

# Containers para Aplicações

Introdução Engenharia Informática

---

Mário Antunes

October 20, 2025

Universidade de Aveiro

# Contentores de Aplicações & Sandboxing em Linux

**Um Olhar Aprofundado sobre AppImage, Snap, e Flatpak**

# O Problema Principal: “O Inferno das Dependências Linux”



Aplicações Linux tradicionais dependem de **bibliotecas de sistema partilhadas** (ficheiros `.so`).

- **O Conflito:**

- A Aplicação A precisa da `libXYZ v1.0`
- A Aplicação B precisa da `libXYZ v2.0`

- **O Resultado:**

- O seu gestor de pacotes (`apt`, `dnf`) muitas vezes só consegue instalar uma versão.
- Instalar a Aplicação B quebra a Aplicação A (ou vice-versa).

## A Necessidade de Isolamento & Portabilidade

- **Portabilidade:** Uma aplicação empacotada com as suas dependências irá “correr em qualquer lado” (run anywhere) em qualquer distribuição Linux, independentemente das suas bibliotecas de sistema.
- **Estabilidade:** Aplicações não podem conflitar com as dependências umas das outras.
- **Segurança:** Se uma aplicação está isolada (sandboxed), ela não consegue ler as suas chaves SSH, histórico do navegador, ou outros dados sensíveis.

## Como Outros SOs Gerem Isto

Isto não é apenas um problema do Linux.

- **Windows:** Aplicações empacotam quase *todos* os seus ficheiros `.dll` na sua pasta de instalação (ex: `C:\Program Files\App`).
  - **Pró:** Previne conflitos.
  - **Contra:** Muita duplicação; ineficiente.
- **macOS:** “Bundles” `.app` são apenas pastas que contêm o binário da aplicação e todas as suas bibliotecas.
  - **Pró:** Auto-contido e portátil.
  - **Contra:** Também duplica bibliotecas.

# Isolamento “Natural”: VMs & Runtimes

Algumas tecnologias fornecem isolamento pela sua própria natureza.

- **Java Virtual Machine (JVM):**

- O SO corre o processo java, não a sua aplicação diretamente.
- A JVM corre o bytecode Java num ambiente gerido e em sandbox.
- Um “Security Manager” controla todo o acesso ao sistema de ficheiros e rede do anfitrião (host).

- **Python Virtual Environments (venv):**

- Isto é **isolamento de dependências**, não sandboxing de segurança.
- Cria uma pasta local (`.venv`) com o seu próprio interpretador Python e pacotes (pygame, numpy).
- Um ficheiro `requirements.txt` lista todas as dependências, permitindo que `pip install -r requirements.txt` crie um ambiente reproduzível, tal como fizemos no nosso exercício.
- Isto resolve o problema “Aplicação A vs. Aplicação B” na nossa máquina local, mas não impede a aplicação de ler os nossos ficheiros.

# As Soluções Linux Modernas

Três grandes tecnologias emergiram para resolver isto para *qualquer* aplicação, com o objetivo de empacotar a aplicação e as suas dependências.

## 1. AppImage

- **Filosofia:** “Uma aplicação = um ficheiro.” Não é necessária instalação.

## 2. Snap

- **Filosofia:** “Um pacote seguro e universal.” Apoiado pela Canonical (Ubuntu).

## 3. Flatpak

- **Filosofia:** “O futuro das aplicações desktop.” Apoiado pela Red Hat & comunidade GNOME.



- **Isolamento: Nenhum por defeito.** Foca-se na portabilidade, não na segurança. A aplicação corre como um processo de utilizador normal.
  - *(Pode ser colocada em sandbox por ferramentas externas opcionais, como o firejail).*
- **Dependências: “Empacotar Tudo.”** A aplicação empacota todas as bibliotecas de que precisa, assumindo apenas um sistema base mínimo.
- **Acesso ao Anfitrião: Acesso Total de Utilizador.** A aplicação pode ver e modificar qualquer coisa que o utilizador que a executou pode.

- **Isolamento: Sandbox Forte.** Usa funcionalidades do kernel Linux como cgroups, namespaces, e **AppArmor** para confinar estritamente a aplicação.
- **Dependências: Empacotadas + Core Snaps.** As aplicações empacotam as suas bibliotecas específicas, mas também dependem de um core snap partilhado (ex: core22) que fornece um runtime base do Ubuntu.
- **Acesso ao Anfitrião: "Interfaces."** Negado por defeito. A aplicação tem de declarar o que precisa (ex: network, home, camera).




