

**Antenor Moreira de Barros Leal**

**Aplicativo web de auxílio a  
navegação aérea**

**PROJETO FINAL**

**DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA**  
Programa de Graduação em Engenharia da  
Computação

Rio de Janeiro  
Abril de 2024



**Antenor Moreira de Barros Leal**

## **Aplicativo web de auxílio a navegação aérea**

### **Relatório de Projeto Final II**

Relatório de Projeto Final, apresentado ao Programa de Engenharia da Computação, do Departamento de Informática da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Prof. Adriano Francisco Branco

Rio de Janeiro  
Abril de 2024

Todos os direitos reservados. A reprodução, total ou parcial do trabalho, é proibida sem a autorização da universidade, do autor e do orientador.

**Antenor Moreira de Barros Leal**

Graduando em Engenharia da Computação na PUC - Rio

Ficha Catalográfica

Leal, Antenor Moreira de Barros

Aplicativo web de auxílio a navegação aérea / Antenor Moreira de Barros Leal; orientador: Adriano Francisco Branco. – 2024.

18 f: il. color. ; 30 cm

Projeto Final - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, 2024.

Inclui bibliografia

1. Informática – Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). 2. Aviação. 3. Navegação. 4. Aplicativo. 5. Algoritmo. 6. Web. 7. Internet. I. Branco, Adriano Francisco. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Dedicatória aqui xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

## Resumo

Leal, Antenor Moreira de Barros; Branco, Adriano Francisco. **Aplicativo web de auxílio a navegação aérea**. Rio de Janeiro, 2024. 18p. Projeto Final – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

É um aplicativo web de código aberto como objetivo de auxiliar usuários de simuladores de voo que não possuem acesso à ferramenta (Electronic Flight Bag) que um piloto de linha aérea teria. Ao acessar o aplicativo, o usuário se depara com a lista de aeroportos cadastrados e, após escolher um, são exibidas informações da pista, frequências do aeroporto (torre, solo, ATIS, etc.), e frequências de navegação (ILS, VOR, etc.). Também são apresentadas as informações das condições meteorológicas atuais do aeródromo (vento, visibilidade, temperatura, etc.), tanto no formato oficial (METAR), obtidas a cada hora de uma API externa, como em um texto em linguagem natural para melhor entendimento do jogador iniciante. Um usuário com permissão de administrador pode adicionar e editar aeroportos. A partir de informação atual vento, a pista em uso é calculada.

## Palavras-chave

Aviação; Navegação; Aplicativo; Algoritmo; Web; Internet.

## Abstract

Leal, Antenor Moreira de Barros; Branco, Adriano Francisco (Advisor).  
**Aerial navigation aid web application.** Rio de Janeiro, 2024. 18p.  
Projeto Final – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade  
Católica do Rio de Janeiro.

It is an open source web application to auxialiate the flight simulator's users that doesn't have access to the tool (Electronic Flight Bag) that an airline pilot would have. When accessing the app, the users encounters the list of registered airports and, after choosing one, runway information, airport frequencies (tower, ground, ATIS etc) and navigation frequencies (ILS, VOR etc) are showed. Also provided are the current meteorological conditions of the aerodrome (wind, visibility, temperature, etc.), both in the official format (METAR), obtained hourly from an external API, and in natural language text for better understanding by novice players. An administrator user can add and edit airports. Based on the current wind information, the active runway is calculated.

## Keywords

Aviation; Navigation; Application; Algoritm; Web; Internet.

## **Sumário**

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Situação atual</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>A Proposta</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Decodificação do METAR</b>	<b>15</b>
4.1	Introdução	15
4.2	Exemplo	15
4.3	Algoritmo	17
<b>5</b>	<b>Referências bibliográficas</b>	<b>18</b>

## Lista de figuras

Figura 2.1	Exemplo de um EFB no Flight Simulator 2020 na aeronave A320neo	12
Figura 2.2	AISWEB com informações de pista frequências de comunicação e navegação para o Santos Dumont	13



## **Lista de tabelas**

## **Lista de Códigos**

*xxxxxxx epígrafe*

**epígrafe xxxxxxxxxxxxxxxxx**, *epígrafe xxxxxxxxx.*



## 2

### Situação atual

Com o aumento da capacidade de passageiros e carga e a necessidade de uma maior segurança, começou a se fazer necessário trazer ao cockpit vários documentos como checklist de procedimentos; log book; cartas de nevação, de saída, de aproximação, do aerodromo; tabelas de performance da aeronave etc.

Para levar tudo isto costumava-se usar uma maleta (a Flight Bag), obviamente esta ficava muito pesada.

