



Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Licenciatura em Engenharia Informática

Unidade Curricular de Bases de Dados

Ano Letivo de 2024/2025

AutoPrime - Grupo 7

Hugo Rauber	Manuel Fernandes	Nelson Mendes	Tomás Machado
A104534	A93213	A106884	A104186

Abril, 2025

Data da Receção	
Responsável	
Avaliação	
Observações	

AutoPrime - Grupo 7

Hugo Rauber
A104534

Manuel Fernandes
A93213

Nelson Mendes
A106884

Tomás Machado
A104186

Abril, 2025

Resumo

Este relatório descreve o desenvolvimento de um Sistema de Base de Dados (SBD) relacional para a empresa **AutoPrime**, destinado a centralizar e otimizar a gestão de reservas, frota e clientes nos seus três *stands* (Cabeceiras de Basto, Felgueiras e Ponta Delgada). A escolha de um modelo relacional justifica-se pela sua capacidade de estruturar os dados de forma organizada, eliminando redundâncias e garantindo a integridade da informação. Além disto, permitirá à **AutoPrime** uma maior facilidade nas consultas aos dados, o que é um aspecto essencial para o bom funcionamento da empresa.

A **Trivial BD** (subsidiária da **Trivial TT**) foi escolhida para o projeto devido a uma indicação informal de um colaborador da **AutoPrime**. Especializada em bases de dados, a empresa foi fundada por quatro engenheiros informáticos (Hugo, Manuel, Nelson e Tomás) para suprir lacunas em gestão de dados observadas nos clientes da **Trivial TT**.

O projeto da **AutoPrime**, focado em resolver problemas de gestão de frotas e reservas, marcou o primeiro grande contrato da **Trivial BD**, destacando a sua capacidade em oferecer soluções seguras e escaláveis. A equipa combinava experiência em bases de dados, *backend* e segurança, garantindo um sistema eficiente para a necessidade de integração multi-sedes da **AutoPrime**.

Este caso reforçou o posicionamento da **Trivial BD** como especialista em soluções de dados robustas, alinhadas com as demandas do mercado.

Área de Aplicação: Desenho e Arquitetura de Bases de Dados

Palavras-Chave: SBD, SGBD, Diagramas ER, Modelo Relacional, Álgebra Relacional, Normalização de Bases de dados Relacionais

Índice

1. Definição do Sistema	5
1.1. Contexto de aplicação	5
1.2. Fundamentação	6
1.3. Motivação	6
1.4. Objetivos	7
1.5. Viabilidade	7
1.6. Recursos e Equipa de Trabalho	8
1.7. Plano de Execução	9
2. Definição de Requisitos	12
2.1. Método de Levantamento e de Análise de Requisitos Adotado	12
2.2. Organização dos Requisitos Levantados	15
2.3. Análise e Validação Geral dos Requisitos	17
3. Modelação Concetual	18
3.1. Apresentação da Abordagem de Modelação Realizada	18
3.2. Identificação e Caracterização das Entidades	18
3.3. Identificação e Caracterização dos Relacionamentos	19
3.4. Identificação e Caracterização dos Atributos das Entidades e dos Relacionamentos	20
3.5. Apresentação e Explicação do Diagrama ER Produzido	25
4. Modelação Lógica	26
4.1. Construção e Validação do Modelo de Dados Lógico	26
4.2. Apresentação e Explicação do Modelo Lógico Produzido	27
4.3. Normalização de Dados	28
4.4. Validação do Modelo com Interrogações do Utilizador	30
5. Conclusões e Trabalho Futuro	32
6. Siglas e Acrónimos	33
7. Bibliografia	34
8. Anexos	35

