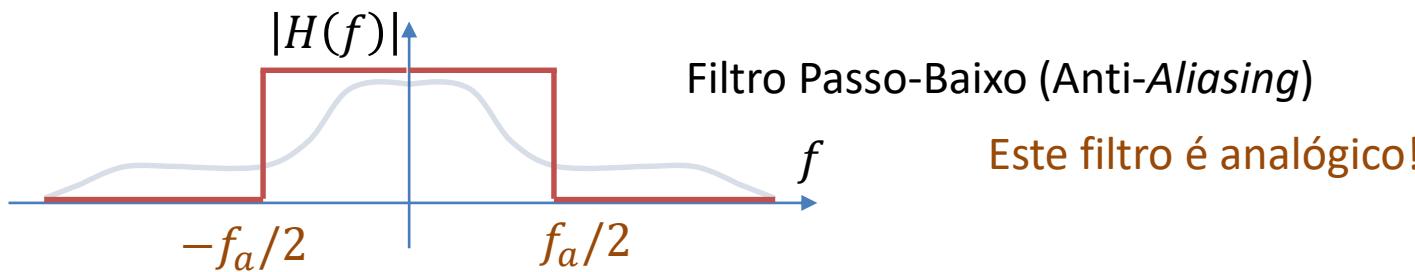
- Uma vez que a frequência de amostragem (i.e.,  $f_{clk}$ ) é definida *a priori* num conversor A/D, é necessário garantir que não surge o fenómeno de *aliasing*.
- Como o sinal analógico a amostrar é muitas vezes gerado de forma independente do processo de amostragem do conversor, a forma de evitar o *aliasing* consiste em impor um filtro antes do conversor – **filtro anti-aliasing**.
- O filtro anti-aliasing filtra as componentes do sinal de entrada cuja frequência não é inferior a metade da frequência de amostragem (critério de Nyquist).

# 1. Conversão Analógico/Digital (A/D)

- Filtro Anti-Aliasing:



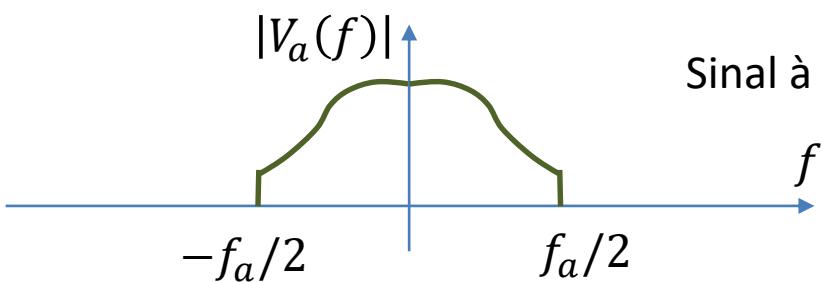
Espetro do sinal analógico gerado



Filtro Passo-Baixo (Anti-Aliasing)

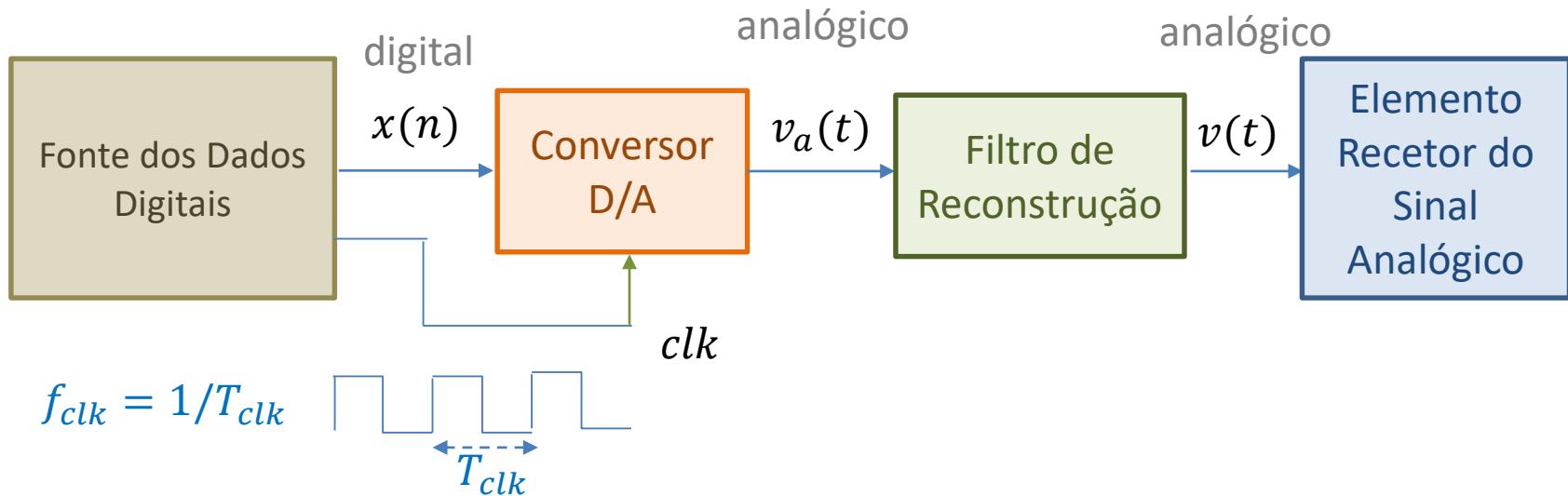
Este filtro é analógico!