Com a minituarização dos computadores e surgimentos os tablets, começaram a ser desenvolvidos programas que substituíam partes ou todos estes documentos, é a chamada maleta de voo eletrônica, mais conhecida pela sigla em Inglês EFB (Electronic Flight Bag).

Nos simuladores de voo para computador pessoal, algumas aeronaves simulam este equipamento como o Airbus A320neo desenvolvido pela FlyByWire Simulations. Apesar de ser uma aeronave freeware, ela é bem sofisticada chegando ao nível de realismo da Fenix Simulations ou da ToLiss Simulations, duas produtoras com modelos pagos do A320.

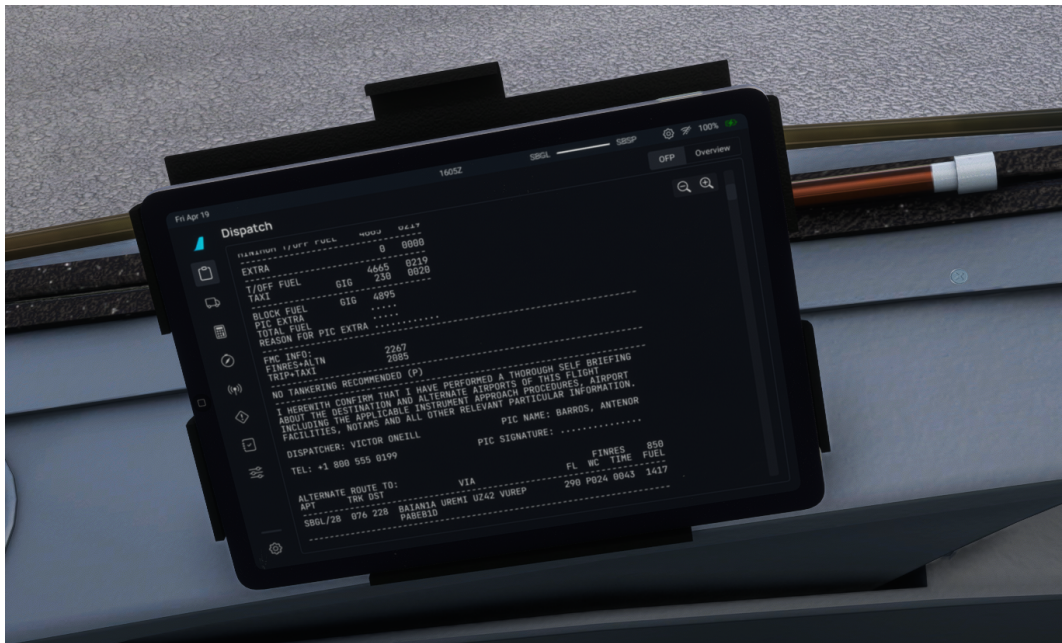


Figura 2.1: Exemplo de um EFB no Flight Simulator 2020 na aeronave A320neo

Contudo, o METAR do aeródromo não se encontra disponível no EFB. É possível usar o computador de bordo da aeronave (FMC) e conseguir esta

informação. Também é possível sintonizar na frequência do ATIS, mas isto só funcionará se o avião já estiver perto de aeródromo.

O que muitos jogadores fazem é acessar o AISWEB, sistema oficial brasileiro de informações aeronáuticas.

Abreviaturas > Central de Ajuda > Português

INÍCIO AERÓDROMOS ESPAÇO AÉREO NOTAM

## Santos Dumont (SBRJ)

Rio de Janeiro/RJ CIAD: **RJ0002**

ROTAER NOTAM Suplementos AIP Cartas Metar/TAF Rotas Preferenciais

**ROTAER** D-AMDT 9/24 [Ver mudanças](#)

**Santos Dumont ( SBRJ ) /** RIO DE JANEIRO, RJ 22 54 36S/043 09 45W  
 AD PUB/MIL INFRAERO 2E UTC-3 VFR IFR L21 , L23 , L26 3 (10)

**02L** - L9(3.23) [1] [12] [14] , L12 - ( 1260x30 ASPH 39/F/B/X/T L14 , L15 ) - L9(3.12) SBCW (CRCEA-SE)  
 [11] [14] , L12 - **20R**

**02R** - L9(3.23) [1] [2] [14] , L12 - ( 1323x42 ASPH 65/F/B/X/T L14 , L15 ) - L9(3.12)  
 [4] [14] , L12 - **20L**

**COM** -TORRE RIO [9] [14] 118.700 [10] 121.500 [3]  
 SOLO RIO [10] [14] 121.700  
 TRÁFEGO RIO [10] [14] 121.050  
 ATIS RIO [8] [10] [14] 132.650

**CMB**- TF [5] **SER** - S1 **RFFS** - CAT CIVIL - 7

Figura 2.2: AISWEB com informações de pista frequências de comunicação e navegação para o Santos Dumont

É um site extremamente completo, podendo ser usado em operações reais, mas para o jogador iniciante seria de valia uma interface mais simples.

