
















# **ONE - Oracle Next Education**

## **Documentação Técnica do Projeto FlightOnTime**

Documentação técnica do projeto FlightOnTime - previsão de atraso de voos aéreos domésticos. Equipe CHRONOS | H12-25-B-Equipo 26 - Data Science

## Sumário

<b>Visão Geral da Solução</b>	<b>4</b>
<b>Stakeholders</b>	<b>4</b>
<b>Escopo e Entregáveis</b>	<b>4</b>
Principais funcionalidades	4
<b>Dados de Entrada</b>	<b>5</b>
<b>Saídas da Aplicação</b>	<b>7</b>
<b>Funcionamento da Previsão (Visão de Alto Nível)</b>	<b>9</b>
<b>Limitações e Premissas</b>	<b>9</b>
<b>Indicadores de Qualidade</b>	<b>9</b>
<b>Suporte e Contato</b>	<b>9</b>
 <b>FlightOnTime</b>	<b>10</b>
Sistema Inteligente de Previsão de Atrasos de Voos	10
 <b>Previsão Inteligente de Atrasos (antes do pushback)</b>	<b>10</b>
 <b>Gestão Estratégica do Pushback</b>	<b>10</b>
 <b>Proteção e Otimização de Slots Aeroportuários</b>	<b>11</b>
 <b>Priorização Inteligente de Voos</b>	<b>12</b>
 <b>Otimização de Frota e Tripulação</b>	<b>12</b>
 <b>Redução do Impacto em Conexões</b>	<b>12</b>
 <b>Comunicação Proativa com Passageiros</b>	<b>13</b>
 <b>Eficiência Operacional, Sustentabilidade e ESG</b>	<b>13</b>
 <b>Cultura Data-Driven na Operação Aérea</b>	<b>14</b>
 <b>Escalabilidade Multi Aeroportos e Multi Rotas</b>	<b>14</b>
 <b>Resultado Final</b>	<b>14</b>
 <b>ESG e Cultura Data-Driven conectados a ROI e KPIs</b>	<b>15</b>
 ESG → Retorno Financeiro Mensurável (ROI)	15
 Cultura Data-Driven → Eficiência, Previsibilidade e ROI	16
<b>Timeline</b>	<b>16</b>
<b>Documentações Técnicas</b>	<b>17</b>
API Backend	17
API Machine Learning	17
Swagger UI	17
APIs de clima	17
Dados das companhias aéreas	17
Arquivos SQL gerados a partir das fontes de dados fornecidas	17
README	17
Evidências dos testes manuais .pdf	17
<b>Links de Gerenciamento do Projeto</b>	<b>18</b>
Backlog / Board Trello	18
Roadmap	18
<b>Comunicação</b>	<b>18</b>
<b>Riscos e Restrições</b>	<b>18</b>
Riscos principais	18

Restrições técnicas ou de negócio	18
<b>Segurança &amp; Compliance</b>	<b>18</b>
<b>Histórico de Versões</b>	<b>19</b>

## Visão Geral da Solução

### Nome do projeto

FlightOnTime

### Descrição curta (objetivo e valor entregue)

Desenvolver uma solução preditiva capaz de estimar se um voo irá decolar no horário ou com atraso, disponibilizando essa previsão via API REST para apoiar decisões operacionais de companhias aéreas, aeroportos e passageiros.

### Status atual

Sprint Review

## Stakeholders

- **Product Owner:** Organização do Hackathon / Cliente Institucional
- **Project Manager:** Alura
- **Tech Lead:** Líder técnico designado pelo time: Ébenezer
- **Equipe / Área responsável:**
  - Time de Data Science
  - Time de Back-End
  - Time Quality Assurance

## Escopo e Entregáveis

### Principais funcionalidades

- Predição do status do voo (Pontual ou Atrasado)
- Retorno da probabilidade associada à previsão
- Exposição da previsão via API REST
- Validação de dados de entrada
- Exibição nos idiomas português, espanhol ou inglês

✗ Itens fora do escopo, com previsão de desenvolvimento nas próximas sprints:

- Alteração de malha aérea
- Replanejamento automático de voos
- Persistência de consultas realizadas
- Implementação de testes unitários

## Dados de Entrada

**Seção “Rota e Companhia”:**

- Aeroporto de origem
- Destino (aeroporto de)
- Companhia Aérea

**Seção “Horário do voo”:**











- Data de partida
- Hora de partida

**Botões:**

- -> Prever Partida
- Reiniciar (consulta)


*Observação:* Os dados são validados antes do processamento.

