



# Aplicações e Serviços Web

## Objetivos:

- Servidores Web
- Serviços Web

## 5.1 Introdução

A World Wide Web (WWW) ou *Web* como é hoje popularmente conhecida, teve a sua génese em 1990 no Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) pelas mãos de Tim Berners-Lee. Inicialmente, a *Web* pretendia ser um sistema de hiper-texto que permitisse aos cientistas seguir rapidamente as referências num documento, evitando o processo tedioso de apontar e pesquisar referências. A *Web* pretendia na altura ser um repositório de informação estruturado em torno de um grafo (daí a *Web*), em que o utilizador pudesse seguir qualquer percurso entre os diversos documentos interligados pelas suas referências.

A *Web* assenta em 3 tecnologias, já tratadas nesta disciplina:

- Um sistema global de identificadores únicos/uniformes (URL, URI).
- Uma linguagem de representação de informação (HTML).
- Um protocolo de comunicação cliente/servidor (HTTP).

Com base nestas tecnologias, podemos não só transferir ficheiros estáticos entre um servidor e um cliente equipado com um *Web browser*, como também podemos construir documentos de forma dinâmica a partir de dados recebidos ou disponíveis no servidor num determinado momento.

Um bom exemplo deste último caso são os serviços meteorológicos que processam dados de observação e produzem documentos JavaScript Object Notation (JSON)[1] e Extensible Markup Language (XML) com as observações e previsões, para consumo por humanos ou outras máquinas. Este guião irá guiar o desenvolvimento de uma aplicação *Web* dinâmica com base na linguagem de programação *Python* e no formato de documentos JSON.

## 5.2 Servidores *Web*

### 5.2.1 Common Gateway Interface

Um servidor *Web* é uma aplicação de software que permite a comunicação entre dois equipamentos através do protocolo HTTP. A função inicial de um servidor *Web* era a de fornecer documentos armazenados em disco em formato HyperText Markup Language (HTML)[2] a um cliente remoto equipado com um *Web browser*. Esta simples tarefa desde cedo demonstrou-se demasiado restritiva, uma vez que frequentemente era necessário condicionar os dados nos documentos HTML a vários fatores, tais como: a identidade do utilizador, a sua localização, a sua língua nativa, etc.

É desta forma que surge o conceito de Common Gateway Interface (CGI). A CGI permite ao servidor interagir com um programa externo capaz de produzir dinamicamente conteúdos de qualquer formato. O *standard* CGI define um conjunto de parâmetros que são passados do servidor *Web* para a aplicação externa (denominada *script* CGI), assim como o formato que essa mesma aplicação deve obedecer por forma ao servidor *Web* re-interpretar o seu *output* antes de enviar ao *Web browser* do cliente.

É possível criar programas CGI em qualquer linguagem, inclusive uma linguagem de *scripting* como a *Bash*.

#### Exercício 5.1

No servidor **deti-labi.ua.pt**, no diretório **public\_html**, crie um novo diretório com o nome **cgi-bin**. Dentro dele crie o ficheiro **test.sh** com o seguinte conteúdo:

```
#!/bin/bash
echo "Content-type: text/plain"
echo ""
echo "Hello World"
```

Dê permissões de execução ao ficheiro (**chmod +x test.sh**).  
Execute-o na linha de comando (**./test.sh**).

Agora no seu navegador *Web*, aceda ao ficheiro que acabou de criar, através do endereço **http://deti-labi.ua.pt/~user/cgi-bin/test.sh**.  
Altere o ficheiro para mostrar outras *Strings*.

Do exercício anterior é importante reter a necessidade do programa imprimir um cabeçalho com informação do tipo de ficheiro que será criado dinamicamente. Através da interface CGI é possível não só criar ficheiros de texto (*plain*, HTML, JS, etc) como também ficheiros binários (imagens, vídeos, etc).

### Exercício 5.2

Altere o ficheiro anterior adicionando o comando **env**.

```
#!/bin/bash
echo Content-type: text/plain
echo ""
echo "Hello World"
env
```

Aceda ao ficheiro no seu navegador *Web*.

