



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP  
DISCIPLINA: SSC 0240 - BASES DE DADOS  
DOCENTE: ELAINE PARROS MACHADO DE SOUSA  
ESTAGIÁRIO PAE: AFONSO MATHEUS SOUSA LIMA

**PlanetDATA  
Repository**

**JÚLIO CÉSAR CABRAL - 13672922**  
**LAURA FERNANDES CAMARGOS - 13692334**  
**LUCAS MASAKI MAEDA- 13692272**  
**LUÍS HENRIQUE HERGESEL LIMA - 13692341**  
**MATHEUS HENRIQUE DA SILVA - 13696658**

São Carlos - SP  
Dezembro de 2023

# SUMÁRIO

<b>1 - DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E REQUISITOS DE DADOS</b>	<b>3</b>
1.1 - INTRODUÇÃO:	3
1.2 - VISÃO GERAL DOS OBJETIVOS DO SISTEMA:	3
1.3 - ENTIDADES E RELACIONAMENTOS:	4
1.4 - RESTRIÇÕES DE INTEGRIDADE:	6
1.5 - FUNCIONALIDADES:	8
<b>2 - PROJETO CONCEITUAL - DIAGRAMA ENTIDADE RELACIONAMENTO</b>	<b>9</b>
<b>3 - ALTERAÇÕES REALIZADAS NA SEGUNDA PARTE</b>	<b>10</b>
<b>4 - MODELO RELACIONAL - LINK DO DIAGRAMA</b>	<b>11</b>
4.1 - JUSTIFICATIVAS DE ESCOLHA:	12
<b>5 - ALTERAÇÕES REALIZADAS NA TERCEIRA PARTE</b>	<b>17</b>
<b>6 - IMPLEMENTAÇÃO</b>	<b>18</b>
6.1 - CONSULTAS	18
6.2 - APLICAÇÃO	22
<b>7 - CONCLUSÃO</b>	<b>22</b>

# 1 - DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E REQUISITOS DE DADOS

## 1.1 - INTRODUÇÃO:

Em toda a história da humanidade, o espaço sempre permeou o imaginário humano, levantando dúvidas e questionamentos por todos que já contemplaram sua vasta imensidão. Desde as civilizações astecas até a Corrida espacial na Guerra Fria, o Espaço se consagra como palco de grandes debates e discussões, e esteve presente como objeto de estudos de grandes civilizações que por aqui passaram.

Enfim, após séculos de mistério e inquietação, a humanidade se aproxima cada vez mais para desvendar os segredos que o Universo esconde. Cientistas esperam ansiosamente para poderem estudar a fauna de planetas distantes, enquanto astrônomos de toda parte do globo se preparam para pesquisarem eventos espaciais que outrora estavam fora de nosso alcance visual.

No entanto, tamanho desafio exigirá muito esforço tecnológico das agências espaciais, sendo um dos principais passos que temos de enfrentar a modelagem e a conceituação de um banco de dados que poderá gerenciar os dados coletados das missões espaciais que virão e auxiliará nesse grande desafio que nos aguarda.

---

## 1.2 - VISÃO GERAL DOS OBJETIVOS DO SISTEMA:

A base de dados reside em uma ficção científica, na qual a humanidade explora o espaço, todavia essas operações geram grandes quantidades de dados e o gerenciamento desses se tornam cada vez mais complexas. O software tem como objetivo ajudar a **central de comando** a gerenciar **missões espaciais**, as quais apresentam **naves espaciais**, **tripulantes** e descobrem **planetas**.

O sistema se mostra útil ao possibilitar operações de registro, atualização e pesquisa para as informações adquiridas ao longo de uma missão, além de atribuir as responsabilidades de cada tripulante e quais suas conquistas durante a missão. Será possível registrar novos sistemas solares, planetas, saber se estes são habitáveis, quais recursos e quais recursos estão disponíveis, além de saber quais recursos adicionais a nave utilizou na exploração planetária, como sondas espaciais e criação de postos avançados. Em adição, a possibilidade de armazenar características específicas de cada planeta, como sua posição astronômica, seus recursos naturais que podem ser classificados como **Fauna**, **Flora**, **mineral** ou **atmosférico**, possíveis perturbações no planeta que podem prejudicar sua exploração ou/e colonização.

Em relação aos atores humanos, eles são os **tripulantes** que são divididos por suas responsabilidades e funções durante a missão. Os **Cientistas** pesquisam planetas em postos avançados cujas localizações podem variar de acordo com o momento da missão. **Engenheiros** são encarregados da construção dos postos avançados e fazer reparo nas naves. Já os **astrônomos**, estudam eventos astronômicos que podem comprometer a exploração ou/e a usabilidade dos planetas. E por fim os **pilotos** são responsáveis por guiar a nave principal durante a missão.

---

### 1.3 - ENTIDADES E RELACIONAMENTOS:

Nesse tópico discutiremos todas as entidades do nosso projeto, apontando suas características, atributos e comportamentos, além de seus relacionamentos. Posteriormente, as restrições de integridade junto ao diagrama, propriamente dito, completam a modelagem do contexto. Sendo assim, seguem as entidades e seus relativos relacionamentos:

A **nave espacial** é muito relevante no projeto, visto que serve como principal transporte para todas missões espaciais. É identificado pelo seu número de fabricação e possui atributos como nome, data de fabricação e tipo. O tipo é dado pela especificação da nave em apenas três categorias: primária, secundária e sonda, sendo que a nave deve ser de uma e apenas uma dessas categorias. Além disso, cada nave participa de várias missões com vários tripulantes.

Quanto às especificações da nave espacial, segue abaixo a descrição de cada uma. A **nave primária** é responsável por carregar os tripulantes nas missões, além de transportar várias sondas. A **nave secundária** se encarrega de missões em que a nave primária não consegue executar, como explorar uma região menor em que a nave primária não consegue entrar. Já as **sondas**, possuem um atributo de estado, e devem investigar um planeta a partir de sua data de acoplamento. Além disso, as sondas devem ser transportadas por uma nave primária.

O **tripulante** também tem grande relevância dentro do contexto, visto que esses são os responsáveis pelas missões que exploram os destinos desejados em geral, além de várias outras funções. Esses podem ser identificados por seu id espacial e possuem atributos como nome, gênero e função. A função é dada pela especialização do tripulante em apenas quatro categorias: cientista, engenheiro, astrônomo e piloto, sendo que o tripulante pode se encarregar de no máximo duas funções, sendo pelo menos uma obrigatória. Como mencionado anteriormente, os tripulantes também participam das missões em uma nave espacial. Além disso, os tripulantes podem realizar tarefas, visto que o tipo do tripulante deve ser compatível com a categoria da tarefa.