Lista de Figuras

Figura 1: Plano de desenvolvimento Gantt	11
Figura 2: Cabeçalho da Ata da Primeira Reunião	13
Figura 3: Cabeçalho da Ata da Segunda Reunião	13
Figura 4: Requisitos de Descrição	15
Figura 5: Requisitos de Manipulação	15
Figura 6: Requisitos de Controlo	16
Figura 7: Cabeçalho da Ata da Reunião de Validação dos Requisitos	17
Figura 8: Identificação e Caracterização das Entidades	19
Figura 9: Identificação e Caracterização dos Relacionamentos	20
Figura 10: Identificação e Caracterização dos atributos da entidade Aluguer	21
Figura 11: Identificação e Caracterização dos atributos da entidade Cliente	22
Figura 12: Identificação e Caracterização dos atributos da entidade Funcionário	22
Figura 13: Identificação e Caracterização dos atributos da entidade Stand	23
Figura 14: Identificação e Caracterização dos atributos da entidade Veículo	24
Figura 15: Diagrama ER	25
Figura 16: Modelo Lógico não normalizado	26
Figura 17: Tabela Cliente contato não normalizada	28
Figura 18: Modelo Lógico Normalizado	29
Figura 19: Árvore resultante da 1ª expressão	30
Figura 20: Árvore resultante da 2ª expressão	30
Figura 21: Árvore resultante da 3ª expressão	31
Figura 22: Árvore resultante da 4ª expressão	31

1. Definição do Sistema

Este relatório visa o desenvolvimento de um Sistema de Bases de Dados (SBD) para a **AutoPrime** que tem como objetivo centralizar e otimizar a gestão de reservas, documentação da frota e acompanhamento dos clientes. Será uma solução relacional que permitirá integrar as operações dos três *stands* da empresa — Cabeceiras de Basto, Felgueiras e Ponta Delgada — garantindo uma gestão eficiente e acessível da informação.

1.1. Contexto de aplicação

A **Trivial BD** é uma subsidiária da **Trivial TT**, uma reconhecida empresa de tecnologia sediada no Porto. Criada com um objetivo bem definido, a **Trivial BD** foca-se exclusivamente no desenvolvimento e gestão de bases de dados para os clientes da empresa-mãe.

A ideia para a criação desta subsidiária surgiu quando Hugo, Manuel, Nelson e Tomás, quatro recém-formados em Engenharia Informática, identificaram uma lacuna na gestão e estruturação de bases de dados nos projetos da **Trivial TT**. Durante o seu período de integração na empresa, os quatro perceberam que muitos clientes enfrentavam problemas recorrentes com armazenamento de dados, desempenho de consultas e organização de informações críticas.

A proposta foi apresentada ao Chefe da **Trivial TT**, Tiago Teixeira, que, após analisar a viabilidade do projeto, deu luz verde para a criação da **Trivial BD**, que ficou sediada em Braga. O objetivo era claro: **oferecer soluções especializadas em bases de dados**, garantindo que os clientes da **Trivial TT** tivessem sistemas otimizados, seguros e escaláveis.

A decisão de apostar nesta nova vertente foi ainda mais fortalecida pelo facto de Manuel e Hugo já possuírem experiência prática com bases de dados, tendo trabalhado em diversos projetos durante a universidade. Nelson e Tomás, por sua vez, tinham competências complementares, incluindo desenvolvimento *backend*, otimização de performance e segurança da informação. Com esse equilíbrio de conhecimentos, a equipa estava preparada para assumir desafios complexos.

O primeiro grande projeto da **Trivial BD** foi o desenvolvimento de um Sistema de Base de Dados para uma empresa de aluguer de carros ligeiros de passageiros e comerciais, a **AutoPrime**. Esta empresa, que opera em várias cidades, enfrentava grandes dificuldades na gestão de reservas, documentação dos veículos e acompanhamento de clientes. O desafio era criar um sistema eficiente, acessível e seguro, capaz de centralizar informações e melhorar a operação da empresa. Este projeto marcou o pontapé inicial da **Trivial BD** no mercado, demonstrando o seu potencial e especialização. A equipa rapidamente percebeu que a demanda por soluções avançadas em bases de dados era alta, abrindo portas para futuras colaborações e expansão da empresa.

Com um espírito inovador e uma visão estratégica, a **Trivial BD** nasceu para **transformar a forma como as empresas gerem os seus dados**, garantindo eficiência, segurança e escalabilidade em todos os sistemas desenvolvidos.