## Análise Aprofundada: Flatpak 📁

- **Isolamento: Sandbox Forte.** Usa namespaces do kernel e uma ferramenta chamada **Bubblewrap (bwrap)** para criar um ambiente privado para a aplicação.
- **Dependências: Runtimes Partilhados.** Uma aplicação requisita um “Runtime” (ex: `org.gnome.Platform`). Este é descarregado *uma vez* e partilhado por todas as aplicações que precisam dele. Muito eficiente.
- **Acesso ao Anfitrião: “Portals.”** Negado por defeito. Quando uma aplicação precisa de um ficheiro, ela pede a um “Portal”, que abre um seletor de ficheiros *fora* da sandbox. O utilizador escolhe um ficheiro, e *apenas* esse ficheiro é dado à aplicação.

# Comparação: Sandboxing & Dependências

Funcionalidade	AppImage	Snap	Flatpak
<b>Sandboxing</b>	✗ Nenhum (por defeito)	✓ Forte (AppArmor)	✓ Forte (Bubblewrap)
<b>Permissões</b>	Acesso total de utilizador	Interfaces (Declarativas)	Portals (Interativos)
<b>Modelo de Dependências</b>	Tudo empacotado no ficheiro	Empacotadas + Core snaps	Runtimes Partilhados

# Comparação: Distribuição & Apoio

Funcionalidade	AppImage	Snap	Flatpak
<b>Distribuição</b>	Descentralizada (qualquer URL)	Centralizada (Snap Store)	Descentralizada (Repositórios)
<b>Apoio Central</b>	Comunidade	Canonical (Ubuntu)	Red Hat / GNOME
<b>Precisa de um Daemon?</b>	 Não	 Sim (snapd)	 Sim (flatpak-daemon)
<b>Integração com o Desktop</b>	Opcional (appimaged)	Automática	Automática

# Limitações: Os Compromissos

- **Espaço em Disco:**
  - **AppImage/Snap:** Empacotar pode ser ineficiente. Uma aplicação de 10MB pode tornar-se num pacote de 150MB.
  - **Flatpak:** Runtimes são grandes (muitas vezes 500MB+), mas isto é um download **único**.
- **Tempo de Arranque:**
  - **AppImage:** Tem de “montar” o sistema de ficheiros comprimido em cada arranque (pode ser lento).
  - **Snap:** Notoriamente lento no *primeiro arranque* enquanto configura a sandbox.

# Limitações: O Problema da “Prisão”

- **Segurança vs. Usabilidade:**

- A sandbox é uma “prisão”. Isto é ótimo para a segurança, mas pode ser frustrante.
- “Porque é que a minha aplicação não vê o meu tema do desktop?” (Maioria resolvido agora).
- “Porque é que a minha aplicação não vê a minha pasta pessoal?” Isto é uma **funcionalidade**, não um bug, mas requer que as aplicações sejam reescritas para usar `Portals` corretamente.

- **Não serve para Tudo:**

- Pouco adequado para ferramentas de linha de comandos (`command-line tools`) que precisam de integração profunda com o sistema (ex: `docker`, `htop`, `drivers` de sistema).

## Prática: A Estrutura AppDir do AppImage

Um AppImage é apenas um diretório comprimido. Este diretório é chamado de **AppDir**.

`MyGame.AppDir/` (A pasta raiz)

- **AppRun (Obrigatório):** O script de entypoint. É isto que corre quando dá um duplo clique no AppImage. É nosso trabalho escrever este script para configurar o ambiente (como o `PYTHONPATH` para o Pygame) e lançar o binário principal.



- **my-game.desktop (Obrigatório):** O ficheiro de integração com o desktop. Diz ao menu de aplicações do sistema:
  - Name=My Game
  - Exec=AppRun (Sempre AppRun)
  - Icon=my-game (O nome do ícone, sem extensão)
- **my-game.png (Obrigatório):** O ficheiro de ícone nomeado no ficheiro .desktop.
- **usr/...:** Uma estrutura Linux padrão contendo os seus binários, bibliotecas, e o interpretador Python portátil.

# Prática: AppImage “Hello World”

Aqui, criamos a estrutura AppDir *mínima*.

