

**Universidade de São Paulo-USP  
Instituto de Ciências Matemáticas e Computação -  
ICMC**

**Agência Nova Ordem Mundial**

Caio Delgado Pires - Número USP: 11233946  
Mireli Damaceno Barbosa - Número USP: 11200293  
Rodolfo Cola Genaro - Número USP: 11233612  
Tsuyoshi Sonobe - Número USP: 10739246  
Vinicius William da Silva - Número USP: 11233842  
Docente: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Elaine Parros Machado de Sousa  
Estagiário PAE: André Moreira Souza

São Carlos, 21 de dezembro de 2023.

# Índice

<b>1</b>	<b>Modelo Entidade-Relacionamento</b>	<b>3</b>
1.1	Descrição do Problema e dos Requisitos de Dados . . . . .	3
1.2	Funcionalidades . . . . .	6
1.2.1	Administrador . . . . .	6
1.2.2	Cientista . . . . .	6
1.3	Restrições de Integridade . . . . .	7
1.4	Modelo Entidade Relacionamento (MER-X) . . . . .	10
<b>2</b>	<b>Projeto Lógico</b>	<b>11</b>
2.1	Mudanças em relação à primeira entrega . . . . .	11
2.2	Modelo Relacional (MRel) . . . . .	12
2.3	Justificativas para o MRel . . . . .	13
2.4	O que o MRel não consegue garantir . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Implantação da Base de Dados e Implementação do Sistema</b>	<b>18</b>
3.1	Mudanças em relação à primeira entrega e à segunda entregas	18
3.2	Descrição das Consultas . . . . .	18
3.2.1	Consulta 1 . . . . .	18
3.2.2	Consulta 2 . . . . .	19
3.2.3	Consulta 3 . . . . .	19
3.2.4	Consulta 4 . . . . .	20
3.2.5	Consulta 5 . . . . .	21
3.3	Aplicação . . . . .	21
3.3.1	Especificações . . . . .	22
3.3.2	Funcionamento . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Conclusão</b>	<b>23</b>

# 1 Modelo Entidade-Relacionamento

## 1.1 Descrição do Problema e dos Requisitos de Dados

Em um futuro onde os recursos da Terra tornam-se raros, a busca por soluções viáveis levou à criação de uma instituição visionária: a agência Nova Ordem Mundial. Com o universo vasto e misterioso como seu campo de trabalho, a Nova Ordem Mundial tornou-se a ponte entre nosso planeta e os inexplorados horizontes espaciais, embarcando em missões interplanetárias para garantir a sobrevivência da Terra. Seus **Funcionários** trabalham com um propósito claro: trazer materiais, conhecidos ou não, que possam ser cruciais para nosso sustento e progresso. Nesta jornada, cada **Missão**, cada **Amostra** e cada descoberta pode ser a chave para um futuro mais brilhante.

A agência tem **Funcionários**, identificados pelo *CPF*, mas apenas quatro tipos são destacados no problema: **Cientistas**, **Pilotos**, **Mineradores** e **Administradores**. De maneira geral, os Funcionários têm os seguintes dados armazenados: *CPF*, *Nome*, *Data de Nascimento*, *Telefone*, *Anos de experiência*, *Cargo*, *Endereço (Rua, Número, Bairro, CEP, Cidade, UF)*, *Treinamentos* e *Idade* - derivado de *Data de Nascimento*.

Em relação aos **Pilotos** ainda é preciso armazenar o *Tipo da Licença* e a *Validade da Licença* que possuem para conduzir uma **Nave**. Os **Pilotos**, obviamente, participam de todas as missões gerenciadas pela agência.

Em relação aos **Cientistas** são armazenadas também *Grau de Formação*, *Instituição de Formação* e as *Publicações* feitas por eles. Já para os **Mineradores** são armazenadas também suas *Certificações* e as *Ferramentas Dominadas* por eles.

Os **Administradores** são responsáveis por gerenciar **Missões** da Terra para um determinado **Planeta**. Portanto, nesse planeta poderão acontecer várias missões, sendo apenas uma **Missão de Coleta** (que deverá ser a primeira missão no planeta) e possivelmente mais de uma **Missões de Mineração** (só existirão missões de mineração em planetas que já tiveram uma missão de coleta anteriormente).

Um **Planeta** é cadastrado com as seguintes propriedades: *Designação Astronômica*, *Diâmetro*, *Massa*, *Distância da Terra*, *Tipo Planeta*, *Existência de água*, *Duração do dia*, *Condições Climáticas (compostas por Tipo Climático, Temperatura Média e Pressão Atmosférica)* e *Perigos Potenciais* para a tripulação que viaja até esse **Planeta**.

As **Missões** possuem como informação *Data e Hora de Partida*, *Data e Hora de Retorno* e *Propósito* (que pode ser Coleta ou Mineração). Para que uma **Missão** seja identificada ela precisa da *Designação Astronômica* do Planeta para o qual ela foi designada, além da *Data e Hora de Partida*.

Os **Administradores** da agência também têm como função comprar de algum **Fornecedor** todos os **Equipamentos** utilizados pela agência, os quais possuem informações como *Número de série*, *Modelo*, *Nome*, *Tipo* (relacionado aos tipos de equipamentos que fornece), *Enfoque* (relacionado ao meio físico em que ele é usado, como por exemplo Solo, Atmosfera ou Água) e *Estado* (que pode ser, por exemplo, Funcionando ou Em Manutenção, por exemplo).