Quanto às especificações do tripulante, segue abaixo a descrição de cada uma. O **piloto** é responsável por guiar a nave principal durante a missão. Os **astrônomos** podem estudar várias observações, no âmbito de astronomia, que podem comprometer a exploração ou/e a usabilidade dos planetas. Os **engenheiros** se encarregam de construir quaisquer instalações que sejam necessárias no contexto. Já os **cientistas** têm como finalidade estudar diversos aspectos para contribuir com os objetivos gerais.

A **missão** basicamente resume o objetivo de todo o contexto, simboliza o propósito como um todo. Essa é identificada por seu código e possui atributos como duração e status. Como mencionado, várias missões podem ser feitas por vários tripulantes em uma mesma nave espacial. Além disso, as missões se baseiam em explorar um planeta, exploração essa que é dividida em tarefas.

O **sistema planetário**, como o próprio nome diz, abrange vários planetas, logo se torna o conjunto dos cenários de exploração no nosso contexto. Esse é identificado pelo seu nome e possui atributos como idade, astros e quantidade de planetas, sendo tal quantidade relacionada à quantos planetas esse sistema abrange.

Uma das entidades mais relevantes do contexto é o próprio **planeta**, ou seja, o “ambiente” que deve ser explorado. Esse é identificado pelo seu nome juntamente com o nome do sistema planetário ao qual ele está atrelado, além de possuir outros atributos como idade e satélites naturais. Como mencionado anteriormente, vários planetas estão abrangidos em um sistema planetário e um planeta é explorado em várias missões. Além disso, os planetas podem possuir recursos naturais e nos planetas podem ocorrer eventos astronômicos. Um planeta também pode ser investigado por várias sondas e no planeta podem se situar vários postos avançados.

O **posto avançado** se refere a pontos construídos com fins de pesquisa para o auxílio do objetivo como um todo. Esse é identificado por seu nome e possui atributos como data de construção e tecnologias(computador e satélite). Como mencionado anteriormente, o posto avançado deve se situar em um planeta.

O **recurso natural** também é uma entidade muito importante, visto que muitas vezes são o objetivo principal das missões. Essa entidade é identificada por seu número de catalogação e possui outros atributos como quantidade(quilograma, metros), localização, explorável e tipo. O tipo é dado por uma especialização do recurso natural em apenas três categorias: fauna e flora, mineral e atmosfera, sendo que tal recurso deve ser de uma e apenas uma dessas categorias. Como mencionado, os recursos naturais são possuídos por vários planetas.

Quanto às especificações do recurso natural, segue abaixo a descrição de cada uma. A **fauna e flora** se refere às condições do planeta que dizem respeito a esse assunto, como a diversidade de animais e plantas, tendo atributos como nome científico, habitat e expectativa de vida. O **mineral** se refere aos minérios encontrados no planeta, considerando características que podem ditar a relevância do mesmo, ponderando atributos como nome, composição química e utilização. A **atmosfera** se refere às condições climáticas, tendo atributos como pressão, composição e temperatura.

Os **eventos astronômicos** interferem diretamente no interesse e usabilidade de um planeta. Essa entidade está relacionada à ocorrência de eventos como tornados, chuva de meteoros, entre diversos outros. O evento astronômico é identificado pelo seu tipo e possui atributos como nome e fatalidade. Vários eventos astronômicos podem ocorrer em vários planetas, sendo essa ocorrência dividida em várias observações.

A **tarefa** provém da exploração de missões em um planeta. Várias tarefas podem acontecer para a mesma missão no mesmo planeta, porém com algumas características diferentes. Dessa forma, a tarefa possui atributos para fazer essa diferenciação, como número, categoria, data e concluída, sendo o identificador composto pelo número e categoria, logo as tarefas são enumeradas dentro de uma categoria. Além disso, várias tarefas podem ser realizadas por vários tripulantes, visto que a categoria da tarefa deve ser compatível com o tipo do tripulante.

As **observações** provém da ocorrência de eventos astronômicos em planetas. Várias observações podem acontecer para o mesmo evento astronômico no mesmo planeta, porém com algumas características diferentes. Sendo assim, a observação possui atributos para fazer essa diferenciação, como data, hora e duração, sendo o identificador composto pela data, hora, o tipo do evento astronômico, o nome do planeta e o nome do sistema planetário atrelado à ele. Além disso, as observações devem ser estudadas por astrônomos.

---

#### 1.4 - RESTRIÇÕES DE INTEGRIDADE:

A maioria das restrições de integridade e possíveis inconsistências que podem ser encontradas no MER se baseiam nos ciclos presentes no diagrama e modelagem. Sendo assim, segue a análise dos ciclos presentes no MER:

**Tripulante → Tarefa → Missão:**

Há presença de um ciclo entre as entidades Tripulante, Tarefa e Missão, formado a partir dos relacionamentos “Realiza”, “Explora” e “Participa”. Esse ciclo de dependência pode ser problemático, tendo em vista que na semântica do contexto da aplicação, o Tripulante não pode realizar uma Tarefa sem estar participando de uma Missão que agregue essa Tarefa. Sendo assim, essa possível inconsistência será tratada a nível de implementação, a partir da garantia de que determinado Tripulante não poderá realizar uma Tarefa se esse mesmo Tripulante não estiver participando de certa Missão em um Planeta que essa Tarefa faça parte. Feito isso, não haverá inconsistências que possibilitem um tipo de Tripulante realizar uma Tarefa referente a um Planeta, o qual o Tripulante não esteja explorando em uma Missão.

**Astrônomo → Observação → Planeta → Tarefa → Missão:**

Há presença de um ciclo entre as entidades Astrônomo, Observação, Planeta, Tarefa e Missão, formado a partir dos relacionamentos “Estuda”, “Ocorre”, “Explora” e “Participa”. Esse ciclo “natural” precisa ser mantido, tendo em vista que os relacionamentos que o compõem possuem semânticas diferentes no sentido da aplicação. Dado que um relacionamento não interfere no outro, a Observação de um ou mais Eventos Astronômicos que ocorrem em algum Planeta pode ser estudada por um ou mais Astrônomos, que podem ou não estarem participando de alguma Missão neste mesmo Planeta. Portanto, o fato da Observação ser estudada por um ou mais Astrônomos independe da participação do mesmo em alguma Missão.

Cabe pontuar que existe um outro ciclo com a mesma justificativa e descrição entre as entidades Astrônomo, Observação, Planeta, Tarefa devido ao relacionamento “Realiza” entre Tripulante e Tarefa.