## 1. Criar o diretório, script, e metadados:

```
mkdir -p HelloWorld.AppDir
cd HelloWorld.AppDir

# Criar o entrypoint AppRun
echo '#!/bin/bash' > AppRun
echo 'echo "Hello from an AppImage!"' >> AppRun
chmod +x AppRun

# Criar o ficheiro .desktop
echo '[Desktop Entry]' > hello.desktop
echo 'Name=Hello' >> hello.desktop
echo 'Exec=AppRun' >> hello.desktop
echo 'Icon=hello' >> hello.desktop
echo 'Type=Application' >> hello.desktop

# Adicionar um ícone vazio (dummy)
touch hello.png
```

# Prática: Empacotar o AppImage

## 1. Empacotar!

```
# Voltar ao diretório pai
cd ..

# Descarregar o appimagetool (só precisa de o fazer uma vez)
wget https://github.com/AppImage/AppImageKit/releases/download/continuous/appimagetool
chmod +x appimagetool-x86_64.AppImage

# Executar a ferramenta no seu diretório
# Temos de definir ARCH para aplicações baseadas em scripts
ARCH=x86_64 ./appimagetool-x86_64.AppImage HelloWorld.AppDir
```

**Resultado:** Agora tem o `Hello-x86_64.AppImage`.  
Execute-o: `./Hello-x86_64.AppImage`

## Prática: O Manifest do Flatpak (.yml)

Um Flatpak é construído a partir de um ficheiro “manifest” que atua como uma “receita”.

- `app-id`: O nome único (ex: `com.example.HelloWorld`).
- `runtime / sdk`: O sistema base sobre o qual construir (ex: `org.gnome.Platform`). Não empacotamos o Python; usamos o que vem no runtime.
- `command`: O executável a correr.
- `modules`: A lista de “partes” a construir. É aqui que listamos o código da nossa aplicação e as suas dependências (como o `pygame` do PyPI ou o nosso jogo de um URL `git`).

# Prática: Flatpak “Hello World”

## 1. Criar o script:

```
# Criar um ficheiro chamado hello.sh
echo '#!/bin/sh' > hello.sh
echo 'echo "Hello from a Flatpak Sandbox!"' >> hello.sh
```

## 2. Criar o manifest (com.example.HelloWorld.yml):

```
app-id: com.example.HelloWorld
runtime: org.freedesktop.Platform
runtime-version: '23.08'
sdk: org.freedesktop.Sdk
command: hello.sh
modules:
  - name: hello-module
    buildsystem: simple
    build-commands:
      # Instalar o script na sandbox
      - install -Dm755 hello.sh /app/bin/hello.sh
sources:
  # Dizer ao builder para encontrar o hello.sh no dir do projeto
  - type: file
    path: hello.sh
```

# Prática: A Ferramenta flatpak-builder

O comando flatpak-builder lê o seu manifest .yaml e realiza a compilação dentro de um ambiente limpo e em sandbox.

```
# 1. Construir e instalar a aplicação
flatpak-builder --user --install --force-clean \
  build-dir com.example.HelloWorld.yaml
```

- **--user**: Instala para o utilizador atual (sem sudo).
- **--install**: Instala a aplicação assim que é construída.
- **--force-clean**: Apaga o diretório de compilação antigo para um começo limpo.
- **build-dir**: Uma pasta temporária para o processo de compilação.

```
# 2. Execute a sua nova aplicação!
flatpak run com.example.HelloWorld
```

# Prática: Repositórios Flatpak

O Flatpak é descentralizado, como o git. Não existe uma “loja” (store) única.

- **O que é um Repositório?**

- Um servidor (ou pasta local) que aloja aplicações, gerido pelo ostree.
- Pode ter múltiplos “remotes” (repositórios) configurados.

- **Flathub: O Repositório “Principal”**

- flathub.org é o repositório central *de facto* para a maioria das aplicações desktop (Spotify, VS Code, GIMP, Steam).
- `flatpak remote-add --if-not-exists flathub https://flathub.org/repo/flathub.flatpakrepo`



- **Como Publicar:**

- Para colocar a sua aplicação no Flathub, submete o seu ficheiro `manifest.yml` ao repositório GitHub deles como um `pull request`.
- O sistema de compilação deles constrói, assina e publica automaticamente a sua aplicação por si.

# Conclusão

- O **Isolamento** resolve o “Inferno das Dependências” e adiciona **segurança**.
- **AppImage**: Melhor para **portabilidade** simples. “Correr a partir de uma pen USB.”
  - *Foco*: Estrutura de ficheiros (AppDir) e script AppRun.
- **Snap**: Forte em **IoT/Servidores** e no Ubuntu. Apoiado por uma corporação.
  - *Foco*: Loja central, segurança forte.
- **Flatpak**: O líder no espaço **desktop**. Apoiado pela comunidade (GNOME/KDE) e Red Hat.
  - *Foco*: Escrever “receitas” declarativas (manifests .yaml) e deixar o flatpak-builder e os runtimes partilhados fazer o trabalho pesado.