Um **administrador** pode comprar equipamentos de vários **fornecedores**, da mesma forma em que um **fornecedor** pode vender **equipamentos** para qualquer **administrador** da empresa. **Vendas** envolvendo o mesmo **fornecedor** e o mesmo administrador podem acontecer mais de uma vez, em diferentes datas/horas (ou seja, uma venda é identificada pela data/hora em que ocorreu, pelo CNPJ do **Fornecedor** e também pelo CPF do **Administrador**). Dentre os Tipos possíveis para esses **Equipamentos** estão os **Instrumentos de Análise**, os **Instrumentos de Coleta** e as **Ferramentas de Mineração**. Para o controle de **Fornecedores** que vendem algum **Equipamento** para a agência, são armazenadas as informações *CNPJ*, *Nome*, *Tipo* (relacionado aos produtos e serviços fornecidos) e *Endereço* (composto por *Rua*, *Número*, *Bairro*, *CEP*, *Cidade*, *UF*).

Uma tripulação composta por **Pilotos** e **Cientistas** é enviada em uma **Nave** para um **Planeta** para realizar uma **Missão de Coleta**.

É importante ressaltar que para que um **Planeta** seja cadastrado no banco de dados da agência, os **Cientistas** previamente já concluíram, por meio de pesquisas, que é viável realizar uma **Missão de Coleta** para esse **Planeta**.

Para a **Missão de Coleta** também é preciso armazenar o *Volume Total Coletado* de todas **Amostras** nessa **Missão**.

Na **Missão de Coleta** também são utilizados **Instrumentos de Coleta** para coletar **Amostras**, sejam do solo ou da atmosfera, podendo ser da água também, caso o **Planeta** tenha água. Em seguida, essas **Amostras** são levadas para a base na Terra.

As **Amostras** são transportadas para a Terra na mesma **Nave** que leva a tripulação. Para ponderar o volume de carga e a quantidade de **Funcionários** que participam da **Missão** de acordo com o propósito da agência, uma **Nave** tem uma seção para carga e uma seção para tripulantes. Então, as informações relevantes para que a agência cadastre uma **Nave** são, além do *Número máximo de tripulantes* e do *Volume máximo de cargas*, também o *Número de Chassi*, *Modelo*, *Estado* (que pode ser Em Manutenção, Em missão ou Pronta para Missão), e sua *Velocidade Máxima*.

Nos **Laboratórios**, que são localizados na própria agência, cada **Amostra** é analisada por um **Cientista** com o objetivo de identificar diversos

**Materiais.** É possível que uma **Amostra** tenha que ser analisada mais de uma vez, inclusive pelo mesmo cientista, em momentos diferentes, tendo margem para que seja em **Laboratórios** diferentes.

Cada **Laboratório** é identificado no sistema pela junção dos números do *Bloco* e da *Sala* aos quais pertence.

Cada **Amostra** analisada é registrada com *Data e Hora da coleta* - que identificam parcialmente uma amostra, pois para que ela seja totalmente identificada é preciso também do identificador da missão da qual ela foi gerada (que é composto por data e hora de partida e designação astronômica do planeta relacionado) - *Estado de preservação*, *Fonte* (como por exemplo Solo ou Atmosfera) e *Observações* que os cientistas consideraram durante o processo de análise.

Os **Materiais** são descobertos nas **Amostras** a partir de **Instrumentos de Análise** presentes nos **Laboratórios**. Para cada **Material** encontrado é estabelecida uma categoria: escasso, não escasso, desconhecido útil e desconhecido não útil. As informações armazenadas para todos os **Materiais** são: *Sigla*, *Nome*, *Propriedades Físicas* (compostas por *Ponto de Fusão*, *Ponto de Ebulição*, *Resistência*, *Condutividade Térmica*, *Condutividade Elétrica e Reatividade*), *Categoria* (*Escasso*, *Não Escasso*, *Desconhecido não Útil ou Desconhecido Útil*) e *Utilidade* (*Útil ou Não Útil*, derivada da informação de *Categoria*).

Para os **Materiais** categorizados como escassos são registrados suas *Potenciais Aplicações* na Terra. Por exemplo: O material Titânio, existente na Terra, é muito utilizado no setor aeroespacial, mas está escasso. Isso é feito de maneira semelhante para os **Materiais** categorizados como desconhecidos úteis. Por exemplo: O material X, inexistente na Terra, pode ser muito utilizado na construção civil. Essas duas categorias anteriores de materiais configuram uma utilização positiva (são considerados úteis) e portanto, a agência pretende minerá-los.

Tendo uma lista de **Planetas** onde existe cada um desses **Materiais**, ou seja, uma lista dos **Planetas** de origem das amostras nas quais foi identificado esse **Material**, é escolhido o **Planeta** que for mais próximo da Terra. Essa condição é tratada na aplicação do sistema.

Uma vez escolhido o **Planeta**, uma nova tripulação composta por **Pilotos** e **Mineradores** é enviada para uma **Missão de Mineração** em uma **Nave** do mesmo tipo da que conduziu a **Missão de coleta**. Em um mesmo **Planeta** podem acontecer diferentes **Missões de mineração** simultaneamente, mas cada uma é conduzida por uma **Nave** diferente, e consequentemente, por uma tripulação diferente.

Uma **Missão de Mineração** para um determinado **Material** pode ser realizada mais de uma vez, inclusive no mesmo **Planeta**. Para minerar os

**Materiais** do ambiente físico, os **Mineradores** utilizam **Ferramentas de Mineração**. No final de uma **Missão de Mineração** são armazenadas também a *Quantidade Total Extraída* do **Material** e a *Técnica Utilizada* na extração.