Sinal à entrada do Conversor A/D



## 2. Conversão Digital/Analógica (D/A)

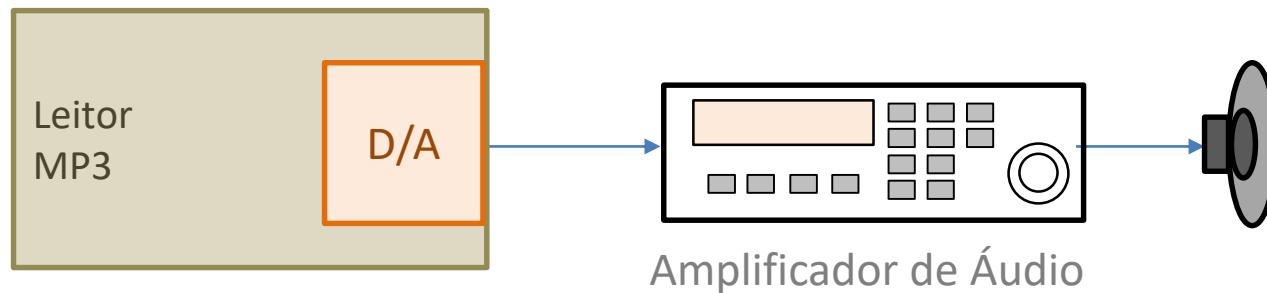
- São vários os exemplos de aplicação (como um leitor de música) onde há a necessidade de transformar a informação armazenada no formato digital de volta ao formato analógico.
- A arquitetura de base nestes casos é:



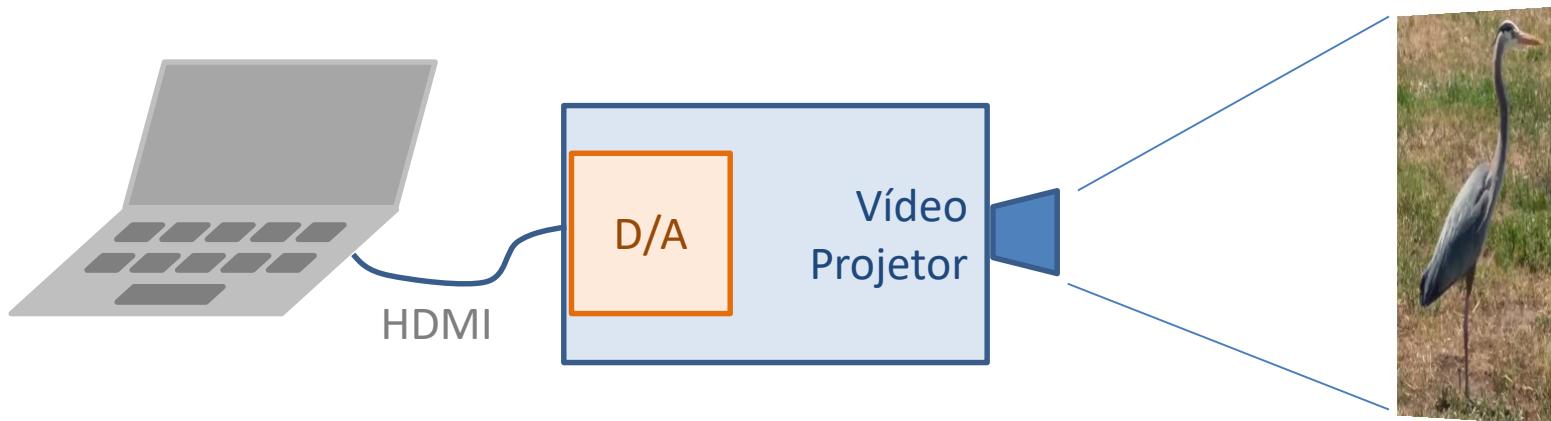
- O elemento chave neste processo é o **Conversor Digital/Analógico (D/A)**.