1.2. Fundamentação

A adoção de um Sistema de Gestão de Base de Dados relacional justifica-se pela necessidade de garantir a integridade, consistência, eficiência, escalabilidade no armazenamento e recuperação das informações e redundância dos dados para evitar possíveis duplicações destes. Este modelo permite estruturar os dados de forma normalizada, reduzindo redundâncias e assegurando a coerência das informações armazenadas.

Além disso, um SBD relacional **facilita a realização de consultas complexas**, essenciais para a gestão eficiente de contratos, documentos e programas de fidelização de clientes. A capacidade de manipulação avançada dos dados permite uma análise detalhada, apoiando a tomada de decisões estratégicas e otimizando processos operacionais.

Outro fator determinante para a escolha deste modelo é a necessidade de **integrar dados provenientes de diferentes *stands* da AutoPrime**. A centralização das informações num sistema unificado garante uma visão global das operações da empresa, proporcionando maior controlo, segurança e acessibilidade às informações críticas para o negócio.

A robustez dos sistemas relacionais em termos de escalabilidade e segurança garante que o crescimento da empresa não compromete a eficiência do sistema, tornando esta solução a mais adequada para a realidade e as necessidades da **AutoPrime**.

Porquê a escolha da Trivial BD para a realização deste projeto?

A escolha para chegar à **Trivial BD**, passou pela coincidência de que a sobrinha do senhor Abílio, que trabalhava no *stand* de Cabeceiras de Basto, conhecia um dos integrantes da equipa. Houve a referência de que a **AutoPrime** precisava de uma melhoria nos seus serviços e Hugo recomendou a sua empresa para tal. Depois de reuniões com o senhor Abílio e várias apresentações de outros projetos passados, foi então criado um acordo e assinado um contrato entre a **Trivial BD** e a **AutoPrime** para a prestação de serviços da SBD.

1.3. Motivação

A principal motivação para o desenvolvimento deste sistema é a necessidade de modernizar e otimizar a gestão operacional da AutoPrime. Um Sistema de Gestão de Base de Dados centralizado permitirá, não apenas a automatização de tarefas e a redução de erros humanos, mas também a melhoria na experiência do cliente, proporcionando um atendimento mais ágil e eficiente. Além disso, a análise integrada dos dados possibilitará a **identificação de padrões de utilização**, permitindo ajustes estratégicos nos serviços oferecidos e aprimorando a competitividade da empresa no setor de aluguer de veículos. Com um sistema robusto e escalável, a AutoPrime estará preparada para responder com **maior eficácia** às

demandas do mercado, garantindo um crescimento sustentável e uma gestão mais estratégica dos seus recursos.

1.4. Objetivos

- **Centralizar a informação** dos três *stands* da AutoPrime, permitindo um acesso rápido e seguro aos dados;
- **Otimizar a gestão** de reservas, contratos e documentação dos veículos, garantindo uma operação mais eficiente;
- **Garantir a integridade e consistência** dos dados, através da normalização do esquema relacional;
- **Facilitar a consulta e análise** de dados para apoiar a tomada de decisões estratégicas;
- **Garantir conformidade legal e regulatória**, assegurando que os contratos e processos estejam alinhados com a legislação portuguesa sobre aluguer de veículos;
- **Facilitar auditorias e inspeções**, organizando os dados de forma clara e acessível para verificar históricos de aluguer, faturação e manutenção;
- **Implementar níveis de permissão e segurança**, controlando o acesso dos funcionários a diferentes tipos de informação para evitar manipulação indevida;
- **Melhorar a gestão** de manutenção dos veículos, permitindo um acompanhamento detalhado das revisões e reparações necessárias;
- Possibilitar a **expansão do negócio**, garantindo que o sistema seja escalável e suporte a abertura de novos *stands* no futuro.

1.5. Viabilidade

A implementação deste Sistema de Gestão de Base de Dados é um fator crucial para a AutoPrime, pois possibilita **a recolha e análise de informações fundamentais para a formulação de estratégias de crescimento sustentável**. Através deste sistema, será possível otimizar processos internos, melhorar a gestão de inventário e monitorizar métricas essenciais para o desempenho do *stand*.