Exemplo de passagem aérea:

<b>IDA</b>		(GRU) Guarulhos São Paulo		→	(JFK) John F Kennedy Nova Iorque	
 GOL	<b>23:20</b> GRU	<b>Direto</b> → 09h 43m	<b>07:03<sup>+1</sup></b> JFK		  	
<b>VOLTA</b>		(JFK) John F Kennedy Nova Iorque		→	(GRU) Guarulhos São Paulo	
 GOL	<b>22:56</b> JFK	<b>Direto</b> → 09h 29m	<b>10:25<sup>+1</sup></b> GRU		  	

Site FlightOnTime:

<https://chronospredict.online/>


**FlightOnTime**  
SISTEMA DE PREDIÇÃO DE ATRASOS DE VOOS
PT

AEROPORTO DE ORIGEM  
GRU Guarulhos - Governador Andre Franco Mont...

DESTINO  
JFK John F Kennedy International Airport

COMPANHIA AÉREA  
63 Gol Transportes Aéreos

HORÁRIO DO VOO

DATA DE PARTIDA  
01/19/2026

HORA DE PARTIDA  
11:20 PM

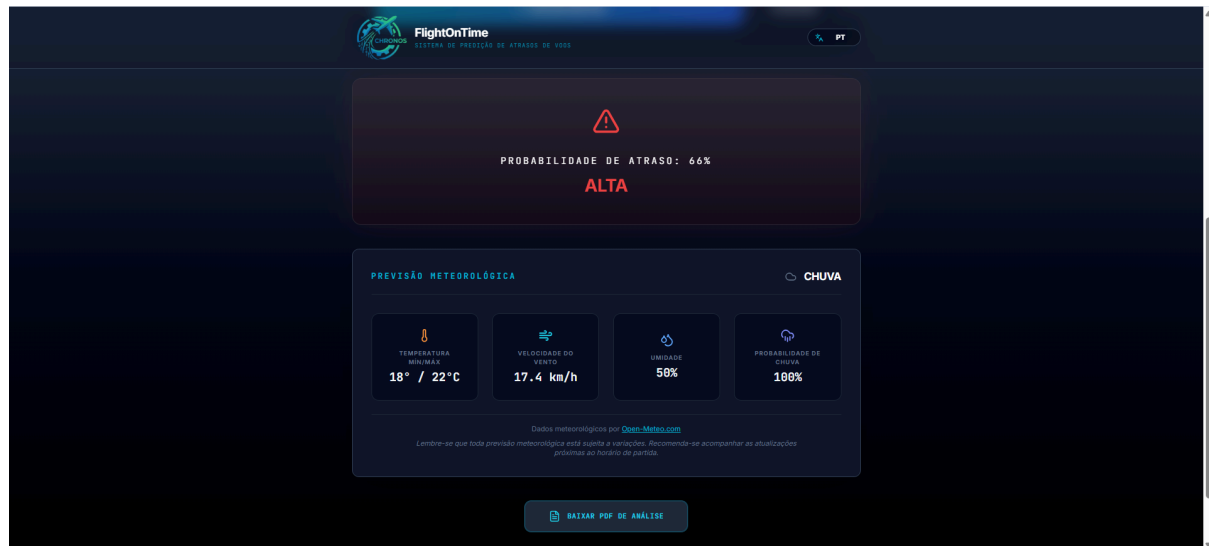
→ PREVER PARTIDA

REINICIAR

© 2024 HACKATON ONE DESARROLLADO POR CHRONOS TEAM

Saídas da Aplicação

- **Probabilidade de atraso:** percentual (%)
- **Indicação de probabilidade de atraso:** Alta ou Baixa
- **Previsão meteorológica:** para o horário do voo
  - Temperatura mín/máx
  - Velocidade do vento
  - Umidade
  - Probabilidade de chuva