O resultado deste exercício mostra as *variáveis de ambiente* que o servidor *Web* envia para o programa externo através da interface CGI.<sup>1</sup>

### 5.2.2 Servidores Aplicacionais

Um servidor *Web* é uma aplicação de software que permite a comunicação entre dois equipamentos através do protocolo HTTP. A função inicial de um servidor *Web* era a de fornecer documentos armazenados em disco em formato HTML a um cliente remoto equipado com um *Web browser*.

Esta simples tarefa desde cedo demonstrou-se demasiado restritiva, uma vez que frequentemente era necessário condicionar os dados nos documentos HTML a vários fatores, tais como: a identidade do utilizador, a sua localização, a sua língua nativa, etc.

Servidores aplicacionais como o *Glassfish*, *JBoss*, *.NET* permitem ao programador ultrapassar muitas destas dificuldades ao incorporarem em si próprios código desenvolvido por programadores externos. Não estamos mais na situação de o servidor fornecer um ficheiro estático, mas na de o próprio programa incluir o servidor *Web* e poder fornecer conteúdos gerados de forma programática.

Neste capítulo, vamos abordar um servidor aplicacional específico para *Python*. O *CherryPy* é um servidor aplicacional simples mas poderoso, usado tanto para pequenas aplicações como para grandes serviços (ex.: *Hulu*, *Netflix*).

---

<sup>1</sup>As variáveis de ambiente (*environment variables*) são um mecanismo providenciado pelo sistema operativo para disponibilizar informação aos programas, para além do mecanismo de passagem de argumentos.

O *CherryPy* pode ser usado sozinho (*stand-alone*) ou através de um servidor *Web* tradicional via interfaces Web Server Gateway Interface (WSGI). Nesta disciplina, vamos usar o *CherryPy* apenas como servidor *stand-alone*. Para instalar o *CherryPy* pode recorrer ao gestor de pacotes da sua distribuição Linux ou ao **pip**.

No Ubuntu pode executar:

---

```
sudo apt-get install python3-cherrypy3
```

---

Em alternativa pode executar:

---

```
sudo pip3 install CherryPy ou sudo pip3 install --upgrade CherryPy
```

---

É altamente aconselhado que se instale o *CherryPy* via o comando **pip** pois a versão é mais recente.

Para instalar o *CherryPy* no *Windows* deve invocar uma *Power Shell* em modo de administrador e executar o comando **pip install cherrypy**.

O *CherryPy* é composto por 8 módulos:

**CherryPy.engine** Controla o início e o fim dos processos e o processamento de eventos.

**CherryPy.server** Configura e controla a WSGI ou o servidor HTTP.

**CherryPy.tools** Conjunto de ferramentas para processamento de um pedido HTTP.

**CherryPy.dispatch** Conjunto de *dispatchers* que permitem controlar o encaminhamento de pedidos para os *handlers*.

**CherryPy.config** Determina o comportamento da aplicação.

**CherryPy.tree** A árvore de objetos percorrida pela maioria dos *dispatchers*.

**CherryPy.request** O objeto que representa o pedido HTTP.

**CherryPy.response** O objeto que representa a resposta HTTP.

Começamos por criar uma aplicação semelhante ao *script* CGI seguinte. Revendo cada linha deste exemplo, começamos por identificar a importação do módulo *CherryPy*. De seguida temos a declaração de uma classe *HelloWorld*. Esta classe é composta por um método chamado *index* que devolve uma *String*. O decorador **@cherrypy.expose** determina que o método *index* deverá ser exposto ao cliente *Web*. Por fim, o módulo *CherryPy* cria um objeto da classe *HelloWorld* e inicia um servidor com ele.

### Exercício 5.3

Crie no seu próprio computador o seguinte ficheiro *Python*.

```
import cherrypy

class HelloWorld():
    @cherrypy.expose
    def index(self):
        return "Hello World!"

cherrypy.quickstart(HelloWorld())
```

Sendo que neste caso a aplicação é lançada automaticamente quando existirem alterações ao ficheiro e permite que seja terminada usando **CTRL-C**.

No seu *Web browser* aceda à aplicação usando o endereço `http://localhost:8080/`.

