

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

Brasil
2026

Sumário

Visão Geral da Solução	4
Stakeholders	4
Escopo e Entregáveis	4
Principais funcionalidades	4
Dados de Entrada	5
Saídas da Aplicação	7
Funcionamento da Previsão (Visão de Alto Nível)	9
Limitações e Premissas	9
Indicadores de Qualidade	9
Supporte e Contato	9
 FlightOnTime	10
Sistema Inteligente de Previsão de Atrasos de Voo	10
 Previsão Inteligente de Atrasos (antes do pushback)	10
 Gestão Estratégica do Pushback	10
 Proteção e Otimização de Slots Aeroportuários	11
 Priorização Inteligente de Voo	12
 Otimização de Frota e Tripulação	12
 Redução do Impacto em Conexões	12
 Comunicação Proativa com Passageiros	13
 Eficiência Operacional, Sustentabilidade e ESG	13
 Cultura Data-Driven na Operação Aérea	14
 Escalabilidade Multi Aeroportos e Multi Rotas	14
 Resultado Final	14
 ESG e Cultura Data-Driven conectados a ROI e KPIs	15
 ESG → Retorno Financeiro Mensurável (ROI)	15
 Cultura Data-Driven → Eficiência, Previsibilidade e ROI	16
Timeline	16
Documentações Técnicas	17
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
Links de Gerenciamento do Projeto	18
Backlog / Board Trello	18
Roadmap	18
Comunicação	18
Riscos e Restrições	18
Riscos principais	18

Restrições técnicas ou de negócio	18
Segurança & Compliance	18
Histórico de Versões	19

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 vôo (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)

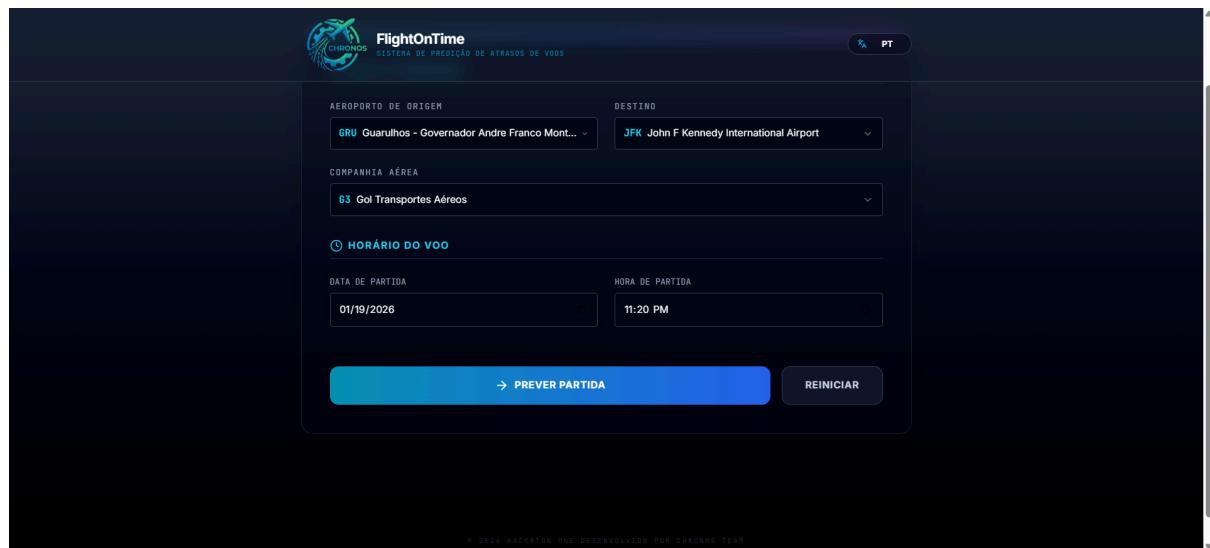
Observação: Os dados são validados antes do processamento.

Exemplo de passagem aérea:

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

Site FlightOnTime:

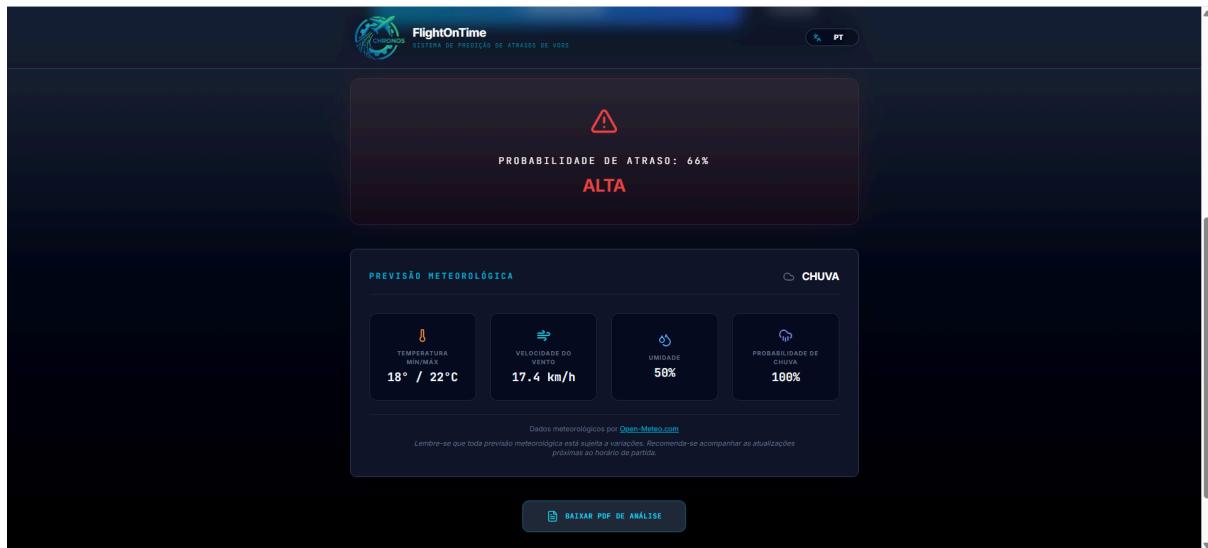
<https://chronospredict.online/>



The screenshot shows the FlightOnTime website interface. At the top, there is a logo for 'CHRONOS' and the text 'FlightOnTime SISTEMA DE PREDIÇÃO DE ATRASOS DE VOO'. Below the logo, there are input fields for 'AEROPORTO DE ORIGEM' (set to GRU - Guarulhos - Governador Andre Franco Montoro), 'DESTINO' (set to JFK - John F Kennedy International Airport), 'COMPANHIA AÉREA' (set to G3 - Gol Transportes Aéreos), and 'HORÁRIO DO VOO'. Under 'HORÁRIO DO VOO', there are dropdown menus for 'DATA DE PARTIDA' (set to 01/19/2026) and 'HORA DE PARTIDA' (set to 11:20 PM). At the bottom of the form are two buttons: a large blue button labeled '→ PREVER PARTIDA' and a smaller grey button labeled 'REINICIAR'.

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

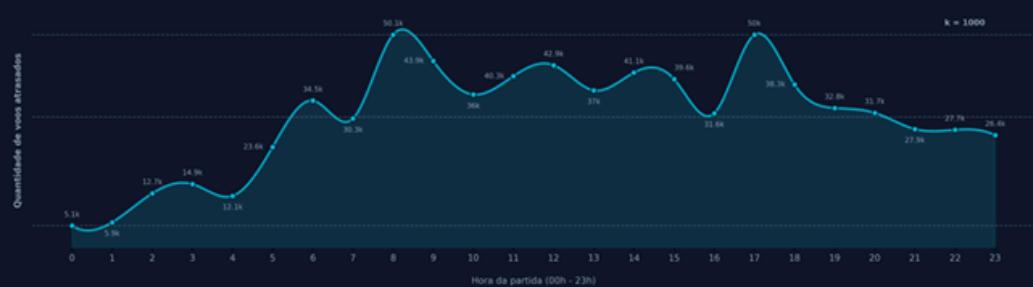
Os gráficos destacam quando e com que intensidade ocorrem os atrasos, considerando meses, horários e dias da semana. Essas análises ajudam a identificar padrões temporais críticos que influenciam a pontualidade dos voos.

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

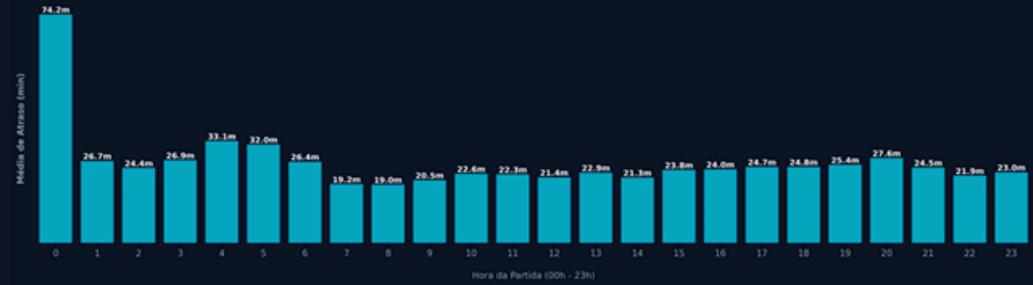
Total de Vôos Realizados



Quantidade de Vôos 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/ebenezercarvalho/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 CO₂
- 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 CO₂
- 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 ₂ 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

Decisão orientada por dados KPI impactado

Resultado Financeiro

Priorização de voos críticos	OTP (On-Time Performance)	\uparrow Receita e confiabilidade
Ajuste antecipado de tripulação	Horas extras / acomodamentos	\downarrow Custos trabalhistas
Proteção de slots	Multas e penalidades	\downarrow Perda financeira direta
Planejamento de frota	Utilização da aeronave	\uparrow Produtividade da frota
Atuação antes do atraso	Custo médio por atraso	\downarrow 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/ebenezercarvalho/hackathon-G8/refs/heads/main/lista_aeroportos.sql

https://github.com/ebenezercarvalho/hackathon-G8/blob/main/lista_companhias_aereas.sql

README

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

Evidências dos testes manuais .pdf

https://github.com/ebenezercarvalho/hackathon-G8/blob/c90a2875557a0cca9c16b4c47f5443e624b29dc7/Evid%C3%AAncias_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/vXMH6et>
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.