## 1.2 Funcionalidades

As operações poderão ser realizadas por usuários do tipo administrador ou cientista, mas pilotos e mineradores não terão acesso - apenas serão ministrados pelo administrador, como a ação de atribuí-los a uma missão específica. Dentre elas, podemos ter:

### 1.2.1 Administrador

- Cadastro, edição e remoção de missões
- Cadastro, edição e remoção de equipamentos
- Cadastro, edição e remoção de disponibilidade de naves
- Consulta de informações de histórico de missões
- Consulta de planetas onde há disponibilidade de determinados materiais pela sigla ou por suas propriedades
- Consulta de missões participadas por cada funcionário
- Consulta de disponibilidade de funcionários para determinada missão
- Consulta de disponibilidade de naves para determinada missão, que já não estejam sendo usadas em outras missões
- Consulta de disponibilidade de cada especialização de equipamentos

### 1.2.2 Cientista

- Cadastro, edição e remoção de planetas
- Cadastro, edição e remoção de amostras
- Cadastro, edição e remoção de materiais
- Consulta de informações gerais de planetas
- Consulta de informações gerais de amostras
- Consulta de informações gerais de materiais

### 1.3 Restrições de Integridade

- **Ciclo: Cientista  $\rightarrow$  Missão de coleta  $\rightarrow$  Amostra  $\rightarrow$  Cientista**

Não foi possível encontrar uma maneira de romper este ciclo, uma vez que é da própria natureza do problema: O cientista que coleta uma amostra também pode analisá-la, assim como um cientista pode analisar amostras que ele mesmo não coletou, também é considerado comportamento normal conforme a semântica do sistema. Ou seja, não haverá redundância de informações que levam à inconsistência ou dependência de dados.

- **Ciclo: Administrador  $\rightarrow$  Missão  $\rightarrow$  Mineração  $\rightarrow$  Ferramenta de Mineração  $\rightarrow$  Equipamento  $\rightarrow$  Administrador**

Este ciclo está presente no sistema, no entanto, não causa problemas porque é inerente à natureza do problema. Por exemplo, um administrador que registra uma missão também pode adquirir equipamentos de mineração, da mesma forma que um administrador pode ter comprado equipamentos que outra missão, não registrada por ele, utilizou. Isso está de acordo com a lógica do sistema e não resultará em duplicação de informações que leve a inconsistências ou dependência de dados.

- **Ciclo: Administrador  $\rightarrow$  Missão  $\rightarrow$  Coleta  $\rightarrow$  Instrumento de Coleta  $\rightarrow$  Equipamento  $\rightarrow$  Administrador**

Esse ciclo faz parte do sistema, mas não gera complicações, pois está intrinsecamente relacionado à essência do problema. Por exemplo, um administrador que registra uma missão também pode adquirir equipamentos de coleta, da mesma forma que um administrador pode ter adquirido equipamentos que outra missão, não registrada por ele, utilizou. Essa dinâmica está em conformidade com a lógica do sistema e não resultará em duplicação de informações que possa causar inconsistências ou dependência de dados.

- **Consistência de datas**

Não é possível garantir a nível de banco que não existam inconsistências nas datas. Portanto, será preciso tratar em nível de aplicação que a data de coleta de uma amostra seja maior que a data de partida da missão de coleta (pois uma amostra só existe após uma missão de coleta ser realizada), que a data de missão de mineração em um planeta seja maior do que a data de missão de coleta nesse planeta (pois uma missão de mineração só pode acontecer se já houve uma missão de coleta) e que a data de retorno de uma missão seja posterior a sua própria data de partida (só é possível retornar depois de partir).

- **Disponibilidade de recursos**

É preciso garantir que haja disponibilidade de naves, cientistas, pilotos, mineradores, instrumentos e ferramentas para uma missão, ou seja, é necessário garantir que não seja possível reservar uma nave que já esteja em uma missão, que não seja possível alocar um funcionário que já esteja em uma missão e nem utilizar um instrumento ou ferramenta já em uso em uma missão. De maneira análoga à missão, em análise também é preciso garantir que um determinado instrumento de análise não esteja sendo usado no momento. Todas essas garantias precisam ser feitas a nível mais alto.

- **Capacidade das naves**

Na descrição do sistema, uma nave possui um limite máximo de tripulantes em sua seção de tripulantes e um limite máximo de carga em sua seção de cargas. No Modelo Entidade Relacionamento não é possível garantir que a quantidade de tripulantes e que a quantidade total de cargas (quantidade de amostras coletadas ou quantidade de material extraído) não excedam seus limites estabelecidos. Esse problema também deve ser tratado a nível de aplicação.

- **Restrição de estado do equipamento**

Se o estado de um determinado equipamento estiver como "Em Manutenção", por exemplo, é necessário garantir que ele não seja utilizado em nenhuma operação. Ou seja, não é possível que um cientista faça uma análise de amostra com um instrumento de análise que não esteja em estado adequado para uso. De maneira análoga, não é possível que um minerador utilize uma ferramenta de mineração em estado inadequado ou que uma coleta de amostra seja feita com um instrumento de coleta em estado inadequado.

- **Restrição de número de missões de coleta**

Na descrição assumimos que para cada planeta apenas uma missão de coleta é possível. No entanto, no MER relacionamos o Planeta com a entidade genérica Missão. Portanto, não é possível assegurar que haverá apenas uma missão de coleta para cada planeta. Isso deve ser tratado em níveis mais altos.

- **Observação sobre as missões**



O problema foi estruturado de maneira que a primeira missão em um planeta seja sempre de coleta e as demais, se acontecerem, sejam de mineração.

- **Observação sobre cadastro de planetas**

No nosso sistema estamos assumindo que para que o planeta seja cadastrado a agência já fez toda uma pesquisa sobre ele, descobrindo seus atributos e concluindo que é viável realizar uma missão de coleta nesse planeta, porque essa missão provavelmente encontrará amostras que irão gerar missões de mineração nesse planeta.