**Sonda → Planeta → Tarefa → Missão:**

Há presença de um ciclo entre as entidades Sonda, Planeta, Tarefa e Missão, formado a partir dos relacionamentos “Investiga”, “Explora” e “Participa”. Esse ciclo de dependência pode acarretar em problemas, pois na semântica do contexto da aplicação, a sonda não pode participar do relacionamento ternário entre Nave Espacial, Tripulante e Missão, uma vez que o seu foco é investigar um Planeta. Diante disso, tal problemática será tratada na implementação, a partir da garantia de que a Sonda não seja a Nave Espacial em determinada Missão com determinado Tripulante, ou seja, irá garantir que a participação da entidade Sonda ocorra apenas em toda instância do relacionamento “Investiga” com a entidade Planeta.

## 1.5 - FUNCIONALIDADES:

### **Tripulantes:**

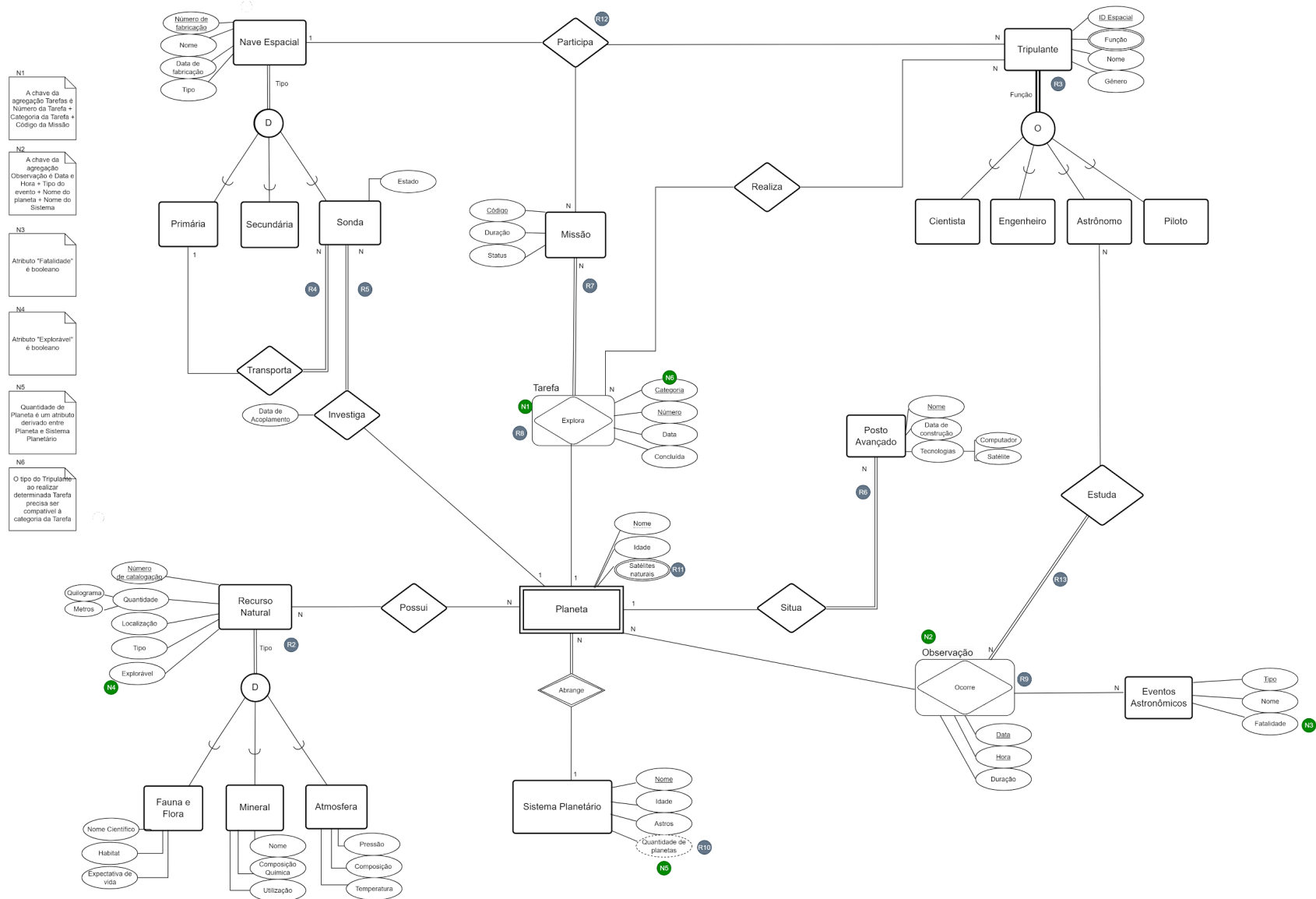
- **Tripulante geral:**
  - realizar (editar) missões.
  - realizar (inserir e editar) tarefas em planetas.
- **Engenheiro:**
  - construir (inserir) posto avançado.
  - fazer manutenções (editar) nos postos avançados.
- **Astrônomo:**
  - cadastrar (inserir) eventos astronômicos.
  - cadastrar (inserir) observações.
  - analisar (consultar) observações.
  - analisar (consultar) eventos astronômicos.
- **Cientista:**
  - estudar (consultar e editar) planetas.
  - catalogar (inserir e editar) os recursos naturais dos planetas.
  - estudar (consultar e editar) sistemas planetários.
- **Piloto:**
  - consultar atributos da nave espacial.

### **Naves:**

- **Sonda:**
  - investigar (editar) planetas.
  - cadastrar (inserir) novos planetas.
  - investigar (editar) recursos naturais.
  - cadastrar (inserir) recursos naturais do planeta.
  - investigar (editar) sistemas planetários.
  - cadastrar (inserir) novos sistemas planetários.
- **Nave primária:**
  - ativar ou desativar (editar) sonda.



## 2 - PROJETO CONCEITUAL - DIAGRAMA ENTIDADE RELACIONAMENTO



### 3 - ALTERAÇÕES REALIZADAS NA SEGUNDA PARTE

Após a realização da primeira parte, algumas alterações e sugestões foram solicitadas pelo monitor. Seguem essas e como procedemos com cada uma:

#### **Alterar tipo de especialização da entidade “recurso natural”:**

Antes o sistema deveria se limitar a apenas os três recursos naturais, então colocamos uma notação relativa a isso, mas o diagrama ainda contava com uma participação parcial, e não total. Sendo assim, procedemos alterando para especialização total.

#### **Semântica do relacionamento astrônomo → estudar → observação:**

Antes a documentação e o diagrama não garantiam que a observação deveria ser feita por um astrônomo, isso é, a entidade da observação só existe se um astrônomo estudá-la. Sendo assim, procedemos colocando uma participação total no relacionamento.