## 2. Conversão Digital/Analógica (D/A)

- Exemplo de conversão digital/analógica aplicada ao áudio:

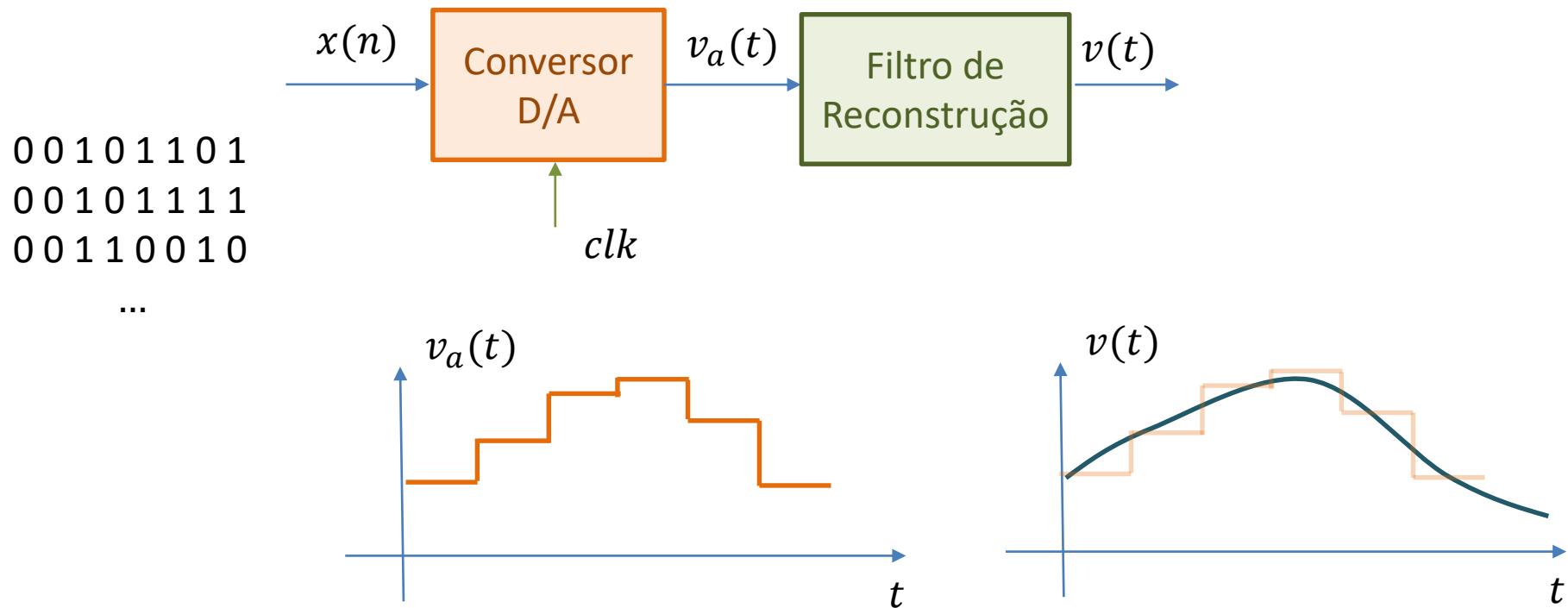


- Exemplo de conversão digital/analógica aplicada a imagem:



## 2. Conversão Digital/Analógica (D/A)

- O conversor D/A necessita do Filtro de Reconstrução (é um filtro analógico) para eliminar as transições abruptas entre os valores das amostras consecutivas.



### 3. Conversão A/D e D/A

#### Questão:

- Considere o seguinte esquema de amostragem e reconstrução. O sinal  $v_o(t)$  é uma réplica exata do sinal  $v_i(t)$ ?