## 1.4 Modelo Entidade Relacionamento (MER-X)

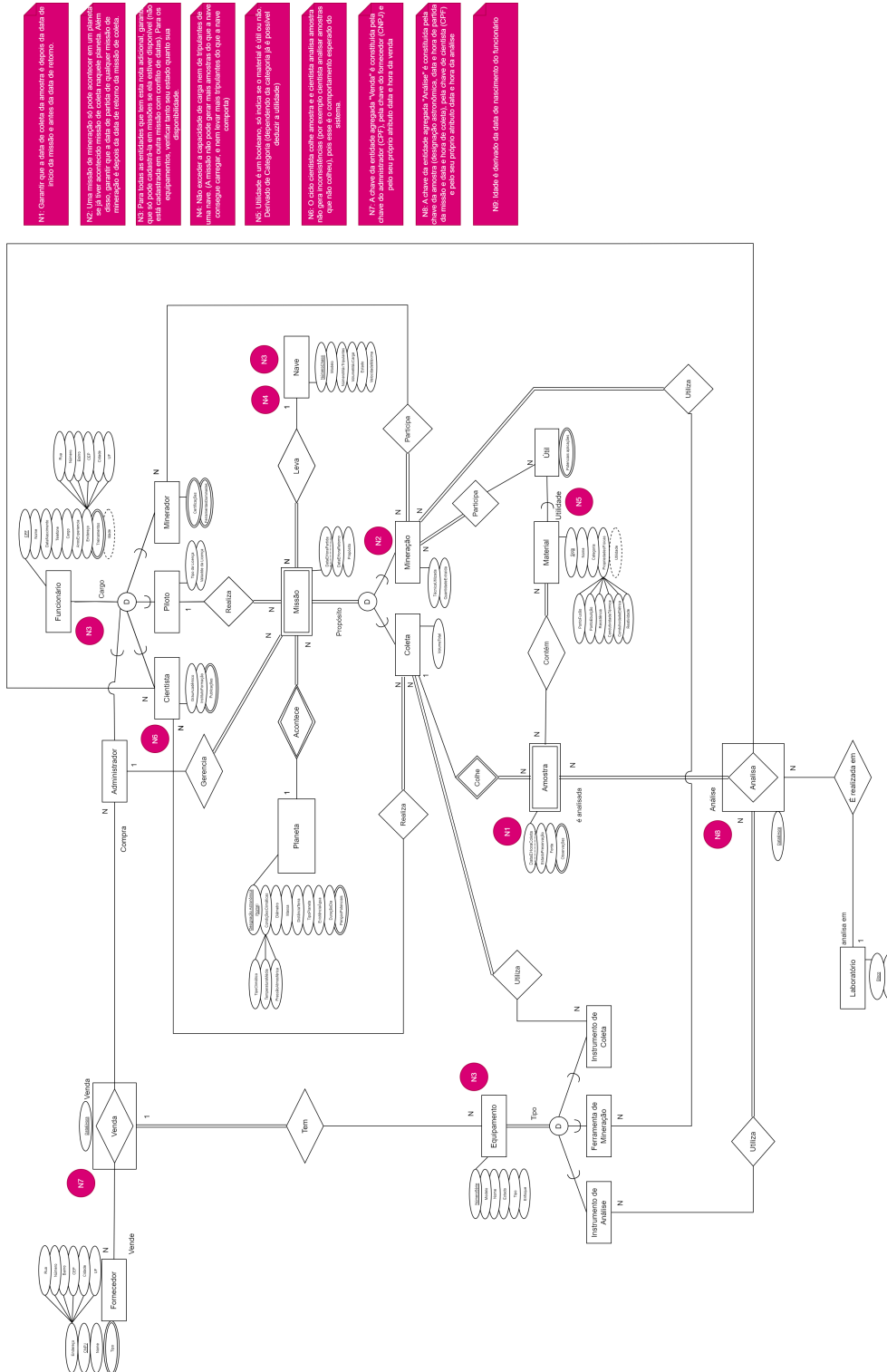


Figura 1: Modelo MER do banco de dados.

## **2 Projeto Lógico**

### **2.1 Mudanças em relação à primeira entrega**

Não foram feitas alterações no Modelo Entidade Relacionamento (MER-X), pois não foram encontrados erros. Porém, alteramos alguns pontos da descrição do problema para esclarecer ambiguidades e eliminar possíveis inconsistências em relação ao MER. Além disso, deixamos alguns tópicos das restrições de integridade mais completos, a fim de abranger todos os pontos do sistema analisados pelo grupo.