### 3

## A Proposta

É implementado um sistema de auxílio da navegação aérea para intusiastas da simulação. Pelo fato de aviação necessitar ter um ambiente seguro, considerando que meu projeto é apenas um protótipo, prefiro restringir o caso de uso apenas para jogadores de simuladores de voo que desejam que a simulação seja parecida com o real. Nas páginas do sistema conterà um aviso que o sistema **não deve ser usado para um voo real**.

Dito isto, o sistema possui backend escrito na linguagem Python fazendo uso da biblioteca Flask. A renderização de página é server-side, usando os templates do Flask junto com a biblioteca Jinja2.

O usuário tem acesso a informações de frequência da torre, solo, tráfego, rampa e operações como também das frequências e dados para VOR, um sistema de radionavegação e ILS, sistema de pouso por instrumentos. Estas informações ficaram guardadas em um banco de dados relacional e neste trabalho será mostrado a Organização e relação entre as tabelas.

Através de uma API do serviço americano National Weather Service é coletada as informações atuais de meteorologia, estas informações (que vem em um formato chamado METAR) são processadas pelo backend e mostradas ao usuário de uma forma fácil de entender.

## 4

## Decodificação do METAR

### 4.1

#### Introdução

O METAR é um protocolo de transmissão de dados meteorológicos de um aeroporto ou aeródromo. Não se trata de uma previsão do tempo, mas sim de uma visualização atual. O METAR é formado por itens separados por espaço. Cada item corresponde a uma unidade mínima de informação meteorológica. Com os dados de sensores instalados no aeródromo[1], a cada hora é publicado um novo METAR que é válido aquela hora. Em casos excepcionais quando as condições de tempo estiverem mudando repentinamente um METAR pode ser atualizado a cada meia hora [2]

### 4.2

#### Exemplo

O METAR no aeroporto de Fortaleza [3], no dia 17 de abril de 2024 as 10:54 foi 171300Z 15010KT 9999 BKN019 SCT025 FEW030TCU BKN100 30/25 Q1011

"SBFZ" se refere ao código ICAO (International Civil Aviation Organization) do aeroporto, não confundir com o código IATA (International Air Transport Association) que é formado por três letras. O aeroporto Pinto Martins possui o código IATA FOR, o Santos Dumont SDU e o Galeão GIG. O público geral parece conhecer mais este código, mas na aviação costuma-se usar mais o código ICAO, pois *todos* os aeródromos possuem um, enquanto o IATA só é presente em aeroportos onde há processamento de bagagem [4] [5].

O ICAO é formado por quatro letras em que a primeira é o prefixo da região. A América do Sul possui o prefixo "S", o Brasil possui o prefixo "SB", por isso que o Aeroporto de Fortaleza, Santos Dumont e Galeão possuem os códigos SBFZ, SBRJ e SBGL, respectivamente. Países com muitos aeroportos como os EUA, possuem como prefixo a letra K, logo as três letras ficam livres, podendo assim terem mais códigos para uso.

171300Z significa que este METAR se refere ao dia 17 as 13 horas e zero minuto zulu. Horário zulu é simplesmente no fuso horário da longitude de zero grau, chamado de hora UTC ou Coordinated Universal Time. [6] Para que não haja confusões com os horários, a aviação internacionalmente usa o horário



UTC. Este METAR, será válido até as 13:59, quando será substituído pelo METAR iniciando com "SBFZ 171400Z".

Note que a seguinte expressão regular com três grupos de captura conseguem extrair o dia a hora e o minuto.

`([0-9]{2})([0-9]{2})([0-9]{2})Z`

Com o METAR supracitado os grupos serão:

- Grupo 1 (dia): 17
- Grupo 2 (hora): 14
- Grupo 3 (minuto): 00

15010KT se refere a velocidade e direção do vento, os três primeiros algarismos a informam a direção, em graus, de onde o vento sopra e os últimos dois algarismos a velocidade do vento em nós (milhas náuticas por hora). Neste caso o vento vem da direção 150 graus com velocidade de dez nós. Com a expressão abaixo extraímos estas duas informações.