**Botão “Baixar PDF de análise”:** Exibe um relatório detalhado sobre a consulta realizada.



# FlightOnTime Report

SISTEMA DE ANÁLISE E PREDIÇÃO

DATA DE EMISSÃO

16/01/2026

## DETALHES DO VOO

### ORIGEM

Guarulhos - Governador Andre Franco Montoro International Airport

### DESTINO

John F Kennedy International Airport

### COMPANHIA

Gol Transportes Aéreos

### DATA DO VOO

19/01/2026

### HORA DE PARTIDA

23:20

## PROBABILIDADE DE ATRASO

66%

ALTA

Para este trabalho, foram utilizados dados históricos da ANAC referentes ao período de janeiro a outubro de 2025.

## CLIMA

### TEMPESTADE

#### TEMPERATURA

18° / 22°C

#### VENTO

19.7 km/h

#### UMIDADE

50%

#### PROBABILIDADE DE CHUVA

99%

Dados meteorológicos por Open-Meteo.com

## ANÁLISE GERAL SOBRE ATRASOS DE VOOS

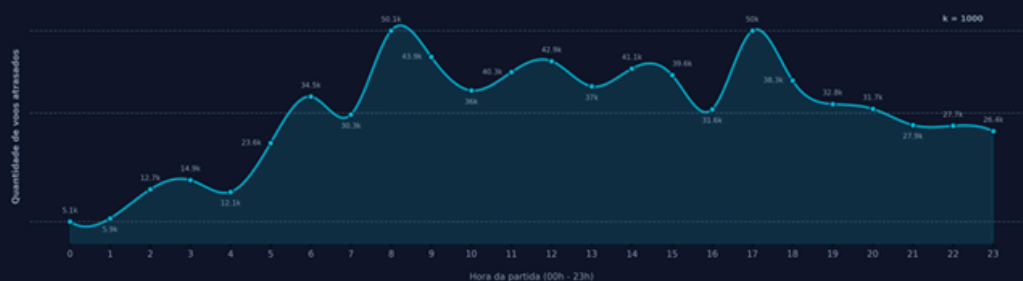
Os gráficos destacam quando e com que intensidade ocorrem os atrasos, considerando meses, horários e dias da semana. Essas análises ajudam a identificar padrões temporais críticos que influenciam a pontualidade dos voos.

Para este trabalho, foram utilizados dados históricos da ANAC referentes ao período de janeiro a outubro de 2025.

### Total de Voos Realizados



### Quantidade de Voos Atrasados por Hora



### Média de Minutos de Atraso por Hora



© 2026 Hackaton ONE desenvolvido por Chronos Team

## Funcionamento da Previsão (Visão de Alto Nível)



- Modelo preditivo treinado com dados históricos de voos
- Avaliação estatística de padrões de atraso
- Atualizações periódicas do modelo

*Não inclui detalhes sensíveis do algoritmo.*

## Requisitos Não Funcionais

- **Disponibilidade:** 99%
- **Performance:** resposta em até 1 segundo
- **Segurança:** proteção de dados e controle de acesso
- **Confiabilidade:** monitoramento e logs

## Limitações e Premissas

- A previsão é **probabilística**, não determinística
- Eventos extraordinários (clima extremo, greves, ATC) podem impactar a acurácia
- Dependência da qualidade dos dados de entrada

## Indicadores de Qualidade

- Acurácia média do modelo
- Taxa de atualização dos dados
- Monitoramento de desvios de previsão

## Suporte e Contato

**Canal de suporte:**

<https://github.com/ebenezercarlo/hackathon-G8>

**Horário de atendimento:** 24 horas

**Responsáveis técnicos:**

- Cassiano Baldin
- Daniela Vieira
- Ebenézer Carvalho
- Lucas Soares
- Wallen Silva