Quando um cliente *Web* acede ao servidor aplicacional *CherryPy*, este procura por um método da classe *HelloWorld* que tenha sido exposto para atender o pedido do cliente. Neste exemplo básico, existe apenas o método *index* que irá servir ao cliente a *String* "Hello World". O *CherryPy* disponibiliza através do `CherryPy.request.headers` as variáveis enviadas pelo cliente ao servidor.

### Exercício 5.4

Altere o programa anterior para mostrar o nome do servidor ao qual o cliente fez um pedido HTTP.

```
...
    host = cherrypy.request.headers["Host"]
    return "You have successfully reached " + host
```

Qualquer método associado à classe que foi invocada pelo *CherryPy* é acessível através do sistema interno de mapeamento *URL*-para-método. Ou seja, definindo funções (métodos na terminologia da Programação Orientada a Objetos (POO)) que implementem uma lógica, é possível expor esses métodos, de forma quase automática, através de um Uniform Resource Locator (URL)[3], acessível por um *Web browser*.

No entanto, tal não significa que um método esteja exposto na *Web*. É necessário que ele seja exposto explicitamente como visto anteriormente (*decorador* `@cherrypy.expose`).

Mais uma vez, é importante reter alguns aspetos do exercício anterior. O método `index` serve os conteúdos na raiz do URL (`/`) e cada método tem que ser exposto individualmente.

### Exercício 5.5

Crie um novo programa com o seguinte conteúdo

```
import cherrypy

class Node():
    @cherrypy.expose
    def index(self):
        return "Eu sou o índice do Node (Node.index)"

    @cherrypy.expose
    def page(self):
        return "Eu sou um método do Node (Node.page)"

class Root():
    def __init__(self):
        self.node = Node()

    @cherrypy.expose
    def index(self):
        return "Eu sou o índice do Root (Root.index)"

    @cherrypy.expose
    def page(self):
        return "Eu sou um método do Root (Root.page)"

if __name__ == "__main__":
    cherrypy.quickstart(Root(), "/")
```

Aceda a cada um dos métodos expostos a partir do seu navegador *Web*, a saber:  
/ (método *index* da classe *Root*); */page* (método *page* da classe *Root*);  
*/node* (método *index* da classe *Node*); e */node/page* (método *page* da classe *Node*).

Pode alterar as mensagens devolvidas de forma a verificar que o conteúdo é dinâmico.  
Em alternativa, pode usar o módulo **psutil** para devolver estatísticas do sistema.

### Exercício 5.6

Acrescente agora uma nova classe **HTMLDocument** que devolva o conteúdo de um ficheiro HTML designado, por exemplo, por **documento.html**.

Ou seja, o programa deve retornar o objecto Python do ficheiro (`return open ("...")`). Não se esqueça de associar um novo objecto designado, por exemplo, por **html** na raiz da sua aplicação (classe *Root*), para invocar esta nova classe, tal como foi feito para a classe *Node* através da diretiva `self.node = Node()`.

Aceda ao novo recurso a partir do seu navegador *Web* através de */html*, que deverá ser mapeado para o método *index* da classe *HTMLDocument*.

### 5.2.3 Formulário HTML

O protocolo HTTP define dois métodos principais para a troca de informação entre cliente e servidor: os métodos **GET** e **POST**.

O método **GET** permite ao cliente *Web* solicitar um documento que resida no servidor *Web*. Por sua vez o método **POST** permite enviar informação do cliente *Web* para o servidor *Web*. É geralmente usado para enviar ao servidor um ficheiro ou um formulário HTML.

#### Exercício 5.7

Crie uma página HTML para o formulário (ficheiro designado por **formulario.html**) com o código seguinte:

```
<form action="actions/doLogin" method="post">
  <p>Username</p>
  <input type="text" name="username" value="" size="15" maxlength="40"/>
  <p>Password</p>
  <input type="password" name="password" value="" size="10" maxlength="40"/>
  <p><input type="submit" value="Login"/></p>
  <p><input type="reset" value="Clear"/></p>
</form>
```

Crie este novo método **form** na raiz da sua aplicação (classe *Root*):

```
@cherry.py.expose
def form(self):
    cherry.py.response.headers["Content-Type"] = "text/html"
    return open("formulario.html")
```

Aceda ao novo recurso a partir do seu navegador *Web* (**/form**) e verifique que quando tenta submeter o formulário (ao clicar no botão **Login**) o navegador dá um erro, mais concretamente o erro (404, "The path '/actions/doLogin' was not found.").