`([0-9]{3})([0-9]{2})KT`

A informação de vento pode também conter a letra G (gust) para rajadas e a letra V em um item separado para o caso de haver variação de direção. Por exemplo, um metar com os itens 10016G21KT 080V120 informa que há rajadas de até 21kt e a direção do vento podendo variar de 80 à 120 graus. Existem outros aeroportos que podem usar outras unidades para a velocidade do vento, mas no Brasil só é usado apenas nós (kt). Para obter estas informações usamos o regex `([0-9]{3}[0-9]{2}G[0-9]{2})` e `([0-9]{3})V([0-9]{3})`

9999 Significa visibilidade ilimitada (maior ou igual a 10km). Se fosse 6000 a visibilidade seria de 6km. Por ser sempre quatro algarismos o regex `([0-9]{4})` consegue capturar esta informação.

30/25 Temperatura 30°C e ponto de orvalho 25°C. Caso a temperatura seja negativa a letra M é adicionada antes do número. M2/M5 significa temperatura -2°C e ponto de orvalho -5°C. [7]

Q1012 O altímetro do avião deve ser referenciado para 1012 hecto pascal. Também pode ser usada a unidade polegadas de mercúrio (mmHg), mas no Brasil esta não é usada no METAR.

SCT025 Nuvens espalhadas (3/8 a 4/8 do céu com nuvens) em 2500 pés de altitude. 025 se refere ao nível de voo (Flight Level) que é a altitude acima do nível médio do mar com divisão exata por 100.

FEW030TCU Poucas nuvens (1/8 a 2/8 do céu com nuvens) em 3000 pés de altitude. O sufixo TCU significa que há nuvens convectivas significativas. [8]

BKN100 Nuvens broken (5/8 a 7/8 do céu com nuvens) em 10000 pés de altitude.

Existe também o tipo OVC (overcast) que se refere a totalmente encoberto.

### 4.3

#### Algoritmo

O objetivo do módulo de decoder é dar uma explicação semelhante a esta para qualquer tipo de METAR de aeroportos no Brasil. O módulo usa várias expressões regulares para decodificar uma grande quantidade de informações, porém não é exaustivo, foi dada a preferência a fenômenos que podem ocorrer no Brasil. Tirando o ICAO e a informação do dia e hora, os itens de informação não possuem uma ordem fixa.

O algoritmo deve separar a string do METAR pelo caractere de espaço. Para cada item separado, cada expressão regular é testada, caso uma combinação ocorra, os grupos de captura são interpolados em uma string que explica aquele item. Por exemplo, se o item "27008G16KT" é encontrado pela expressão  $([0-9]\{3\})([0-9]\{2\})G([0-9]\{2\})KT$  e a string a ser interpolada é Vento \$1° com \$2 nós e rajadas de até \$3 nós, será gerada uma tupla (27008G16KT, Vento 270° com 8 nós e rajadas de até 16 nós). O retorno do algoritmo será uma lista de tuplas que serão enviar para o front-end.

## 5

### Referências bibliográficas

- 1 National Weather Service. *Information Reporting*. 2024. Disponível em: <<https://www.weather.gov/asos/InformationReporting.html>>. Acesso em: 17 abril 2024.
- 2 KOCH, S. *METAR / SPECI*. 2024. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/invacivil/meteorologia/metar>>. Acesso em: 08 abril 2024.
- 3 National Weather Service. *Aviation Weather Center*. 2024. Disponível em: <<https://aviationweather.gov/api/data/metar?ids=SBFZ>>. Acesso em: 17 abril 2024.
- 4 Airport Codes. *IATA codes*. 2024. Disponível em: <<https://airportcodes.io/en/iata-codes/>>. Acesso em: 16 abril 2024.
- 5 Airport Codes. *ICAO codes*. 2024. Disponível em: <<https://airportcodes.io/en/icao-codes/>>. Acesso em: 16 abril 2024.
- 6 NIST. *What are International Atomic Time (TAI) and Coordinated Universal Time (UTC)?* 2023. Disponível em: <<https://www.nist.gov/pml/time-and-frequency-division/nist-time-frequently-asked-questions-faq>>. Acesso em: 17 abril 2024.
- 7 College of DuPage Weather Lab. *METAR HELP*. 2024. Disponível em: <<https://weather.cod.edu/notes/metar.html>>. Acesso em: 17 abril 2024.
- 8 Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Como decodificar o METAR e o SPECI?* 2024. Disponível em: <<https://ajuda.decea.mil.br/base-de-conhecimento/como-decodificar-o-metar-e-o-speci/>>. Acesso em: 17 abril 2024.