Embora o investimento inicial na conceção, desenvolvimento, implementação e manutenção do sistema possa representar um custo significativo, os benefícios operacionais resultantes da **automação e análise eficiente dos dados** rapidamente compensarão este valor. A capacidade de tomar decisões informadas com base em dados precisos permitirá uma **gestão mais eficaz das vendas**, do atendimento ao cliente e da relação com fornecedores.

Além disso, a adoção deste sistema pode representar uma **vantagem competitiva face a outros *stands* automóveis da região** que ainda não dispõem de uma solução tecnológica similar. A melhoria na experiência do cliente, aliada a uma maior eficiência operacional, contribuirá para o **fortalecimento da marca AutoPrime** no mercado, impulsionando o crescimento e a rentabilidade a longo prazo.

A viabilidade deste projeto justifica-se pela necessidade de centralização dos dados num sistema robusto e escalável, garantindo uma visão unificada das operações. A implementação do SBD permitirá:

- **Redução de redundâncias e inconsistências** nos dados armazenados nos diferentes sistemas dos *stands*, permitindo uma diminuição de até **80%** nos erros administrativos decorrentes da duplicação de registos entre os três *stands*;
- **Acesso rápido e seguro** às informações essenciais, otimizando a tomada de decisão reduzindo o tempo médio de resposta para consultas de **1 minuto para 20 segundos**;
- **Automatização de processos** administrativos, como gestão de reservas, contratos e documentos de veículos;
- **Melhoria na experiência do cliente**, através de um atendimento mais ágil e personalizado permitindo um atendimento **70%** mais ágil devido à centralização das informações;
- **Análise de dados aprofundada**, permitindo identificar padrões de consumo e ajustar estratégias de negócio de forma proativa com a implementação de relatórios estratégicos que possibilitam um ajuste dinâmico das estratégias de negócio, aumentando a taxa de retenção de clientes em **60%**.

Embora a fase inicial do projeto envolva um investimento considerável, os ganhos operacionais e financeiros resultantes da otimização dos processos justificam a sua implementação.

1.6. Recursos e Equipa de Trabalho

Quanto à Equipa de Trabalho, consideramos os funcionários de cada Stand, os seus clientes e também a equipa desenvolvedora do Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD).

A equipa da **Stand de Cabeceiras de Basto** é composta pela Joana, sobrinha do Senhor Abílio, que desempenha o cargo de Gestora do Stand e também é responsável pelo atendimento aos clientes.

Na **Stand de Ponta Delgada**, a equipa inclui a Dona Clara, filha do Senhor Abílio, que atua como Gestora do Stand, e o seu marido, o Senhor António, encarregado do contacto direto com os clientes.

Quanto ao **Stand de Felgueiras**, os funcionários são o próprio Senhor Abílio, que assume as funções de Gestor do Stand e da empresa, e a sua esposa, a Dona Carolina, responsável pelo atendimento ao público.

Os desenvolvedores do SGBD serão: o Nelson, o Manuel, o Hugo e o Tomás.

Quanto aos Recursos fornecidos pela **AutoPrime**, podemos fazer a distinção entre Recursos Humanos e Materiais. Os Recursos Humanos disponíveis são: os clientes, os funcionários da empresa e também a equipa desenvolvedora da SGBD. A importância de considerarmos os clientes como Recursos Humanos é para facilitar na etapa do **Levantamento de Requisitos** que será apresentada mais à frente. Os funcionários da empresa fazem parte dos Recursos Humanos, uma vez que foram estes que apresentaram as dificuldades sentidas em cada *stand*, facilitando e orientando a equipa especializada na sua melhor forma de atuar. A equipa desenvolvedora é constituída por um Engenheiro de Base de Dados, por um Engenheiro de

Backend e Infraestrutura, por um Engenheiro de Segurança de Dados e por um Engenheiro de Análise de Dados.