Isto porque a submissão do formulário de *login* necessita ainda da implementação do método **doLogin** (numa nova classe *Actions*), que deve ser associado ao objeto **actions** (definido pela instrução **action="actions/doLogin"**).

Importa referir que os argumentos *username* e *password* chegam até à aplicação *Web* através de um mapeamento direto do nome das variáveis do formulário HTML para os argumentos do método **doLogin** (também mapeados diretamente).

### Exercício 5.8

Acrescente a nova classe **Actions** que implementa o método **doLogin**. Para invocar esta classe não se esqueça que tem de associar o novo objecto **actions** na raiz da sua aplicação (classe *Root*), tal como foi feito anteriormente para as outras classes.

```
class Actions():
    @cherry.py.expose
    def doLogin(self, username=None, password=None):
        return "Verificar as credenciais do utilizador " + username
```

Abra o formulário através do endereço <http://localhost:8080/form/>, preencha-o, submeta-o e verifique que agora o navegador já não dá erro.

Altere a funcionalidade do método para verificar se o utilizador e a senha corresponde a um utilizador específico acrescentando à mensagem indicada a informação de "Acesso concedido" ou "Acesso negado".

## 5.3 Introdução aos Serviços Web

Na secção anterior viu-se como um cliente *Web* pode interagir com uma aplicação *Web* alojada no servidor. Nesta secção irá abordar-se como duas aplicações podem interagir entre si através do protocolo HTTP.

O primeiro desafio que se coloca é como escrever uma aplicação *Python* capaz de aceder a uma página *Web* via o protocolo HTTP. Para tal vamos fazer uso da biblioteca **requests**, cuja documentação completa encontra-se disponível em <http://docs.python-requests.org/en/master/>.

A biblioteca **requests** permite-nos aceder a uma página *Web* de forma muito semelhante à que utilizamos em *Python* para aceder a um ficheiro.

```
import requests

f = requests.get("http://www.python.org")
print(f.status_code)
```

O uso directo do método **get**<sup>2</sup> permite-nos obter o conteúdo de um recurso HTTP através do método **GET**. No entanto, se pretendermos enviar algum conteúdo para uma aplicação *Web*, é necessário usar o método **POST** como vimos anteriormente.

---

<sup>2</sup>Pode consultar sobre o método **requests.get** em "[https://www.w3schools.com/python/ref\\_requests\\_get.asp](https://www.w3schools.com/python/ref_requests_get.asp)".



### Exercício 5.9

Faça um pedido **GET** ao endereço `http://www.ua.pt`. A sua aplicação deverá ler por completo o conteúdo da página da Universidade de Aveiro.

Imprima para a consola dados relevantes como os cabeçalhos da resposta ou, por exemplo, o tipo de conteúdo (`headers['Content-Type']`), que deverá ser texto `html` codificado em "utf-8".

Utilizando o módulo `time` pode determinar qual é o tempo necessário para obter a página. Pode igualmente testar com outros ficheiros maiores, como por exemplo os disponíveis na página do *kernel Linux*.

O método **POST** possibilita o envio de informação codificada no corpo do pedido **POST**. A codificação dos dados segue um de dois *standards* definidos pelo World Wide Web Consortium (W3C), o `application/x-www-form-urlencoded` e o `multipart/form-data`.

O primeiro formato é o usado por omissão e permite o envio de informação trivial como variáveis não muito extensas. O segundo é apropriado para o envio de variáveis mais extensas assim como de ficheiros.

O módulo utilizado realiza esta formatação por defeito, enviando um dicionário qualquer que seja fornecido.

```
import requests

url = ...
values = {"nome": "Ana", "idade": 20}
r = requests.post(url, data=values)
print(r.status_code)
```

### Exercício 5.10

Fazendo uso da aplicação *Web* desenvolvida anteriormente no Exercício 8, implemente uma aplicação capaz de fazer *login*.

Os exercícios anteriores demonstraram como criar uma aplicação *Web* capaz de interagir com um cliente (*Web browser*), mas a sua utilidade pode ser transposta para a comunicação entre duas aplicações.