## 2.2 Modelo Relacional (MRel)

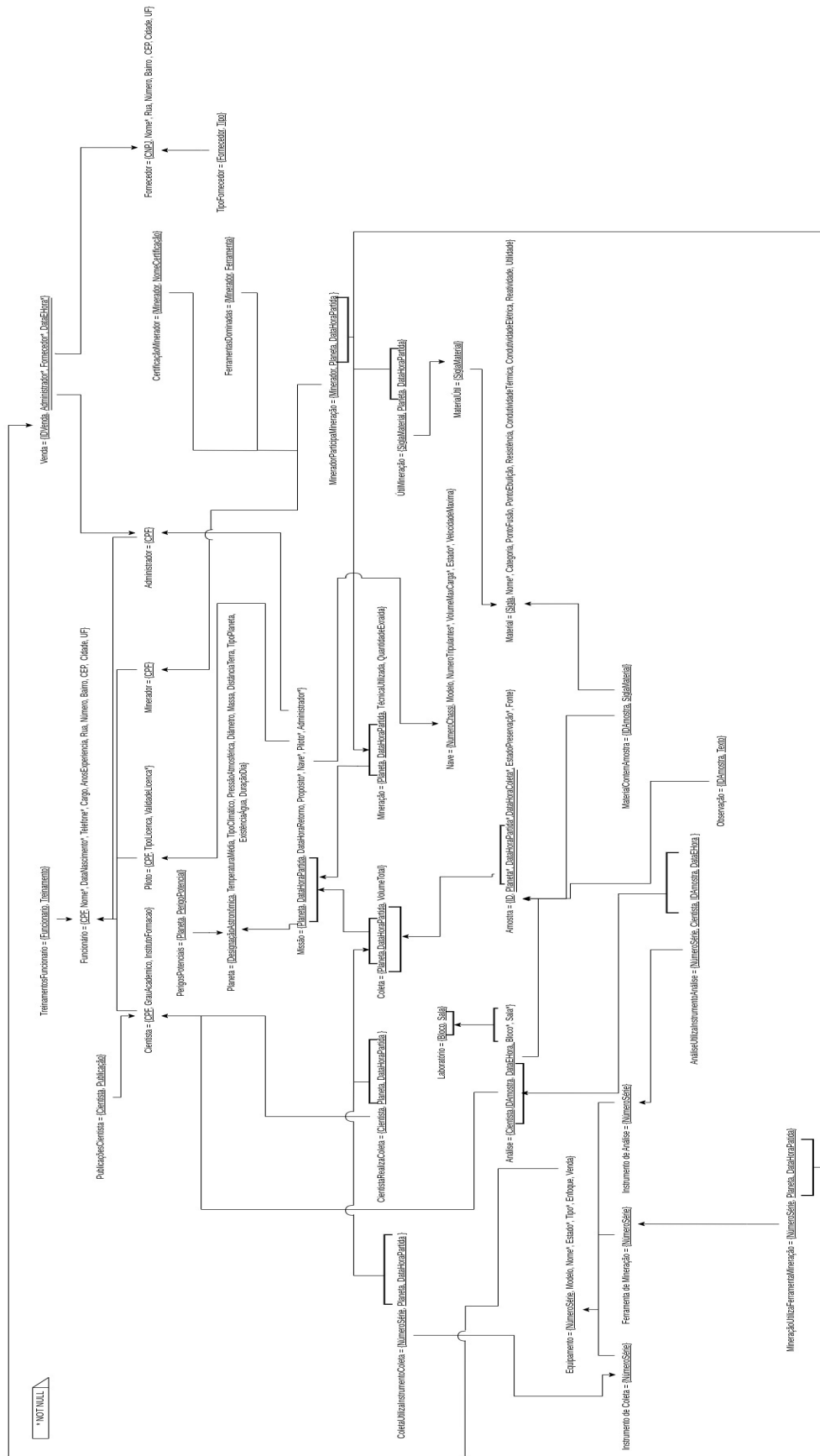


Figura 2: Mapeamento Lógico do banco de dados

## 2.3 Justificativas para o MRel

Nesta seção, são apresentadas as justificativas das decisões tomadas acerca do mapeamento do modelo Entidade Relacionamento (MER) para o modelo relacional (MRel). O projeto foi elaborado considerando que o SGBD em questão não trata atributo único, como por exemplo chaves secundárias, como sendo *not null*. Acrescentamos também funcionalidades do MER que o Modelo Relacional não consegue resolver, como por exemplo casos de participação total em alguns relacionamentos.

### • Generalização Funcionário

**Solução:** escolhemos mapear a generalização em Funcionário seguindo a alternativa de criar tabelas tanto para a entidade genérica quanto para as entidades específicas, uma vez que as específicas participam de relacionamentos independentes.

**Vantagem:** conseguimos manter mapeados os relacionamentos independentes de cada entidade específica.

**Desvantagens:** a escolha de mapeamento dessa generalização não consegue garantir a disjunção a nível de modelo relacional. Não conseguimos garantir nesse modelo que ao cadastrar um funcionário ele vai ser cadastrado em apenas uma das tabelas específicas. Por exemplo, nada impede, seguindo esse mapeamento, que um funcionário seja cadastrado como piloto e como minerador, o que violaria a disjunção. Precisamos, portanto, tratar essa inconsistência em níveis superiores, como na aplicação. Outra desvantagem é o custo de criar mais de uma tabela (Uma para a genérica e outra para as específicas), pois o custo aumenta devido a mais operações de junção (join).

**Solução alternativa:** o mapeamento poderia ter sido feito criando tabelas apenas para a entidade genérica, porém, optamos pela solução adotada pelas vantagens citadas.

### • Generalização Missão

**Solução:** a maneira de mapeamento da generalização em Missão foi criar tabelas tanto para a entidade genérica quanto para as entidades específicas.

**Vantagens:** torna a complexidade bem menor, visto que se não houvesse a entidade genérica Missão, os relacionamentos com as entidades específicas seriam exaustivos e haveria maior replicação de dados de Missão, tornando o mapeamento complexo sem necessidade, visto que é algo fácil de se tratar em aplicação no caso do problema.

**Desvantagens:** não garante especialização total e disjunção no esquema. Não conseguimos garantir que ao cadastrar uma Missão ela será cadastrada

apenas na tabela de Coleta ou apenas na tabela de Mineração. Se, porventura, essa missão fosse cadastrada nas duas específicas, violaria a disjunção. Também não conseguimos garantir que ao cadastrar uma missão ela necessariamente estará cadastrada em uma das duas específicas, o que pode violar a especialização total. Ambas essas checagens, de especialização total e de disjunção, devem ser feitas na aplicação. Outra desvantagem é o custo de criar mais de uma tabela (Uma para a genérica e outra para as específicas), pois o custo aumenta devido a mais operações de junção (*join*).

**Solução alternativa:** o mapeamento poderia ter sido feito criando tabelas apenas para as entidades específicas, porém, optamos pela solução adotada pelas vantagens citadas.

Deve-se garantir em aplicação que Propósito só assuma os valores das especializações.

#### • Generalização Equipamento

**Solução:** a maneira de mapeamento da generalização em Equipamento foi criar tabelas tanto para a entidade genérica quanto para as entidades específicas.

**Vantagens:** torna a complexidade bem menor, visto que se não houvesse a entidade genérica Equipamento, os relacionamentos com as entidades especializadas seriam exaustivos e haveria maior replicação de dados de Equipamento, tornando o mapeamento complexo sem necessidade, visto que é algo fácil de se tratar em aplicação no caso do problema.

