

2L.EIC012 – Bases de Dados

# Sistema de Controlo de um Aeroporto

*Outubro de 2023*

Grupo 106

Trabalho Realizado Por:

Hugo Alexandre Almeida Barbosa

**up202205774@fe.up.pt**

João Pedro Nogueira da Hora Santos

**up202205794@fe.up.pt**

Rodrigo Albergaria Coelho e Silva

**up202205188@fe.up.pt**

# ÍNDICE

Capa.....	
Índice .....	2
Introdução .....	3
Contextualização .....	3
Diagrama do Modelo Inicial .....	5
Descrição do Modelo de Inteligência Artificial.....	6
Descrição das Questões Colocadas.....	6
Análise das Respostas Obtidas .....	7
Diagrama proposto pela inteligência artificial .....	9
Algumas notas sobre a inteligência artificial.....	9
Diagrama do Modelo Final .....	11
Conclusão .....	12
Participação dos Membros e Divisão das Tarefas .....	12
Referências Utilizadas.....	13

# INTRODUÇÃO

Para esta primeira entrega do trabalho no âmbito da Unidade Curricular de Bases de Dados, é-nos proposta a criação de um modelo conceptual. Na primeira fase, devemos descrever o contexto do nosso tema e dar as informações necessárias à sua avaliação.

Seguidamente, criamos um modelo conceptual inicial em UML como resposta ao problema. Depois, introduzimos ferramentas de Inteligência Artificial de modo a melhorar o modelo (ou pelo menos ter outra abordagem), mostrando o input colocado e o output obtido por este.

No final, devemos apresentar uma solução final do modelo de acordo com o modelo inicial e os ajustes feitos pela IA, avaliando criticamente este último em termos de vantagens e limitações.

## CONTEXTUALIZAÇÃO

Neste projeto procura-se informatizar um sistema de controlo geral de um aeroporto, cuja entidade principal é o Voo.

Consideremos então esta entidade: cada Voo tem de ter um ID associado para que possa ser facilmente identificado; um estado para dar indicações de se está atrasado, a partir, entre outros; uma duração em horas e minutos e uma altitude média.

Do ponto de vista do aeroporto, apenas interessa analisar os Voos como sendo de dois tipos: ou são Voos de Partida (encontram-se no aeroporto e vão descolar para algum local) ou são Voos de Chegada (vêm de algum local e vão aterrar no aeroporto).

Para o primeiro caso, é conveniente saber qual a data e hora prevista de saída do aeroporto. Além disso, as Partidas devem ocorrer através de um determinado Portão, constituído pela letra do terminal e pelo código numérico. Este “tipo” de voo tem como objetivo chegar a um outro Aeroporto (de destino), identificado pelo seu código de 3 dígitos (IATA).

No segundo caso, é necessário conhecer a data e hora prevista a que o voo aterra no aeroporto. As Chegadas têm ainda de estar associadas a um Carrossel por onde as malas vão ser entregues, tendo estes um código associado e um limite do número de malas. De forma semelhante às partidas, devem ter um Aeroporto (desta vez de origem) com os mesmos atributos.

Destes outros Aeroportos mencionados querem-se saber não só o código IATA de 3 dígitos, mas também o nome, o número de pistas exteriores para circulação de aviões, a data de inauguração do recinto e a altitude.

Todos os Aeroportos devem também estar associados a um Local único, de modo a que seja possível saber a cidade e o país onde se encontram. No entanto, é preciso ter em atenção que os grandes centros urbanos têm, por vezes, mais do que um aeroporto por cidade. Assim sendo, é importante que para um mesmo Local possam haver vários Aeroportos associados.

Focando agora nos aspetos comerciais, para um qualquer Voo, temos também de ter sempre uma e uma única Companhia Aérea. Cada Companhia Aérea tem o seu próprio nome, código e data de fundação, podendo em alguns casos ter um país associado (neste caso, apenas país e não cidade como os aeroportos).

No que toca a Pessoas associadas, convém sempre saber o seu nome, data de nascimento para que possamos calcular a idade e nacionalidade (considerando que nos casos de dupla nacionalidade, é escolhida uma delas).