#### **Semântica da chave da entidade “tarefa”:**

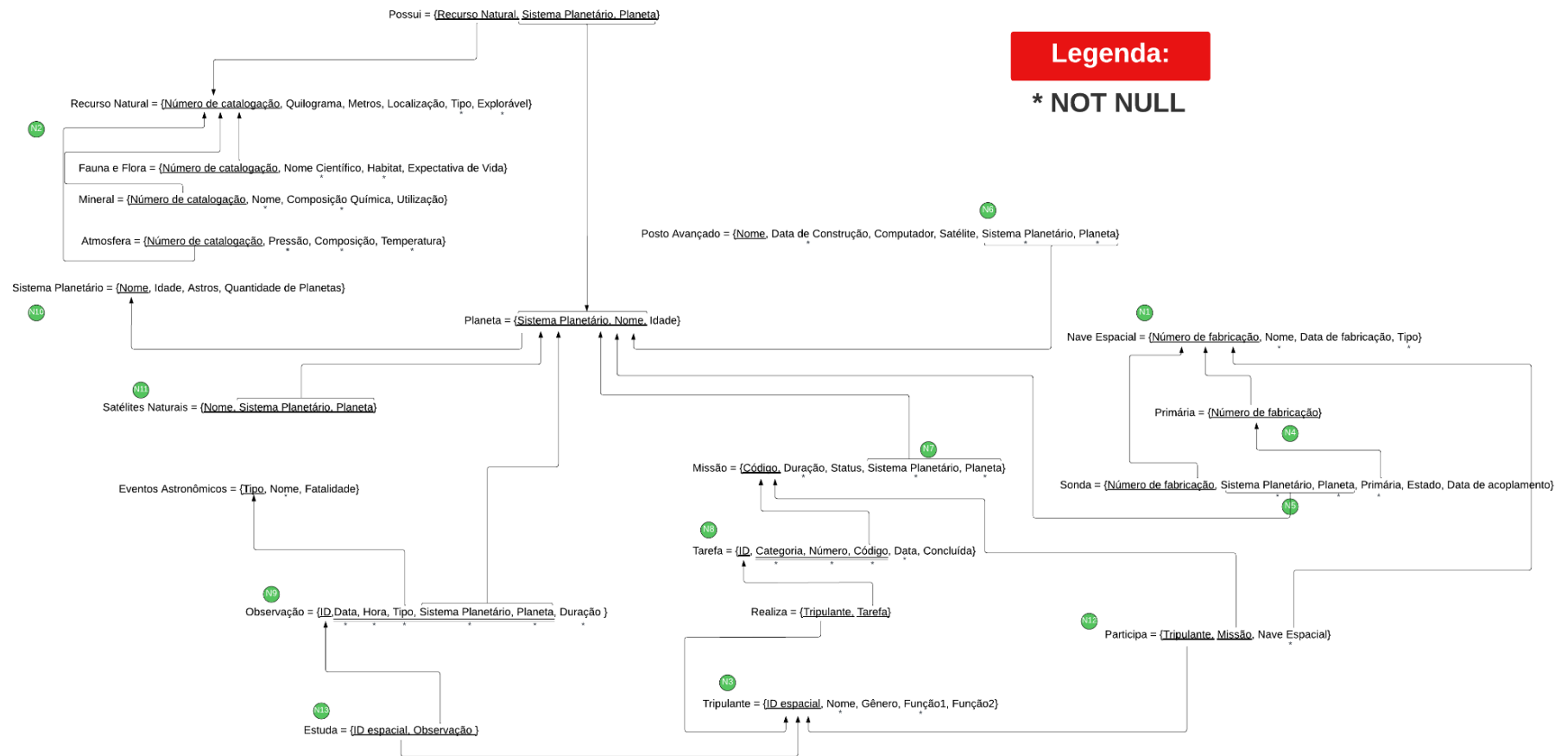
Antes a semântica era ambígua quanto à chave da entidade tarefa, sendo que essa era composta por número+categoria. O questionamento da correção se deu do fato que apenas o número já garantiria a unicidade da tarefa. Assim sendo, foi sugerido o ajuste da semântica para adequar a essa chave composta ou colocar a chave apenas como o número. Procedemos adequando a semântica para a chave composta, ou seja, as tarefas são identificadas pela composição da categoria+número, ou seja, pode existir duas tarefas com categorias iguais, ou exclusivamente, números iguais, mas não repetir a combinação desses dois juntos.

#### **Falta de explicação do atributo derivado da entidade “sistema planetário”:**

A entidade sistema planetário tem um atributo “quantidade de planetas”, o qual é derivado do relacionamento sistema planetário → abrange → planetas. A explicação de onde veio esse atributo derivado estava explícito na documentação, porém não colocamos uma notação no diagrama. Procedemos colocando tal notação no diagrama.

#### 4 - MODELO RELACIONAL - [LINK DO DIAGRAMA](#)

**PS:** Utilizamos uma nova ferramenta para modelar mas não conseguimos exportar, apenas printamos, mas pode-se acessar pelo link acima.



#### 4.1 - JUSTIFICATIVAS DE ESCOLHA:

Em todo o modelo relacional, houve várias possibilidades de escolha para desenvolver o mesmo. Essas escolhas foram pontuadas abaixo, juntamente com as justificativas para cada uma, a fim de adequar uma semântica mais condizente e uma complexidade mais viável.

##### **Justificativa geral para o Not-Null(\*):**

Dentro do mapeamento do relacional, várias entidades e relacionamentos não precisam necessariamente, pensando em aplicação, de que muitos atributos sejam não nulos, visto que os mais necessários são aqueles que participam da identificação, como chaves primárias ou secundárias. Porém, pensando na semântica, consideramos muitos atributos como não nulos, mesmo esses não sendo parte de uma identificação. Por exemplo, a chave de tripulante é ID\_Espacial, então teoricamente os outros atributos que não são referenciados não precisam ser não nulos, porém pensando na semântica, não faz sentido um tripulante ser registrado sem um nome. Pensando nessa lógica, aplicamos o Not Null (símbolo \*) em vários atributos.

##### **Justificativa geral para o ID sintético:**

Dentro do mapeamento relacional utilizamos um ID sintético em tabelas com chaves primárias compostas por muitos atributos e que são referenciadas em outras tabelas. Isso é benéfico pois simplifica a estrutura da tabela, facilita a referência a partir de outras tabelas e melhora a eficiência das consultas. Além disso, o ID sintético se fez necessário para a economia de memória e para evitar redundâncias. É importante ressaltar que embora o ID sintético facilite a busca eficiente de registros no índice de uma tabela da base de dados, ainda é necessário realizar operações de join com outras tabelas ou fontes de dados para acessar informações completas e detalhadas. No entanto, apesar de facilitar as operações de busca, o ID sintético traz consigo uma perda semântica das informações quando utilizadas.