**FlightOnTime**

## Sistema Inteligente de Previsão de Atrasos de Voos

O **FlightOnTime** transforma dados operacionais em decisões antecipadas, gerando impacto e valor para seus clientes:

### Passageiros

- Alertas antecipados
- Menos estresse
- Planejamento de conexões

### Companhias aéreas

- Identificação de rotas críticas
- Ajustes operacionais
- Redução de custos(multas)

### Aeroportos

- Otimização de gates
- Logística aprimorada
- Fluxo de passageiros



## Previsão Inteligente de Atrasos (antes do pushback)

### Funcionalidade

Utiliza dados históricos e operacionais (clima, manutenção, tráfego aéreo, aeroporto, horário e dia da semana) para prever a **probabilidade de atraso do voo antes do pushback**.

### Benefícios

- Decisões proativas em vez de reativas
- Redução do efeito cascata de atrasos
- Maior previsibilidade da operação
- Menor impacto financeiro por atrasos evitados




## Gestão Estratégica do Pushback

### O que é Pushback?

Pushback é o momento autorizado em que a aeronave **sai do gate (posição de embarque)**, com auxílio de um trator, para iniciar o táxi até a pista.

Ele acontece **após o embarque e fechamento das portas** e **antes do táxi e da decolagem**.

 O pushback é um dos primeiros indicadores reais de atraso: se ele atrasa, toda a sequência do voo atrasa.

### Funcionalidade do FlightOnTime

O FlightOnTime prevê o **risco de atraso antes do pushback**, quando ainda é possível agir operacionalmente.

### Benefícios de Negócio

- Ajuste antecipado do embarque para evitar atrasos iniciais
- Reprogramação do pushback antes do impacto no slot
- Redução do tempo de táxi com motores ligados
- Economia de combustível e menor emissão de CO<sub>2</sub>
- Menos atrasos em cadeia ao longo da malha aérea




## Proteção e Otimização de Slots Aeroportuários

### O que é Slot?

Slot é a **autorização oficial** para uma aeronave **decolar ou pousar em um aeroporto em um horário específico**.

Ele é essencial em aeroportos congestionados, onde a capacidade de pistas, pátio e controle de tráfego é limitada.

 Em aeroportos disputados, slots são ativos estratégicos. Perder um slot pode significar multas, atrasos maiores e prejuízo financeiro.

### Funcionalidade do FlightOnTime

O sistema relaciona a **previsão de atraso ao risco de perda do slot**, permitindo que a companhia atue **antes do horário crítico**.

### Benefícios de Negócio

- Solicitação antecipada de re-slotting, evitando penalidades
- Preservação de slots valiosos em horários de pico
- Priorização de voos com maior impacto financeiro e de conexões
- Redução do efeito cascata de atrasos na malha aérea
- Maior previsibilidade e controle da operação



## Priorização Inteligente de Voos

### Funcionalidade

Classifica voos por impacto operacional e financeiro, considerando conexões, horários críticos e aeroportos congestionados.

## **Benefícios**

- Alocação eficiente de recursos limitados
- Foco nos voos com maior impacto no negócio
- Redução de atrasos em cadeia
- Melhor desempenho global da malha

## **Otimização de Frota e Tripulação**

### **Funcionalidade**

Permite ajustes antecipados de aeronaves e escalas de tripulação com base no risco previsto.

### **Benefícios**

- Redução de horas extras e acionamentos emergenciais
- Menor risco de estouro de jornada
- Melhor uso da frota
- Menos cancelamentos e trocas de última hora

## **Redução do Impacto em Conexões**

### **Funcionalidade**

Identifica voos com alta probabilidade de gerar conexões perdidas.

### **Benefícios**

- Reacomodação preventiva de passageiros
- Menor gasto com hospedagem, alimentação e indenizações
- Redução da sobrecarga no atendimento ao cliente
- Aumento da satisfação e fidelização do passageiro

## **Comunicação Proativa com Passageiros**

### **Funcionalidade**

Integra a previsão de atraso à comunicação com o cliente antes mesmo de ele chegar ao aeroporto.