Um dos tipos de pessoas que fazem parte deste sistema são os Passageiros, dos quais precisamos de um passaporte ou documento de identificação para que possam viajar. Uma vez que um passageiro pode ser passageiro de vários voos, em vez de o tentar associar aos voos, é melhor associar um Passageiro ao seu Bilhete, de modo a que cada passageiro possa adquirir vários bilhetes e, conseqüentemente, viajar em vários voos.

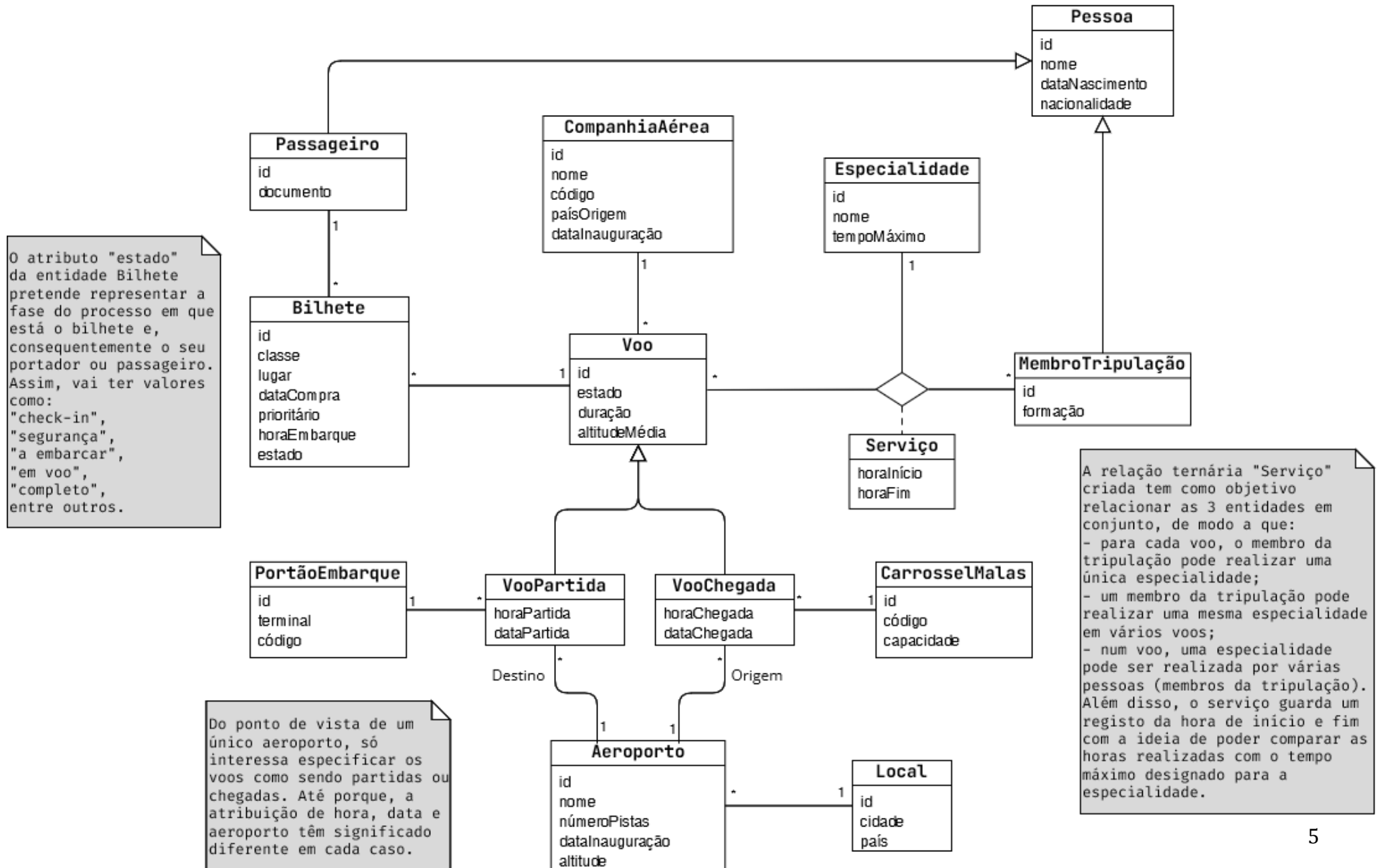
É nestes Bilhetes que se encontram muitos aspetos importantes como a classe da viagem (primeira classe ou executiva), o lugar no avião que está reservado para o bilhete (número da fila e letra da coluna), a data de compra do bilhete, a hora de embarque, se o bilhete tem embarque prioritário ou não e ainda o estado, que representa a fase de embarque atual (se está a ser feito o check-in, a passar a segurança, a entrar no avião, em viagem ou concluído no caso da viagem ter terminado).