##### **N1: Especialização Nave Espacial (Disjunção total):**

**Solução adotada:** Criou-se uma tabela para a entidade geral e uma para cada especialização de Nave, uma vez que cada especialização, exceto a Nave Secundária, possui um relacionamento próprio. Além disso, não criamos uma tabela para a especialização Nave Secundária, uma vez que a mesma não possui nem relacionamento próprio nem atributo próprio, tendo a economia de memória como vantagem.

**Desvantagem:** A criação de múltiplas tabelas torna o custo computacional de buscas mais caro devido ao número de joins, além de não conseguir garantir a nível de relacional a especialização total e a exclusão mútua, sendo estas tratadas em aplicação.

**Vantagem:** O mapeamento em tabelas distintas para cada especialização permite um melhor mapeamento nos relacionamentos Transporta e Investiga (garantia da consistência dos dados), levando em consideração as propriedades próprias de cada especialização.

**Solução alternativa:** Mapeamento de tudo em uma única tabela da entidade geral Nave Espacial. Nesse caso, iríamos diminuir o número de joins, porém não adotamos essa alternativa porque ela leva consigo várias desvantagens, como a inconsistência de dados visto que dificultaria o mapeamento dos relacionamentos de cada entidade específica.

### **N2: Especialização Recursos Naturais (Disjunção total):**

**Solução adotada:** Criou-se uma tabela para a entidade geral e uma para cada especialização de Recursos Naturais, uma vez que cada especialização possui atributos próprios.

**Desvantagem:** A criação de múltiplas tabelas torna o custo computacional de buscas mais caro devido ao número de joins, além de não conseguir garantir a nível de relacional a especialização total e a exclusão mútua.

**Vantagem:** O mapeamento em tabelas distintas para cada especialização permite um melhor mapeamento de seus atributos específicos .

**Solução alternativa:** Mapeamento de tudo em uma única tabela da entidade geral Recursos Naturais. Nesse caso, iríamos diminuir o número de joins e garantir a exclusão mútua, porém não adotamos essa alternativa porque ela leva consigo várias desvantagens, como o maior número de nulls, ou seja, um gasto desnecessário de memória.

### **N3: Especialização Tripulante (Sobreposição total):**

**Solução adotada:** Criou-se apenas uma tabela para a entidade geral e não mapeamos as entidades de especialização, visto que elas não possuem atributos próprios nem relacionamentos próprios (com exceção do astrônomo). Sendo assim, mapeamos a tabela de forma que cada tripulante possa ter no máximo duas funções, sendo pelo menos uma obrigatória.

**Desvantagem:** Possível inconsistência do relacionamento Astrônomo → Estuda → Observação, visto que não temos a entidade específica de Astrônomo, logo deve ser tratado, a nível de aplicação, que o tipo de Tripulante que estuda uma Observação deve ter uma de suas funções como Astrônomo.

**Vantagem:** Garante o overlapping, além de diminuir o número de joins.

**Solução alternativa:** Mapear cada especialização além da entidade geral Tripulante. Não optamos por essa solução pois as entidades específicas não possuem atributos próprios e de todas especializações há apenas um relacionamento. Sendo assim, vale mais a pena tratar a nível de aplicação do que gerar tabelas para cada especificação e aumentar o número de joins, além de contribuir para a replicação de dados e não garantia de especialização total.

#### **N4: Relacionamento Sonda → Transporta → Primária**

**Solução adotada:** Mapeamos ambas as entidades e referenciamos a entidade Primária dentro da entidade Sonda por meio de uma chave estrangeira (com tal atributo não nulo), a fim de garantir que cada Sonda deve ser transportada obrigatoriamente por apenas uma Nave Primária, mas que cada Nave Primária possa transportar várias Sondas.

**Desvantagem:** Não foi identificada nenhuma desvantagem nessa solução quando comparada à solução alternativa.

**Vantagem:** Garante cardinalidade e participação total.

**Solução alternativa:** Criação de uma tabela responsável por relacionar cada Nave Primária com Sonda. Não utilizamos essa solução por conta da alta frequência de ocorrência desse relacionamento, logo essa solução alternativa acarretaria em muita replicação de dados.

#### **N5: Relacionamento Sonda → Investiga → Planeta**

**Solução adotada:** Mapeamos ambas as entidades e referenciamos a entidade Planeta dentro da entidade Sonda por meio de uma chave estrangeira (com tal atributo não nulo), a fim de garantir que cada Sonda deve investigar obrigatoriamente apenas um Planeta, mas que cada Planeta possa ser investigado por várias Sondas.

**Desvantagem:** Não foi identificada nenhuma desvantagem nessa solução quando comparada à solução alternativa.

**Vantagem:** Garante cardinalidade e participação total.

**Solução alternativa:** Criação de uma tabela responsável por relacionar cada Sonda com Planeta. Não utilizamos essa solução por conta da alta frequência de ocorrência desse relacionamento, logo essa solução acarretaria em muita replicação de dados.

#### **N6: Relacionamento Posto avançado → Situa → Planeta**

**Solução adotada:** Mapeamos ambas as entidades e referenciamos a entidade Planeta dentro da entidade Posto Avançado por meio de uma chave estrangeira (com tal atributo não nulo), a fim de garantir que cada Posto avançado deve estar situado obrigatoriamente em apenas um Planeta, mas que em cada Planeta podem se situar vários Postos avançados.

**Desvantagem:** Não foi identificada nenhuma desvantagem nessa solução quando comparada à solução alternativa.

**Vantagem:** Garante cardinalidade e participação total.

**Solução alternativa:** Criação de uma tabela responsável por relacionar cada Posto Avançado com Planeta. Não utilizamos essa solução por conta da alta frequência de ocorrência desse relacionamento, logo essa solução acarretaria em muita replicação de dados.

#### **N7: Relacionamento Missão → Explora → Planeta**

**Solução adotada:** Mapeamos ambas as entidades e referenciamos a entidade Planeta dentro da entidade Missão por meio de uma chave estrangeira (com tal atributo não nulo), a fim de garantir que cada Missão deve explorar obrigatoriamente apenas um Planeta, mas que cada Planeta possa ser explorado em várias missões. Sendo assim, a agregação Tarefa contém como chave estrangeira apenas o código da Missão.

**Desvantagem:** Não foi identificada nenhuma desvantagem nessa solução quando comparada à solução alternativa.

**Vantagem:** Garante cardinalidade e participação total.

**Solução alternativa:** Criação de uma tabela responsável por relacionar cada Missão com Planeta. Não utilizamos essa solução por conta da alta frequência de ocorrência desse relacionamento, logo essa solução acarretaria em muita replicação de dados.