**Desvantagens:** não garante especialização total e disjunção no esquema. Não conseguimos garantir que ao cadastrar um Equipamento ele será em apenas uma das tabelas específicas, violando o critério de disjunção. Também não conseguimos garantir que ao cadastrar um equipamento ele necessariamente estará cadastrado em uma das específicas, o que pode violar a especialização total. Ambas essas checagens, de especialização total e de disjunção, devem ser feitas na aplicação. Outra desvantagem é o custo de criar mais de uma tabela (Uma para a genérica e outra para as específicas), pois o custo aumenta devido a mais operações de junção (*join*).

**Solução alternativa:** o mapeamento poderia ter sido feito criando tabelas apenas para as entidades específicas, porém, optamos pela solução adotada pelas vantagens citadas.

Deve-se garantir em aplicação que Tipo só assuma os valores das especializações.

#### • Generalização Material

**Solução:** a generalização em Material só possui uma entidade específica, a entidade Útil. Mapeamos ambas como tabelas, tanto a genérica quanto a específica, pois cada uma possui um relacionamento independente.

**Vantagem:** conseguimos manter mapeados os relacionamentos independentes tanto da entidade genérica quanto da entidade específica e inclusive conseguimos não deixar vulnerável o atributo multivalorado *Potenciais Aplicações* da entidade específica, pois relacionamos esse atributo a ela e não à genérica.

**Desvantagens:** Uma desvantagem seria que essa alternativa de mapeamento da generalização não consegue garantir a disjunção. No entanto, há apenas uma entidade específica, então nesse caso essa desvantagem não é relevante. Outra desvantagem é o custo de criar mais de uma tabela (Uma para a genérica e outra para a específica), pois o custo aumenta devido a mais operações de junção (join).

**Solução alternativa:** se mapeássemos tudo na tabela da entidade Genérica, a desvantagem desse mapeamento alternativo seria apenas a necessidade de checagem se o Material participante seria de fato útil.

#### • Atributos Multivalorados

**Solução:** escolhemos mapear os atributos multivalorados Tipo (da entidade Fornecedor), Treinamentos (da entidade Funcionário), Publicações (da Entidade Cientista), Ferramentas (da entidade Minerador), Certificações (da entidade Minerador), PerigosPotenciais (da entidade Planeta) e PotenciaisAplicações (da entidade Útil) como tabelas adicionais.

**Vantagens:** como todos esses atributos são muito frequentes para algumas instâncias da entidade, conseguimos evitar replicação de dados, tornamos as consultas mais eficientes, além de simplificar a garantia de consistência dos dados.

**Desvantagens:** introduzir tabelas adicionais pode aumentar a complexidade do sistema como um todo, pois aumento o custo devido às operações de junção (join).

**Solução alternativa:** mapear quantidades fixas de campos para os atributos em cada entidade, o que não seria proveitoso por limitar ou exceder a quantidade necessária em cada caso. Ainda, poderia impedir a gravação dos dados necessários ou desperdiçar o espaço em memória gerando campos nulos.

#### • Atributos derivados

*Atributo idade na entidade Funcionário*

**Solução:** escolhemos não mapear o atributo *idade* como coluna da tabela Funcionário e portanto, para ser obtido quando for necessário, é preciso calculá-lo a partir do ano atual e da data de nascimento.

**Vantagens:** a idade de uma pessoa é um atributo que precisa constantemente ser atualizado. Se fosse armazenado na tabela, todos os dias seria preciso fazer uma verificação, para todas as instâncias de Funcionário, se em alguma delas deve-se atualizar o valor de idade. Fazendo o cálculo da idade, evitamos essas verificações constantes.

**Desvantagem:** o atributo idade não estará armazenado diretamente na tabela.

**Solução alternativa:** armazenar a idade diretamente na tabela, porém essa solução não foi utilizada por causa das vantagens da solução adotada citada.

#### **Atributo *utilidade* na entidade *Material***

**Solução:** decidimos armazenar esse atributo em uma coluna da tabela Material, já que esse atributo derivado varia com pouca frequência. A utilidade de um material encontrado deriva de sua categoria. Caso haja uma atualização, será pouco frequente.

**Vantagens:** não precisaremos calcular o atributo e este estará armazenado diretamente na tabela.

**Desvantagens:** precisaremos verificar o atributo cada vez que quisermos consultá-lo.

**Solução alternativa:** não armazenar a utilidade diretamente na tabela, porém essa solução não foi utilizada por causa das vantagens da solução adotada citada.

#### **• IDs sintéticos nas tabelas Amostra e Venda**

**Solução:** escolhemos utilizar IDs sintéticos nas tabelas de Amostra e Venda para substituir a utilização das chaves compostas nesses casos.

**Vantagens:** isso torna a estrutura do banco de dados mais simples, evitando replicação de dados, além de possivelmente melhorar o desempenho, já que a utilização de números inteiros em operações em geral são mais eficientes se comparados com strings (que é o tipo das chaves compostas originais). Além disso, chaves muito grandes, em termos de estrutura de indexação, gera vários níveis na árvore de busca, o que impacta no tempo de processamento e consequentemente no desempenho. Então, para otimizar a chave primária, decidimos optar pelo ID sintético nesse caso.

**Desvantagens:** temos a perda da semântica na chave primária e possível dificuldade na integração e recuperação de dados. Por exemplo, as consultas



ficam menos diretas usando IDs sintéticos, pois é preciso fazer junções entre as tabelas para conseguir obter alguns dados.

**Solução alternativa:** utilizar os IDs originais ao invés de IDs sintéticos, porém pelas vantagens da solução adotada, não utilizamos essa solução alternativa.

Porém, apesar das desvantagens citadas, entendemos que dentro do contexto do nosso sistema, a utilização dos IDs sintéticos seja vantajosa, principalmente na simplificação dos dados e imaginando que operações envolvendo os dados das chaves originais, tanto em Amostra quanto em Venda, serão pouco utilizadas.