Claro está que cada Bilhete deve estar associado a um Voo, independentemente de se tratar de uma Chegada ou de uma Partida, mas um Voo poderá ser associado a vários bilhetes (ou seja, pode ser associado a vários Passageiros).

O outro tipo de Pessoas que participam nesta base de dados são os Membros da Tripulação, dos quais queremos saber a formação associada. Estes, embora provavelmente tenham várias Especialidades associadas de acordo com o que faz parte dos seus contratos, quando fizerem parte de um Voo vão desempenhar uma única Especialidade (piloto, copiloto, assistente de bordo, hospedeiro/a....). Cada Especialidade tem ainda uma duração máxima permitida, assim, é importante que para cada participação num Voo fique registado o Serviço do Membro através da hora de início e da hora do fim.

É importante realçar que cada membro, quando associado a um voo tem de ter uma única especialidade que pode desempenhar. Contudo num determinado voo, uma especialidade pode ter mais do que um membro associado (ex. num voo existem mais do que um(a) hospedeiro/a) e um membro da tripulação pode desempenhar a mesma especialidade em qualquer número de voos.

# DIAGRAMA DO MODELO INICIAL



## DESCRIÇÃO DO MODELO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

No que diz respeito à integração de inteligência artificial neste projeto, decidimos recorrer a um mesmo modelo através de duas plataformas ou websites ligeiramente diferentes.

Em primeiro lugar, começamos por usar o [ChatGPT](#), um dos mais famosos *chatbots* entre seres humanos e modelos de inteligência artificial. Este modelo foi desenvolvido pela OpenAI (um dos principais laboratórios responsáveis pelos avanços da IA) e é baseado na arquitetura GPT-3.5 (*Generative Pre-trained Transformer*). A arquitetura GPT é um modelo de linguagem (*Large Language Model*) que recorre a aprendizagem profunda (*Deep Learning*) para gerar respostas e conteúdo, baseado nos dados que lhe são fornecidos. Esta versão foi lançada em 2022 e muito embora seja uma grande melhoria em relação às anteriores, ainda não é totalmente perfeita e nem infalível.

A principal função destes modelos é então receber questões e textos humanos (conhecidos como *prompts*) sobre qualquer tópico e tentar responder, o mais corretamente possível, através de explicações, recomendações e geração de conteúdo. No nosso projeto, este modelo foi o utilizado para obter uma possível solução ao problema, através das prompts especificadas na próxima secção.

Em segundo lugar, após já termos analisado a solução proposta pelo ChatGPT, recorreremos a uma outra plataforma chamada [ChatUML](#) que, apesar de ser um modelo também baseado na arquitetura GPT-3.5, tem a capacidade de gerar diagramas UML assistidos por IA.

Esta segunda ferramenta é um pouco mais restrita do que a anterior no que toca a funcionalidades visto que o objetivo é primariamente a criação de diagramas. No nosso caso, acabou por se revelar útil pois permitiu testar tanto a criação de diagramas baseados nas respostas do ChatGPT, como a criação de novos diagramas baseados na nossa descrição do problema.

Quer o ChatGPT quer o ChatUML são baseados em GPT-3.5, pelo que, as soluções apresentadas revelaram ter alguns dos problemas ou diferenças em comum.