## Benefícios

- Redução de reclamações e judicialização
- Maior transparência e confiança na marca
- Melhor percepção de cuidado e profissionalismo
- Experiência do passageiro significativamente aprimorada



## Eficiência Operacional, Sustentabilidade e ESG

### O que é ESG?

ESG é a sigla para **Environmental, Social and Governance** (Ambiental, Social e Governança).

Representa o conjunto de **metas e práticas** que avaliam como uma empresa:

- Reduz impactos ambientais
- Gera valor social
- Opera com ética, transparência e boa governança

Hoje, ESG não é apenas reputação — é **critério de investimento, regulação e competitividade**.

### Funcionalidade do FlightOnTime

O FlightOnTime reduz atrasos e ineficiências operacionais que geram desperdício de recursos e impactos ambientais desnecessários.

### Benefícios de Negócio

- Menor consumo de combustível devido à redução de táxi e espera em solo
- Redução direta das emissões de CO<sub>2</sub>
- Contribuição mensurável para metas ambientais
- Melhora da imagem corporativa junto a investidores, reguladores e sociedade
- Apoio a relatórios ESG com dados operacionais concretos

✚ Menos atraso = menos combustível queimado = melhor desempenho ESG.



## Cultura Data-Driven na Operação Aérea

### O que é Cultura Data-Driven?

Cultura data-driven é um modelo de gestão em que **decisões estratégicas, táticas e operacionais são tomadas com base em dados confiáveis**, e não apenas em intuição, experiência ou hierarquia.


Em vez de perguntar “*o que achamos que é melhor?*”, a organização passa a perguntar: “**O que os dados mostram?**”

### Funcionalidade do FlightOnTime

O sistema fornece **previsões probabilísticas claras** (ex.: risco de atraso acima de 70%), integradas diretamente à rotina operacional.

### Benefícios de Negócio

- Decisões antecipadas e padronizadas
- Redução de ações reativas e improvisadas
- Priorização objetiva de voos e recursos
- Indicadores claros (KPIs) para acompanhamento da operação
- Dados transformados em ativo estratégico do negócio

 O FlightOnTime não entrega apenas previsões — entrega **confiança para decidir**.



### Escalabilidade Multi Aeroportos e Multi Rotas

#### Funcionalidade

Modelo aplicável a diferentes aeroportos, rotas e perfis operacionais.

#### Benefícios

- Expansão rápida do uso do sistema
- Padronização da inteligência operacional
- Maior retorno sobre investimento (ROI)
- Visão integrada da malha aérea



### Resultado Final

**O FlightOnTime transforma previsão de atraso em vantagem competitiva**, permitindo que a companhia aérea:

- Atue antes do problema acontecer
- Reduza custos operacionais
- Proteja slots e conexões
- Melhore a experiência do passageiro
- Alinhe eficiência, sustentabilidade e rentabilidade



## ESG e Cultura Data-Driven conectados a ROI e KPIs



### ESG → Retorno Financeiro Mensurável (ROI)

Pilar ESG	Ação habilitada pelo FlightOnTime	KPI Operacional	Impacto Financeiro
Ambiental	Redução de táxi e espera em solo	Consumo médio de combustível por voo	↓ Custo direto de combustível
Ambiental	Menos atrasos e re-slotting	Emissões de CO <sub>2</sub> por operação	↓ Penalidades ambientais / relatórios ESG
Social	Comunicação antecipada ao passageiro	Índice de reclamações e judicialização	↓ Custos com indenizações
Social	Menos conexões perdidas	% de conexões bem-sucedidas	↓ Gastos com hotel, alimentação e reacomodação
Governança	Decisão baseada em dados	Aderência a processos operacionais	↓ Risco operacional e retrabalho



**Conclusão:** ESG deixa de ser custo reputacional e passa a gerar **economia operacional real**.



### Cultura Data-Driven → Eficiência, Previsibilidade e ROI

<b>Decisão orientada por dados</b>	<b>KPI impactado</b>	<b>Resultado Financeiro</b>
------------------------------------	----------------------	-----------------------------