### Exercício 5.11

O *OpenStreetMaps* dispõe de uma Application Programming Interface (API) que permite converter um endereço em coordenadas (latitude e longitude). Neste exercício deverá usar a API do OpenStreetMaps com base no seguinte código para encontrar as coordenadas da Universidade de Aveiro.

```
# Morada da Universidade de Aveiro
address = "Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal"

servurl = "https://nominatim.openstreetmap.org/search.php?format=json&q=%s" % address

r = requests.get(servurl)
```

Verifique o método `json()` do resultado devolvido. Como o pedido indica que o formato deverá ser JSON, a resposta está disponível nesse método.

Imprima as coordenadas e a restante informação obtida

## 5.4 Introdução aos Conteúdos Estáticos [OPCIONAL]

Nos exercícios anteriores permitimos ao nosso servidor aplicacional servir uma página HTML com o conteúdo de um ficheiro usando um método manual. Repare que o método não é escalável, pois é necessário expor todos os ficheiros necessários.

Uma alternativa é definir regras para servir ficheiros individuais, o que é apresentado no exemplo que se segue:

```
import os
import cherrypy

PATH = os.path.abspath(os.path.dirname(__file__))

conf = {
    "/documento": {
        "tools.staticfile.on": True,
        "tools.staticfile.filename": os.path.join(PATH, "documento.html")
    }
}

...
cherrypy.quickstart(Root(), "/", config=conf)
```

### Exercício 5.12

Crie um programa que devolva o conteúdo de um ficheiro, mas que o faça através de uma configuração do próprio servidor.

Podemos também automatizar este processo indicando ao **CherryPy** que todos os conteúdos presentes num determinado diretório são estáticos. O exemplo que se segue considera que existe um diretório chamado `static`, localizado no mesmo diretório do programa *Python*, sendo que todo o seu conteúdo é estático, sendo servido automaticamente.

---

```
import os
import cherrypy

PATH = os.path.abspath(os.path.dirname(__file__))

conf = {
    "/static": {
        "tools.staticdir.on": True,
        "tools.staticdir.dir": os.path.join(PATH, "static")
    },
}
...

cherrypy.quickstart(Root(), "/", config=conf)
```

---

### Exercício 5.13

Implemente o exemplo anterior de forma a servir o mesmo ficheiro que usou anteriormente, mas de forma automática. Crie entradas adicionais na configuração de forma a ter ficheiros Cascading Style Sheets (CSS)[4], JavaScript (JS)[5] e ou imagens, também eles estáticos, cada um no seu diretório específico.

## Glossário

<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>CERN</b>	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire
<b>CGI</b>	Common Gateway Interface
<b>CSS</b>	Cascading Style Sheets
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>HTTP</b>	HyperText Transfer Protocol
<b>JS</b>	JavaScript
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>POO</b>	Programação Orientada a Objetos
<b>URL</b>	Uniform Resource Locator
<b>URI</b>	Uniform Resource Identifier
<b>W3C</b>	World Wide Web Consortium
<b>WWW</b>	World Wide Web
<b>WSGI</b>	Web Server Gateway Interface
<b>XML</b>	Extensible Markup Language

## Referências

- [1] E. T. Bray, *The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format*, RFC 7159, Internet Engineering Task Force, mar. de 2014.
- [2] W3C. «HTML 4.01 Specification». (1999), URL: <http://www.w3.org/TR/1999/REC-html401-19991224/>.
- [3] M. Mealling e R. Denenberg, *Report from the Joint W3C/IETF URI Planning Interest Group: Uniform Resource Identifiers (URIs), URLs, and Uniform Resource Names (URNs): Clarifications and Recommendations*, RFC 3305 (Informational), Internet Engineering Task Force, ago. de 2002.
- [4] W3C. «Cascading Style Sheets Level 2 Revision 1 (CSS 2.1) Specification». (2001), URL: <http://www.w3.org/TR/2011/REC-CSS2-20110607/>.
- [5] ECMA International, *Standard ECMA-262 – ECMAScript Language Specification*, Padrão, dez. de 1999. URL: <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-262.htm>.