## DESCRIÇÃO DAS QUESTÕES COLOCADAS

O conjunto de questões (*prompts*) principais que fornecemos a este modelo foi o seguinte:

- 1) "Podes ajudar-me a estruturar uma base de dados? O contexto é o seguinte:" (seguido da contextualização do problema apresentado acima)
- 2) "Podes listar todas as relações da base de dados, dizendo se são do tipo many-to-one, many-to-many, one-to-one, one-to-many, etc?"
- 3) "Consegues agora desenhar um esquema da base de dados, recorrendo ao modelo conceptual UML?"

## ANÁLISE DAS RESPOSTAS OBTIDAS

Perante a primeira questão, o output foi uma lista do que seriam as entidades das bases de dados e os respectivos atributos associados a cada uma delas. Na segunda questão, já foi emitida uma listagem mais detalhada das relações existentes no modelo proposto em 1). Finalmente na última questão, o modelo admitiu não conseguir representar graficamente a base de dados, apresentando basicamente um meio termo entre a resposta em 1) e em 2). Para a representação gráfica, arranjamos, posteriormente, uma alternativa baseada no ChatUML (apresentada mais à frente).

Embora estas respostas fossem de esperar, reparamos que por um lado, o modelo foi capaz de interpretar bem o problema em questão e a resposta obtida foi bastante boa ao nível de estruturação inicial de uma base de dados tendo em conta o tempo de resposta e a descrição apenas informal do problema. As respostas tinham sentido e coerência do ponto de vista de uma base de dados e, no geral, podiam muito bem constituir uma solução básica para as questões que lhe foram colocadas.

Por outro lado, quando analisamos o output em mais detalhe, concluímos que estas possuíam algumas diferenças comparativamente à nossa solução, sobretudo nos detalhes mais complexos da base de dados e ao nível dos atributos. De seguida apresentamos um resumo destas diferenças e uma opinião crítica sobre as mesmas.

Quanto à especialização da entidade Voo em Voo Partida e Voo Chegada, o modelo considerou todas as entidades como se fossem uma mesma entidade (Voo), o que embora possa ser considerado quase que uma escolha a nível de semântica ou de desenho da base de dados, do nosso ponto de vista é incorreto. Achamos ser uma opção mais acertada e conceptualmente simples apresentar Voo como uma generalização que contém aspetos comuns às Partidas e Chegadas e, tratar cada uma destas como um caso separado, associando-as até a outras entidades distintas (Portão no caso de Partidas e Carrossel no caso de Chegadas).

Quanto à relação ternária existente entre Voo, Membro da Tripulação e Especialidade, o modelo apenas associou Membro da Tripulação numa relação de muitos-para-um a Voo e a Especialidade. Mais uma vez, embora seja uma associação correta do ponto de vista da criação de base de dados, não consideramos que seja a que modela mais corretamente o problema apresentado. Ao criar estas relações conseguimos associar um trabalhador a vários voos e a várias especialidades, mas não conseguimos saber ao certo o que fez o membro da tripulação. Todavia, utilizando uma relação ternária conseguimos modelar as ideias de que as 3 entidades estão ligadas: num voo, o membro da tripulação pode realizar uma única especialidade; um membro da tripulação pode realizar uma especialidade em vários voos; num voo, uma especialidade pode ser realizada por várias pessoas (membros da tripulação).

Além disso, associado a esta relação ternária consideramos importante manter registo da hora de início e de fim do serviço, o que o modelo propôs que fossem atributos do membro da tripulação. Esta ideia consideramos totalmente incorreta porque os membros da tripulação não vão ter entradas e saídas constantes e sempre iguais, mais sim horas de serviço em função dos voos que realizam. Deste modo, mais uma vez consideramos melhor a nossa abordagem para modelar a situação.

Quanto aos atributos, foi onde identificamos a maior falha deste modelo. Embora no input colocado fossem especificadas várias entidades e os respetivos atributos, as soluções apresentadas tiveram alguma dificuldade em identificar os mesmos, não os apresentando no output. Exemplos em concreto são: código da companhia aérea, terminal e código do portão de embarque, capacidade e código do carrossel de malas.... Curiosamente, esta foi a parte em que menos esperávamos encontrar limitações, uma vez que os atributos se encontram praticamente listados após cada entidade.