#### **N8: Agregação Tarefa:**

**Solução adotada:** Visto que tal agregação foi desenvolvida em cima de um relacionamento N:1, a solução adotada foi especificamente tratada para tal caso: mapear o relacionamento de N:1 com as técnicas já abordadas anteriormente, e mapear a agregação com seus próprios atributos, de forma que a Tarefa referencia Missão e Missão referencia Planeta. Além disso, foi utilizado uma chave sintética como chave primária da relação, sendo a chave da agregação a junção entre Categoria e Número da Tarefa + Código da Missão.

**Desvantagem:** Diminuição da eficiência das buscas, devido ao número de joins e a perda semântica de informação das buscas ao utilizar um ID sintético

**Vantagem:** Respeita a cardinalidade do relacionamento entre Missão e Planeta, garantindo a consistência dos dados.

**Solução alternativa:** Mapeamento da agregação em uma tabela única porém com uma chave primária formada pela composta de suas estrangeiras. Não utilizamos essa solução porque a mesma fere as cardinalidades do relacionamento prejudicando a consistência dos dados.

#### **N9: Agregação Observação:**

**Solução adotada:** Mapeamos a agregação Observação formada pelo relacionamento de Planeta e Eventos Astronômicos em uma única tabela própria, possuindo como chave primária um ID sintético, e como chave secundária uma composta formada das chaves primárias de Planeta e Evento Astronômico. Não foi criada uma tabela para o relacionamento Ocorre, pois o mesmo não possui atributos próprios de seu relacionamento. Além disso, foi utilizado uma chave sintética como chave primária da relação, sendo a chave da agregação a junção entre Data e Hora da Observação + Tipo do Evento Astronômico + Nome do Sistema Planetário + Nome do Planeta.

**Vantagem:** Diminuição do número de tabelas e a consequente otimização de memória

**Desvantagem:** Perda semântica de informação das buscas ao utilizar um ID sintético.

**Solução Alternativa:** Mapeamento do relacionamento em uma tabela e da agregação em outra. Não utilizamos essa solução porque não há necessidade, visto que o relacionamento não tem atributos próprios, dessa forma teríamos que referenciar o relacionamento na agregação, e a entidade no relacionamento, aumentando complexidade de busca e número de joins, para manter a mesma consistência de dados.

**N10: Atributo derivado “Quantidade de planetas”:**

**Solução adotada:** O atributo foi colocado direto na relação Sistema Planetário, como uma coluna da tabela dessa entidade.

**Desvantagem:** Uma possível desvantagem dessa solução é que esse atributo fica com valor nulo até que um Sistema Planetário abranja um Planeta conhecido, podendo gerar buscas inconsistentes nesse caso em específico.

**Vantagem:** Facilita o acesso a esse atributo em alguma consulta, uma vez que este sempre está atualizado e não existe a necessidade de checar toda a tabela do “Sistema Planetário” para buscar tal informação.

**Solução alternativa:** Não mapear tal atributo dentro do modelo relacional, e apenas calculá-lo sob demanda, sendo a frequência dessa demanda dada pela necessidade do usuário. Nesse caso, não utilizamos essa solução, uma vez que o cálculo para mantê-lo atualizado não é custoso, e independente se o usuário necessita ou não de tal dado, o banco consegue manter ele de forma acessível. A frequência de atualização da solução atual acontece com a incrementação a partir das instâncias do relacionamento Abrange. Isso é, a cada vez que uma entidade “Abrange” for instanciada, atualizamos o banco com uma incrementação nesse atributo, por exemplo.

**N11: Atributo multivalorado “Satélites naturais”:**

**Solução adotada:** Foi criada uma nova tabela para representar os Satélites Naturais. Essa tabela possui chave estrangeira referenciando o nome de algum Satélite Natural com um Planeta.

**Desvantagem:** Essa solução diminui a eficiência nas buscas acerca desse atributo, uma vez que para buscar essa informação existe o custo de join entre a tabela de Satélites Naturais e Planeta.

**Vantagem:** Não há limitação para a quantidade de Satélites Naturais que podem se relacionar com um certo planeta, assim como não é preciso tratar a inexistência de satélites naturais lidando com dados nulos.

**Solução alternativa:** Mapear os satélites naturais dentro da própria entidade Planeta. Tal solução não foi adotada porque nesse caso deveríamos ter um número fixo que dita a quantidade máxima de satélites naturais dentro de um planeta, mapeando esses como colunas (Satélite 1, Satélite 2, ...).



**N12: Relacionamento ternário Participa (Nave espacial → Missão → Tripulante**

**Solução adotada:** Dado o Relacionamento ternário N:N:1 em questão, a solução adotada foi criar uma tabela para o relacionamento Participar, tendo Tripulante e Missão como chave primária e Nave Espacial como atributo não nulo.

**Desvantagem:** Não foi identificada nenhuma desvantagem nessa solução quando comparada à solução alternativa.

**Vantagem:** Garante cardinalidade e consistência dos dados.

**Solução alternativa:** Não foi identificada nenhuma solução alternativa.

**N13: Relacionamento Astrônomo → Estuda → Observação**

Dado esse relacionamento N:N, a única solução possível foi essa que adotamos, porém não conseguimos garantir a participação total de Astrônomo dentro de Observação a nível de Modelo Relacional, logo teremos que tratar isso a nível de aplicação.

---

## 5 - ALTERAÇÕES REALIZADAS NA TERCEIRA PARTE

Após a realização da segunda parte, algumas alterações e sugestões foram solicitadas pelo monitor. Seguem essas e como procedemos com cada uma:

**Mudanças no modelo relacional:**

Houve três alterações, sendo elas duas relacionadas à referência da entidade planeta com uma chave apenas parcial (a chave de Planeta é nome + sistema planetário, mas só estava sendo referenciado o nome) e a terceira sendo relacionada à inversão do sentido de uma chave estrangeira (o ID da entidade Observação apontava para o atributo observação da entidade Estuda, deveria ser o inverso). Sendo assim, todas as alterações foram feitas e o modelo relacional foi corrigido.

**Justificativa geral para o ID sintético:**

Pela utilização do ID sintético no nosso projeto, deveríamos justificar o uso do mesmo, então isso foi feito. Porém, não comentamos da importância da economia de memória e da importância de evitar redundâncias. Sendo assim, isso foi feito, corrigindo a justificativa e o documento como um todo.