Priorização de voos críticos	OTP (On-Time Performance)	↑ Receita e confiabilidade
Ajuste antecipado de tripulação	Horas extras / acionamentos	↓ Custos trabalhistas
Proteção de slots	Multas e penalidades	↓ Perda financeira direta
Planejamento de frota	Utilização da aeronave	↑ Produtividade da frota
Atuação antes do atraso	Custo médio por atraso	↓ Custo total da operação

📌 **Conclusão:** agir antes do atraso é **sempre mais barato** do que corrigir depois.

## Timeline

- **Data de início:** 15/12/2025
- **Marcos principais (milestones):**
  - Definição do contrato DS ↔ Back-End
  - Dataset tratado e modelo treinado
  - API integrada ao modelo
  - Integração frontend
  - Demonstração final
- **Data prevista de término:** 15/01/2026

## Documentações Técnicas

### API Backend

<https://chronospredict.online/api/swagger-ui/index.html>



## **API Machine Learning**

<https://chronospredict.online/ml-api/docs>

## **Swagger UI**

<https://chronospredict.online/api/docs>

## **APIs de clima**

[OpenWeatherMap \(1000 acessos/dia\)](#)

[WeatherAPI.com \(1M acessos/mês\)](#)

[Weather API Goolge](#)

[Open-Meteo](#)

## **Dados das companhias aéreas**

[Kagle](#)

## **Arquivos SQL gerados a partir das fontes de dados fornecidas**

[https://raw.githubusercontent.com/ebenezer-carvalho/hackathon-G8/refs/heads/main/lista\\_aeroportos.sql](https://raw.githubusercontent.com/ebenezer-carvalho/hackathon-G8/refs/heads/main/lista_aeroportos.sql)

[https://github.com/ebenezer-carvalho/hackathon-G8/blob/main/lista\\_companhias\\_aereas.sql](https://github.com/ebenezer-carvalho/hackathon-G8/blob/main/lista_companhias_aereas.sql)

## **README**

<https://github.com/ebenezer-carvalho/hackathon-G8/blob/main/README.md>

## **Evidências dos testes manuais .pdf**

[https://github.com/ebenezer-carvalho/hackathon-G8/blob/c90a2875557a0cca9c16b4c47f5443e624b29dc7/Evid%C3%A2ncias\\_testes\\_manuais%20-%20CHRONOS%20\\_%20H12-25-B-Equipo%2026.pdf](https://github.com/ebenezer-carvalho/hackathon-G8/blob/c90a2875557a0cca9c16b4c47f5443e624b29dc7/Evid%C3%A2ncias_testes_manuais%20-%20CHRONOS%20_%20H12-25-B-Equipo%2026.pdf)

## **Links de Gerenciamento do Projeto**

### **Backlog / Board Trello**

<https://trello.com/b/Hob4Td6s/hackathon-g8-one>

## Roadmap

Planejamento do Hackathon: <https://talent.nocountry.tech/agenda>

## Comunicação

- **Canais oficiais:**  
Discord: <https://discord.com/invite/vXMNH6et>  
Plataforma NoCountry
- **Apresentação em vídeo:**  
<https://www.youtube.com/watch?v=5CXBhBxZUDY>

## Riscos e Restrições

### Riscos principais

- Dataset pequeno ou enviesado
- Baixa performance do modelo
- Problemas de integração DS ↔ Back-End

### Restrições técnicas ou de negócio

- Tempo limitado do Hackathon
- Funcionalidade de infraestrutura gratuita
- Escopo controlado para alunos iniciantes

## Segurança & Compliance

- **Requisitos de segurança:** Validação de entradas e respostas JSON padronizadas
- **LGPD / compliance aplicável:** Uso exclusivo de dados públicos ou anonimizados

## Histórico de Versões

Versão	Data	Descrição
1.0	22/12/2025	Primeira versão

2.0	16/01/2026	Atualização com informações da aplicação desenvolvida.
-----	------------	--