Para além destes aspetos, encontramos outras claras limitações do modelo ao nível do output, uma vez que a listagem das entidades ou relações de um modelo de base de dados não é a mais intuitiva ou fácil de analisar. Conhecendo o funcionamento deste modelo, não seria de esperar que conseguisse produzir uma solução visual em UML, no entanto, não podemos deixar de apontar essa limitação, pois mesmo não sendo em UML, o formato do output não foi o melhor.

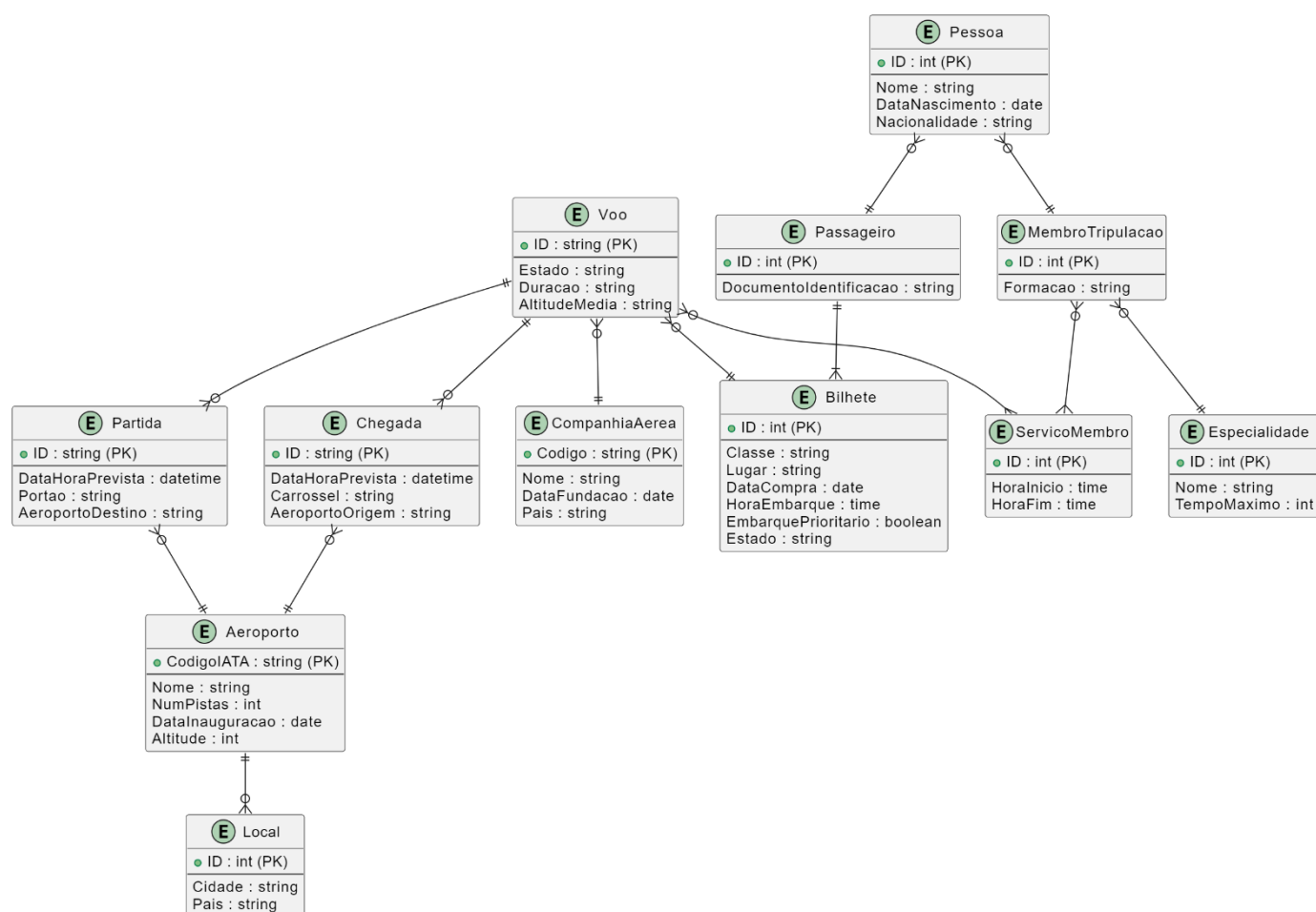
Posteriormente à utilização do ChatGPT, tentamos criar os diagramas de UML, tanto a partir das respostas do ChatGPT como a partir da *prompt* já abordada em 1) usando o ChatUML. Os diagramas gerados por este, embora tenham sido mais próximos daquele que tínhamos projetado inicialmente, continuavam a ter algumas lacunas em aspetos já referidos antes, nomeadamente na relação ternária e nas entidades Voo e Pessoa. Como dito na descrição dos modelos, o ChatUML é também baseado em GPT-3.5, por isso, seria de esperar que a resposta, embora pudesse ser um pouco melhor não fosse muito diferente das geradas anteriormente.