## 2.4 O que o MRel não consegue garantir

Quando há relacionamentos N:N com pelo menos algum dos lados como participação total, não é possível garantir essa participação total em nível de mapeamento relacional (apenas na aplicação). Os relacionamentos a seguir, encontrados no mapeamento deste projeto. São exemplos deste caso:

- **Mineração - Utiliza - Ferramenta de Mineração**
- **Análise - Utiliza - Instrumento da Análise**
- **Coleta - Utiliza - Instrumento de Coleta**
- **Minerador - Participa - Mineração**
- **Cientista - Realiza - Coleta**
- **Cientista - Analisa - Amostra**
- **Mineração - Participa - Útil**

Além disso, deve-se considerar relacionamentos N:1 com participação total do lado da entidade com cardinalidade "1". Isto também não é possível garantir anterior à aplicação. Como exemplo de relacionamento desse tipo temos:

- **Equipamento - Tem - Venda**

## 3 Implantação da Base de Dados e Implementação do Sistema

### 3.1 Mudanças em relação à primeira entrega e à segunda entregas

Adicionado participação total entre **Amostra** e **Laboratório**. Toda amostra coletada vai gerar uma análise. Assim que a amostra é coletada e chega até a Terra, ela vai direto para o laboratório onde acontecem as análises. Toda amostra coletada é analisada. Substituímos na descrição "Potencias Usos" pelo nome correto "Potenciais Aplicações", como está no mapeamento. Adicionamos o atributo faltante *DataEHora* nas tabelas **Análise** e **Análise Utiliza Instrumento** do modelo relacional. Foi alterada a desvantagem do mapeamento alternativo de N:N (Útil - Participa - Mineração).

### 3.2 Descrição das Consultas

#### 3.2.1 Consulta 1

Estatística de planetas com mais materiais úteis, em ordem decrescente.

```
1 SELECT
2     P.DESIGNACAO_ASTRONOMICA, COUNT(MU.SIGLA_MATERIAL) AS
3     MATERIAIS_UTEIS
4 FROM
5     MATERIAL_UTIL MU
6 JOIN
7     MATERIAL_CONTEM_AMOSTRA MA ON MU.SIGLA_MATERIAL = MA.
8     SIGLA_MATERIAL
9 JOIN
10    AMOSTRA A ON A.ID = MA.ID_AMOSTRA
11 JOIN
12    COLETA C ON C.PLANETA = A.PLANETA AND C.DATA_HORA_PARTIDA = A
13    .DATA_HORA_PARTIDA
14 JOIN
15    MISSAO MI ON MI.PLANETA = C.PLANETA AND MI.DATA_HORA_PARTIDA
16    = C.DATA_HORA_PARTIDA
17 RIGHT JOIN
18    PLANETA P ON P.DESIGNACAO_ASTRONOMICA = MI.PLANETA
19 GROUP BY
20    P.DESIGNACAO_ASTRONOMICA
21 ORDER BY MATERIAIS_UTEIS DESC;
```

Listing 1: Consulta 1.

### 3.2.2 Consulta 2

Encontrar os cientistas que têm um número de publicações maior do que a média geral de publicações de todos os cientistas.

```
1 SELECT
2     F.CPF, F.NOME, COUNT(PUBLICACAO) AS NUM_PUBLICACOES
3 FROM
4     FUNCIONARIO F
5 JOIN
6     PUBLICACOES_CIENTISTA PC ON F.CPF = PC.CIENTISTA
7 GROUP BY
8     F.CPF, F.NOME
9 HAVING
10    COUNT(PUBLICACAO) > (
11        SELECT
12            AVG(NUM_PUBLICACOES) AS MEDIA_PUBLICACOES
13        FROM (
14            SELECT
15                CIENTISTA, COUNT(PUBLICACAO) AS NUM_PUBLICACOES
16            FROM
17                PUBLICACOES_CIENTISTA
18            GROUP BY
19                CIENTISTA
20        )
21    );
```

Listing 2: Consulta 2.

### 3.2.3 Consulta 3

Listar os pilotos que participaram de todas as missões de coleta e de todas as missões de mineração (Divisão Relacional).

```
1 SELECT
2     F.NOME, P.CPF
3 FROM
4     FUNCIONARIO F
5 JOIN
6     PILOTO P ON F.CPF = P.CPF
7 WHERE
8     NOT EXISTS(
9         (
10            SELECT
11                C.PLANETA, C.DATA_HORA_PARTIDA
12            FROM
13                COLETA C
14        )
15     MINUS
```

```

16      (
17      SELECT
18          C.PLANETA, C.DATA_HORA_PARTIDA
19      FROM
20          COLETA C
21      JOIN
22          MISSAO MISS ON C.PLANETA = MISS.PLANETA AND C.
23                      DATA_HORA_PARTIDA = MISS.DATA_HORA_PARTIDA
24      WHERE
25          MISS.PILOTO = P.CPF
26      ) AND NOT EXISTS(
27      (
28      SELECT
29          M.PLANETA, M.DATA_HORA_PARTIDA
30      FROM MINERACAO M
31      )
32      MINUS
33      (
34      SELECT
35          M.PLANETA, M.DATA_HORA_PARTIDA
36      FROM
37          MINERACAO M
38      JOIN
39          MISSAO MISS ON M.PLANETA = MISS.PLANETA AND M.
40                      DATA_HORA_PARTIDA = MISS.DATA_HORA_PARTIDA
41      WHERE
42          MISS.PILOTO = P.CPF
43      )
44      );

```

Listing 3: Consulta 3.