**Alterações nas notações N1, N2, N3, N10 e N13:**

Em tais notações, haviam algumas observações incorretas, e ocasionalmente uma falta de informações/contexto. Sendo assim, alteramos cada uma delas segundo as observações feitas pelo monitor, a fim de corrigir os problemas encontrados.

## 6 - IMPLEMENTAÇÃO

Para encerrar o trabalho, foi solicitado a criação de um protótipo operacional, simples, que implementasse funcionalidades relevantes considerando o contexto do projeto. Nesta seção serão descritos os procedimentos referentes à implementação do sistema desenvolvido ao longo da disciplina, juntamente com a implantação da base de dados do PlanetDATA.

Na fase final da implementação, elaborou-se o esquema da base de dados, incluindo todas as tabelas necessárias e os procedimentos para garantir a consistência dos dados e a preparação dos dados para alimentar essa base. Além disso, o grupo formulou cinco consultas para realizar testes, e uma versão do protótipo, já integrada à base de dados, foi apresentada.

O protótipo foi implementado na linguagem Python e, para a base de dados, utilizou-se o Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional (SGBD) Oracle. Essa terceira entrega do projeto inclui, além do presente relatório, o código-fonte da aplicação e os *scripts* de esquema, dados e consultas SQL.

---

### 6.1 - CONSULTAS

1. **Calcular a média das idades dos planetas por sistema planetário, considerando apenas os sistemas planetários com pelo menos dois planetas (está no arquivo consultas.sql)**

```
1 SELECT MÉDIA_SISTEMAS.NOME, AVG(MÉDIA_SISTEMAS.MÉDIA_IDADE) AS MÉDIA_GERAL
2 FROM (
3     SELECT SP.NOME, AVG(P.IDADE) AS MÉDIA_IDADE
4     FROM SISTEMA_PLANETARIO SP
5     JOIN PLANETA P ON SP.NOME = P.SISTEMA_PLANETARIO
6     GROUP BY SP.NOME
7     HAVING COUNT(*) >= 2
8 ) MÉDIA_SISTEMAS
9 GROUP BY MÉDIA_SISTEMAS.NOME
10 ORDER BY MÉDIA_GERAL DESC;
```

Nesta consulta, incorpora-se uma subconsulta denominada MÉDIA\_SISTEMAS com o propósito de calcular a média das idades dos planetas agrupados por sistema planetário. Dentro dessa subconsulta, realiza-se uma junção utilizando o operador JOIN para selecionar o nome dos sistemas planetários e a idade média dos planetas vinculados a eles. Posteriormente, o operador HAVING é aplicado para filtrar os grupos, incluindo somente aqueles que possuem pelo menos dois planetas.

A consulta principal utiliza o resultado da subconsulta MÉDIA\_SISTEMAS para calcular a média geral das médias de idades dos sistemas planetários. Os resultados da consulta interna são agrupados novamente, e a função agregadora AVG é essencial, sendo empregada para calcular a média das médias de idades dos sistemas planetários. Essa função é aplicada tanto à idade dos planetas na subconsulta quanto às médias resultantes na consulta principal. A cláusula ORDER BY é utilizada para ordenar os resultados finais. No caso, ela indica que os resultados devem ser ordenados pela coluna MEDIA\_GERAL em ordem decrescente, mostrando primeiro os sistemas planetários com as maiores médias.

---

2. Consultar todos os tripulantes que participam de todas as missões que um determinado tripulante (João Silva) participa (está no arquivo consultas.sql)

```
1 SELECT T.NOME
2 FROM TRIPULANTE T JOIN PARTICIPA P ON T.ID_ESPACIAL = P.TRIPULANTE
3 WHERE T.NOME <> 'JOÃO SILVA'
4 AND NOT EXISTS (
5     SELECT P.MISSAO
6     FROM PARTICIPA P
7     JOIN TRIPULANTE T ON P.TRIPULANTE = T.ID_ESPACIAL
8     WHERE T.NOME = 'JOÃO SILVA'
9
10    MINUS
11
12    SELECT P.MISSAO
13    FROM PARTICIPA P
14    WHERE P.TRIPULANTE = T.ID_ESPACIAL
15 );
```

Essa consulta envolve o operador de divisão relacional, conceito adquirido nos estudos de Álgebra Relacional (AR). Inicialmente, busca-se identificar todos os tripulantes que completaram as missões oferecidas pelo tripulante 'João Silva'. Para isso, realiza-se uma consulta aninhada não correlacionada, recuperando todas as missões em que 'João Silva' está envolvido. Em seguida, utiliza-se o operador MINUS para subtrair desse conjunto todas as missões em que cada tripulante específico (referenciado por T.ID\_ESPACIAL na consulta principal) está envolvido. Esta é uma consulta aninhada correlacionada, custosa, porém necessária, pois estamos comparando as missões de cada tripulante em relação ao conjunto geral de missões de 'João Silva'.

Assim, um tripulante é selecionado para compor a resposta final da consulta se o resultado da operação de divisão relacional for um conjunto vazio. Isso ocorre quando um tripulante participa de, no mínimo, todas as missões de 'João Silva', podendo ter participado de mais missões. Se um tripulante não participou de todas as missões de 'João Silva', ele não será incluído na resposta.

### 3. Contar o número de observações por ano dos planetas que possuem algum satélite natural (está no arquivo consultas.sql)

```
1 SELECT P.NOME AS NOME_PLANETA, EXTRACT(YEAR FROM O.DATA) AS ANO_OBSERVACAO, COUNT(O.ID) AS NUMERO_OBSERVACOES
2 FROM PLANETA P
3 JOIN OBSERVACAO O ON P.NOME = O.PLANETA
4 WHERE P.NOME IN (
5     SELECT SN.PLANETA
6     FROM SATELITES_NATURAIS SN
7 )
8 GROUP BY P.NOME, EXTRACT(YEAR FROM O.DATA);
9
10
```

Nesta consulta, seleciona-se o nome do planeta, o ano da observação, e o número de observações dos planetas que possuem satélite natural. A cláusula WHERE filtra os resultados para incluir apenas os planetas que estão presentes na subconsulta, a qual retorna os nomes dos planetas que possuem satélites naturais.

Os resultados da consulta são agrupados pelo nome do planeta e pelo ano da observação, utilizando a cláusula GROUP BY. O número de observações para cada combinação de planeta e ano é contado com a função COUNT.