Além dos problemas já mencionados, as maiores limitações específicas do ChatUML são o limite de questões que se podem colocar (para uma conta simples, um limite de apenas 5 questões) e o facto de poderem ocorrer vários erros na geração do modelo. Pela nossa experiência, ao colocar

pequenas questões e sugestões para melhorar o resultado obtido anteriormente podem, por vezes, ocorrer erros que não levam a nenhuma resposta ou alteração. No nosso caso, isto aconteceu ao sugerir a criação de uma relação ternária e que existissem entidades Partidas e Chegadas resultantes da especialização de Voo. A imagem seguinte apresenta o que consideramos como “melhor” dos diagramas produzidos por esta ferramenta.



## DIAGRAMA PROPOSTO PELA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL



## ALGUMAS NOTAS SOBRE A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Embora estes tópicos já analisados tenham sido o único uso de inteligência artificial que teve algum impacto direto na nossa solução, fizemos mais algumas experiências interessantes com este mesmo modelo de IA.

Em primeiro lugar, ao nível de sugestões de ideias e temas, podemos dizer que este modelo é bastante útil e tem potencial para auxiliar a realização deste tipo de projetos. Ao criar *prompts* que procuram obter sugestões para temas de trabalhos de bases de dados é possível obter uma listagem e um resumo de vários temas (mais ou menos complexos) que podem ser usados como base para este mesmo projeto. Mesmo que não diretamente, procurar e pensar sobre estas sugestões do modelo pode levar ao surgimento de novas ideias originais e válidas para o projeto.

Em segundo lugar, ao nível de complexidade e expansão do projeto, o modelo pode ser uma ferramenta também vantajosa. Após a escolha do tema, apresentando um esboço inicial e pedindo ao modelo novas sugestões para aumentar a sua complexidade ou englobar mais aspetos, conseguimos obter um conjunto de atributos e novas entidades que podem ser criadas de modo a tornar o projeto mais

interessante e completo. Acrescento ainda que, de forma semelhante ao que já foi mencionado, podemos questionar como modelar essas sugestões para as acrescentar ao tema e até que relações e atributos devem ter cada uma delas.

Terceiramente, uma observação que fizemos ao simular as 3 *prompts* já faladas acima, desta vez numa versão anterior do trabalho ainda não tão desenvolvida, é que: usando uma descrição mais sucinta parece conseguir-se obter um output tão ou mais acertado do que com uma descrição mais detalhada. Embora possa parecer contraintuitivo, nós constatamos que numa versão anterior haviam algumas diferenças a nível semântico, mas mesmo assim as soluções foram mais próximas daquilo que tínhamos projetado até ao momento.

Um exemplo foi o caso da especialização da classe Voo que, numa versão anterior foi gerado com todos os atributos das entidades de Partida e Chegada, mas na mais recente possuía falhas a nível dos atributos e de conseguir condensar todas as entidades numa só. Aparentemente, o aumento do número de atributos na descrição dificulta a identificação dos mesmos.