### 3.2.4 Consulta 4

Encontrar funcionários que nunca ajudaram em qualquer tipo de missão.

```

1 SELECT
2     F.CPF, F.NOME
3 FROM
4     FUNCIONARIO F
5 WHERE
6     CPF NOT IN(
7     (
8     SELECT DISTINCT
9         CRC.CIENTISTA AS CPF
10    FROM
11        CIENTISTA_REALIZA_COLETA CRC
12    )

```

```

13      UNION
14      (
15          SELECT DISTINCT
16              MPM.MINERADOR
17          FROM
18              MINERADOR_PARTICIPA_MINERACAO MPM
19      )
20      UNION
21      (
22          SELECT DISTINCT
23              F.CPF
24          FROM
25              MISSAO M
26          JOIN
27              FUNCIONARIO F ON F.CPF IN (M.PILOTO, M.
28                                     ADMINISTRADOR)
29      );

```

Listing 4: Consulta 4.

### 3.2.5 Consulta 5

Média de Temperatura em Planetas Rochosos Agrupada por Tipo Climático.

```

1 SELECT
2     TIPO_CLIMATICO, COUNT(*) AS QUANTIDADE, AVG(TEMPERATURA_MEDIA
3     ) AS MEDIA_TEMPERATURA
4 FROM
5     PLANETA
6 WHERE
7     TIPO_PLANETA = 'Rochoso'
8 GROUP BY
9     TIPO_CLIMATICO
10 ORDER BY
11     MEDIA_TEMPERATURA DESC;

```

Listing 5: Consulta 5.

## 3.3 Aplicação

A aplicação foi realizada em Python/Oracle, utilizando a biblioteca *cx\_oracle*, mas o resultado final é um executável CLI.

### 3.3.1 Especificações

Para executá-la corretamente, o usuário deve ter uma base de dados populada em seu computador e também os arquivos do *Instant Client Oracle* registrado nas variáveis de ambiente do sistema para que a conexão com o banco de dados seja feita corretamente. Além disso, é necessário executar todos os scripts SQL (esquema e dados) para este executável funcionar corretamente.

Iniciando o executável, é necessário fazer login (inserir seu nome de usuário, senha e nome genérico da base de dados do Oracle) e a rede precisa pertencer a Universidade de São Paulo. Há dois comandos disponíveis para o usuário: 1. consultar os planetas onde há disponibilidade de determinado material que o usuário digitar (precisa ser exatamente o nome da sigla do material); 2. cadastrar um novo laboratório (inserir os campos para criar uma nova tupla na base de dados conectada).

### 3.3.2 Funcionamento

Abaixo está a tela inicial do CLI após a conexão com o banco de dados.

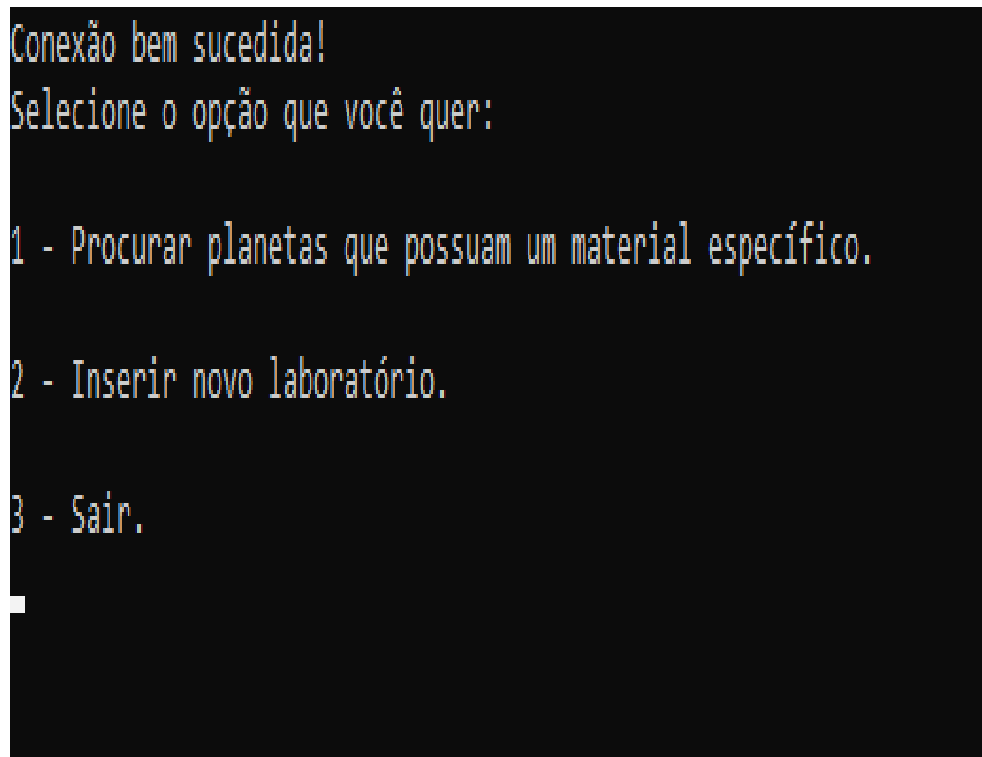


Figura 3: Imagem inicial do CLI após a conexão bem sucedida com o banco de dados.

Ao selecionar a opção 1, o usuário deve digitar o nome do material que ele procura.

A opção 2 é para inserir um novo laboratório, o sistema pedirá a sala e o bloco do novo laboratório.

A opção 3 é para fechar o sistema.

## 4 Conclusão

O grupo como um todo classificou a disciplina de Bases de Dados como muito proveitosa. Acreditamos que os assuntos tratados durante o semestre são muito importantes, inclusive para o mercado de trabalho, visto que alguns dos membros do grupo já trabalham com bancos de dados e *SQL* por exemplo.

Sobre o projeto prático, acreditamos ser uma ótima maneira de desenvolver os conhecimentos adquiridos durante as aulas e uma forma de aplicar em algo mais próximo do real que podemos utilizar futuramente. A forma como

as entregas foram organizadas ajudou a tornar o trabalho mais constante e menos pesado e concentrado em certos períodos, além disso, a possibilidade de tirar dúvidas de pequenos pontos específicos a cada entrega foi uma forma bem eficiente para resolver as questões que apareciam durante o desenvolvimento do projeto.