---

### 4. Calcular a média de duração das missões por planeta e sistema planetário que foram concluídas com sucesso (está no arquivo consultas.sql)

```
1 SELECT P.SISTEMA_PLANETARIO, P.NOME, AVG(M.DURACAO) AS MEDIA_DURACAO
2 FROM MISSAO M JOIN TAREFA T ON M.CODIGO = T.CODIGO
3 JOIN PLANETA P ON M.PLANETA = P.NOME AND M.SISTEMA_PLANETARIO = P.SISTEMA_PLANETARIO
4 WHERE M.STATUS = 'TERMINADA'
5 GROUP BY P.SISTEMA_PLANETARIO, P.NOME;
6
```

Nesta consulta, seleciona-se o sistema planetário, o nome do planeta, e a média da duração das missões. A cláusula WHERE filtra os resultados, considerando apenas missões com status 'TERMINADA', mas na aplicação real ela poderia ser calculada de uma forma mais completa.

Os resultados são agrupados pelo sistema planetário e pelo nome do planeta utilizando a cláusula GROUP BY. A média da duração das missões é calculada pela função AVG. Em resumo, a consulta proporciona uma visão da média de duração das missões para planetas específicos, agrupados pelo sistema planetário e nome do planeta, focalizando apenas as missões que foram concluídas com sucesso.

---

**5. Consultar todos os recursos naturais do tipo “Atmosfera” que não estão presentes no Sistema Solar (está no arquivo consultas.sql)**

```
1 SELECT NUM_CATALOGACAO, PRESSAO, COMPOSICAO, TEMPERATURA
2 FROM ATMOSFERA
3
4 MINUS
5
6 SELECT A.NUM_CATALOGACAO, A.PRESSAO, A.COMPOSICAO, A.TEMPERATURA
7 FROM ATMOSFERA A
8 JOIN RECURSO_NATURAL RN ON RN.NUM_CATALOGACAO = A.NUM_CATALOGACAO
9 JOIN POSSUI P ON P.RECURSO_NATURAL = RN.NUM_CATALOGACAO
10 WHERE P.SISTEMA_PLANETARIO = 'SISTEMA SOLAR';
11
```

Nesta consulta, utiliza-se o operador MINUS para realizar a divisão relacional e retornar as informações atmosféricas para os registros da tabela ATMOSFERA que não estão vinculados a recursos naturais no sistema solar. Primeiramente, são selecionados os atributos da tabela ATMOSFERA. Na segunda parte, uma consulta aninhada não correlacionada é utilizada, envolvendo JOINS entre as tabelas ATMOSFERA, RECURSO\_NATURAL e POSSUI. A cláusula WHERE filtra os recursos do tipo atmosfera que estão presentes no sistema solar.

O operador MINUS então subtrai a segunda parte da primeira, resultando nos registros da tabela ATMOSFERA que não estão associados a recursos naturais no sistema planetário 'SISTEMA SOLAR'. Essa abordagem é análoga à ideia de divisão relacional, pois a consulta busca identificar e retornar as informações atmosféricas para os registros da tabela ATMOSFERA que não estão vinculados a recursos naturais no sistema solar.

## **6.2 - APLICAÇÃO**

**Descrição:** Trata-se de um shell interativo desenvolvido na linguagem Python, projetado para a funcionalidade de inserção de planetas e a consulta de planetas em um sistema planetário específico. A aplicação foi integrada ao banco de dados por meio da biblioteca cx\_Oracle, que proporciona uma interface de comunicação entre o Python e o Oracle.

**Requisitos:** A aplicação foi desenvolvida e testada no sistema operacional Windows 10, utilizando a versão 3.10.10 do Python para a execução da aplicação e a versão 19c do Oracle para o banco de dados. Para garantir o funcionamento adequado da aplicação, é essencial

realizar a instalação prévia da biblioteca 'cx\_Oracle', utilizada na versão 8.3.0 durante o desenvolvimento. O uso da biblioteca 'cx\_Oracle' requer a instalação das bibliotecas Oracle Client, que fornecem a conectividade de rede necessária para que o 'cx\_Oracle' possa acessar uma instância do Oracle Database. Durante a configuração, foi baixado e instalado o Oracle Instant Client 21.12, especificamente o pacote "Basic", essencial para assegurar uma comunicação entre a aplicação Python e o banco de dados Oracle.

**Inserção Realizada:** Para a funcionalidade de inserção, foi escolhida a query para adição de um novo planeta no sistema, incluindo as seguintes informações:

- Nome do planeta;
- Nome do Sistema Planetário (a ser selecionado a partir de opções válidas apresentadas);
- Idade do planeta (opcional);

O código para essa inserção foi feito na rotina “`inserir_dados()`” do código PlanetDATA.py

**Consulta Realizada:** Para a funcionalidade de consulta, a query selecionada consiste em buscar o nome e a idade dos planetas presentes em um determinado sistema planetário. A aplicação realizará uma busca no banco de dados para obter informações sobre o(s) planeta(s). Se existirem planetas vinculados ao sistema planetário selecionado, a aplicação apresentará as informações correspondentes. Caso contrário, será informado que não foram encontrados planetas associados a esse sistema planetário na base de dados. O código para essa consulta foi feito na rotina “`consultar_dados()`” do código PlanetDATA.py.

---

## 7 - CONCLUSÃO

Ao longo deste projeto realizamos uma abordagem abrangente que envolve a modelagem, o desenvolvimento do modelo relacional, a implementação em SQL e a criação de uma aplicação funcional para um banco de dados. Esse projeto nos proporcionou uma compreensão mais prática e profunda de todos os conceitos teóricos vistos em sala de aula.

### Pontos de maiores dificuldades:

Durante a execução do projeto, identificamos alguns desafios significativos que contribuíram para o nosso desenvolvimento acadêmico e profissional. Destacamos especialmente as seguintes dificuldades:

- **Complexidade da Modelagem:** A etapa de modelagem exigiu uma análise cuidadosa dos requisitos para garantir uma representação precisa da estrutura do banco de dados.
- **Otimização de Consultas:** A elaboração de consultas SQL eficientes para atender às diversas necessidades da aplicação provou ser um desafio. A otimização constante foi necessária para melhorar o desempenho e garantir uma resposta rápida do sistema.

### Aprendizados com o Projeto:

Este projeto proporcionou uma série de aprendizados significativos, incluindo:

- **Aplicação Prática dos Conceitos:** A implementação prática dos conceitos teóricos consolidou nosso entendimento sobre como as bases de dados funcionam na prática, fortalecendo nossas habilidades técnicas.
- **Trabalho em Equipe:** A colaboração foi crucial para o sucesso do projeto. A comunicação eficaz e a distribuição adequada de tarefas contribuíram para um fluxo de trabalho mais eficiente.

### **Considerações Finais:**

Em conclusão, este projeto proporcionou uma experiência valiosa no campo de Base de Dados. Enfrentamos desafios significativos, mas cada obstáculo superado contribuiu para nosso crescimento acadêmico e profissional.