Obviamente não esperamos que este seja o caso geral ou até mesmo o mais frequente, mas pela curta experiência realizada, a geração de conteúdo de output foi melhor para versões mais simplificadas do projeto e para questões talvez mais simples e curtas.

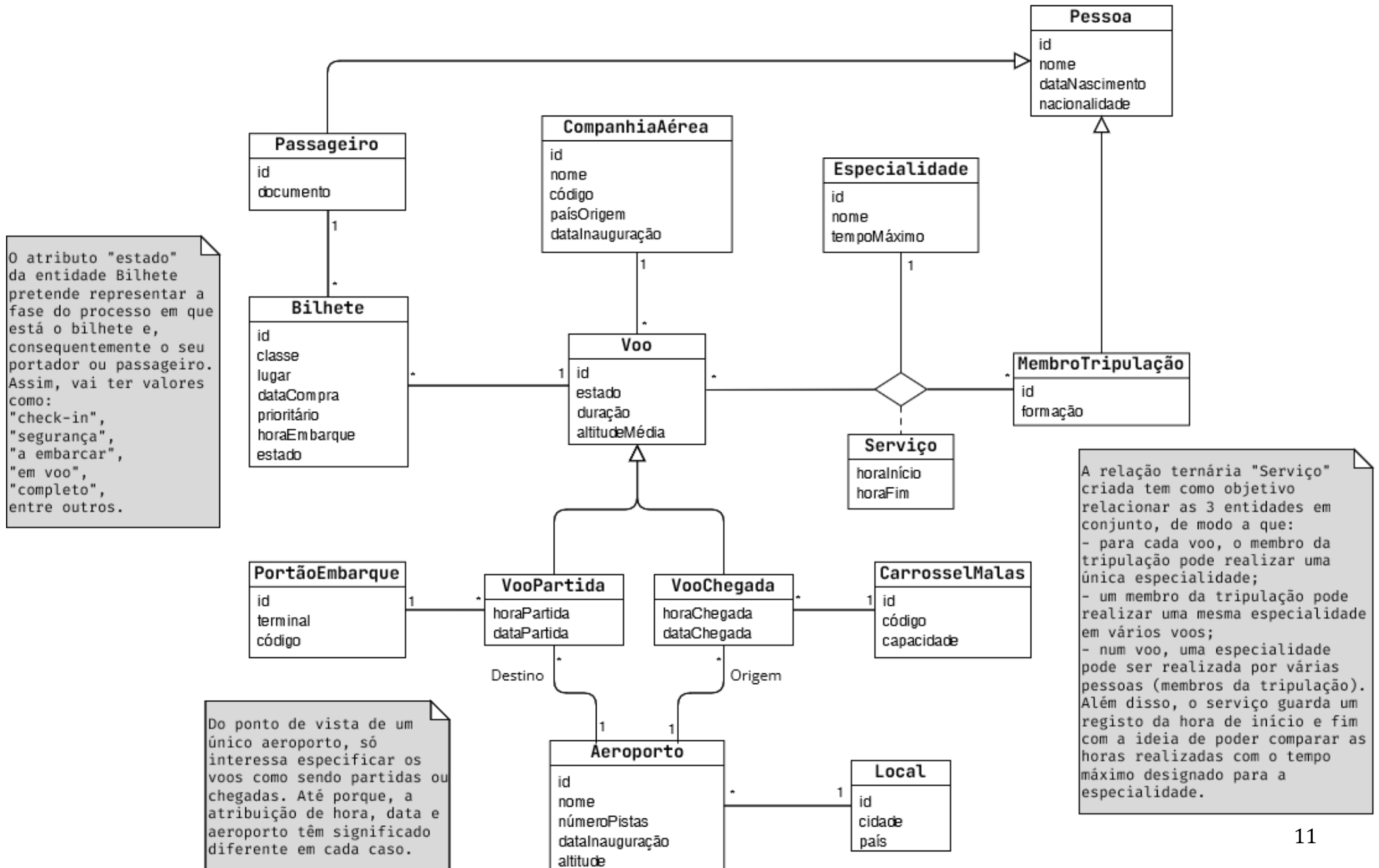
Por último, podemos também afirmar que uma boa maneira de interagir e procurar aperfeiçoar as respostas obtidas é após a resposta inicial ao problema principal, sugerir pequenas alterações que achemos mais corretas e pertinentes para o projeto e interrogar o modelo sobre se devemos ou não considerá-las ou como podemos inclui-las no projeto.

Exemplos disto que nós realizamos posteriormente foram após as 3 *prompts* anteriores, questionar "Não poderíamos considerar uma classe principal Voo que é especializada em Voos de Partida e Voos de Chegada?" ou "Poderíamos recorrer a uma relação ternária para modelar a ligação entre membro da tripulação, voo e especialidade? Não seria uma abordagem mais correta? Porquê?".

Perante estas perguntas, o ChatGPT alterou ligeiramente as respostas iniciais para considerar as nossas sugestões/questões, explicando ainda o seu significado e a razão da sua utilização.

Reforço novamente que estes foram apenas testes que realizamos após criar o modelo do projeto, mas acabaram por não ter impacto direto na nossa solução, uma vez que não lhe encontramos grandes benefícios. No entanto, consideramos serem importantes o suficiente para os apresentar neste relatório, juntamente com os anteriores.

# DIAGRAMA DO MODELO FINAL



## CONCLUSÃO

Em conclusão, o modelo da solução final (apresentado na página anterior), mantém-se o mesmo da solução inicial. Antes ainda de testar a integração de ferramentas de inteligência artificial, tivemos o cuidado de explorar a nossa solução ao máximo e torná-la o melhor possível. Ao procurar modelar uma situação real e tendo em conta as diferenças já explicadas entre a nossa solução e o output da IA, decidimos não fazer alterações ao projeto inicial.

No entanto, no geral a nossa experiência e opinião sobre a utilização de IA com esta finalidade não é negativa. Achamo-la apenas mais apropriada para a fase de planeamento geral da base de dados e para sucessivas questões, melhoramentos simples ou sugestões de novas ideias a implementar. A inteligência artificial é uma ferramenta que tem claramente bastante potencial de aproveitamento nesta área, porém, ainda necessita de algumas correções e de ser avaliada por alguém com conhecimento da situação e do objetivo, para que a solução possa ser aperfeiçoada e adaptada à situação que se pretende modelar.

Acrescentamos ainda que entendemos ser bastante pertinente a realização deste projeto, dado que nos permite ter mais contacto direto com as aplicações reais desta unidade curricular e explorar de forma mais autónoma a criação de um problema, bem como a sua solução através de um modelo de base de dados, algo que é útil para o nosso futuro. A integração da inteligência artificial é uma interessante escolha para compreendermos, por um lado, como podemos e devemos usa-la como ferramenta de auxílio, por outro lado, as suas limitações e cuidados a ter quando trabalhamos com ela.

## PARTICIPAÇÃO DOS MEMBROS E DIVISÃO DAS TAREFAS

Nesta primeira submissão do trabalho, podemos dizer que todos estivemos diretamente envolvidos no desenvolvimento do produto final. Inicialmente, reunimo-nos todos para assentar num tema e acordar em como devíamos proceder à sua exploração.

Um esboço inicial da solução (feito ainda em papel) foi feito pelo Rodrigo e, ao longo dos dias seguintes, este foi sendo trabalhado e aprovado por todos, até o João o modelar no computador para depois ser incluído no trabalho. Este modelo foi ainda sendo trabalhado e aperfeiçoado por todos.

A integração com a inteligência artificial foi realizada principalmente pelo Hugo, assim como a transmissão das principais diferenças. Por fim, a elaboração do relatório para entrega foi realizada pelo Rodrigo, sendo também aprovado por todos.

## REFERÊNCIAS UTILIZADAS

<https://online.visual-paradigm.com>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/ChatGPT>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/GPT-3>