Os Recursos Materiais podem ser diferenciados entre *Hardware*: 1 servidor, que conecta os *stands*, e os 3 *stands* em questão, os três pontos de atuação por parte da equipa desenvolvedora; e *Software*: a SGBD, que visa **solucionar as inconveniências** apresentadas pelos vários funcionários da empresa e que será desenvolvida pela equipa especializada, e Aplicações de Vendas e Aprovisionamento, ou seja, as diversas formas de uso da SGBD para otimizar o negócio já existente e facilitar uma possível expansão.

A partir das ideias expostas, conclui-se que os Recursos disponíveis são os seguintes:

- **Recursos Humanos:** clientes, funcionários da empresa e a equipa desenvolvedora da SGBD;
- **Recursos Materiais:**
 - **Hardware:** 1 servidor e 3 *stands*, necessários para hospedar a base de dados e garantir acessibilidade segura e eficiente ao sistema;
 - **Software:** SGBD e Aplicações de Vendas e Aprovisionamento.

Quanto à divisão dentro dos Stands:

- **Cabeceiras de Basto:** D.Joana;
- **Ponta Delgada:** D. Clara e Sr. António;
- **Felgueiras:** Sr. Abílio e D. Carolina.

1.7. Plano de Execução

Para garantir uma transição suave e eficaz entre os sistemas dos três *stands* e o novo SBD, será desenvolvido um plano estruturado para a conciliação e acolhimento da informação proveniente de cada um dos três sistemas das *stands* da empresa:

- **1. Levantamento e Análise dos Requisitos**
 - Entendimento das necessidades específicas de cada *stand*;
 - Identificação de desafios e gargalos nos sistemas atuais;
 - Definição das funcionalidades essenciais do novo SBD;
 - Criação das tabelas de descrição, controlo e manipulação.
- **2. Modelagem e Desenvolvimento do Sistema**
 - Criação do esquema relacional para integração dos dados dos três *stands*;
 - Normalização das tabelas para garantir integridade e eficiência;
 - Desenvolvimento de funcionalidades para gestão de reservas, contratos, clientes e veículos.
- **3. Migração e Consolidação dos Dados**
 - Extração, transformação e carga das informações dos sistemas existentes;
 - Validação de consistência e correção de discrepâncias nos dados migrados;

- Testes de integração para assegurar a conformidade com os processos empresariais.
- **4. Implementação da Fase de Testes**
 - Lançamento do SBD num dos *stands* para testes iniciais;
 - Monitorização de desempenho e ajustes conforme necessário;
 - Treino das equipas para a adaptação ao novo sistema.
- **5. Implantação Completa e Manutenção**
 - Expansão do sistema para os outros dois *stands*;
 - Estabelecimento de protocolos de segurança e *backup*;
 - Manutenção contínua e otimização baseada no *feedback* dos utilizadores.

A apresentação desta primeira fase do projeto foi escolhida para o dia 21 de abril de 2025 pelo Sr. Abílio, quando este requisitou os serviços da Trivial BD. Assim sendo, a equipa organizou-se, no dia 18 de fevereiro, para se reunir com o Sr. Abílio e apresentar os objetivos para implementar um SGBD. Os restantes dias do mês foram aproveitados para desenvolver o Plano de Execução a seguir.

Do dia 3 de março ao dia 17 de março, foi feita a **Recolha e Análise dos Requisitos** do projeto. O Engenheiro Nelson, o Engenheiro Tomás e o Engenheiro Hugo deslocaram-se à Stand principal, em Felgueiras, onde se reuniram com o Sr. Abílio, a D. Carolina e a Joana, do stand de Cabeceiras de Basto. O Engenheiro Manuel seguiu para Ponta Delgada, reunindo-se com a Dona Clara. No dia 20 de março, a equipa de trabalho encontrou-se uma vez mais com o Sr. Abílio para validar os requisitos recolhidos.

Do dia 24 de março ao dia 4 de abril, foi desenvolvido o **Modelo Concetual**, tendo em conta os requisitos recolhidos.

Do dia 8 de abril ao dia 17 de abril, foi adiantado o **Modelo Lógico**, que foi apresentado ao Sr. Abílio no dia 21 de abril.

Com isto, segue-se o **diagrama de planificação** que ilustra detalhadamente a forma como as diversas etapas do projeto vão ser realizadas:

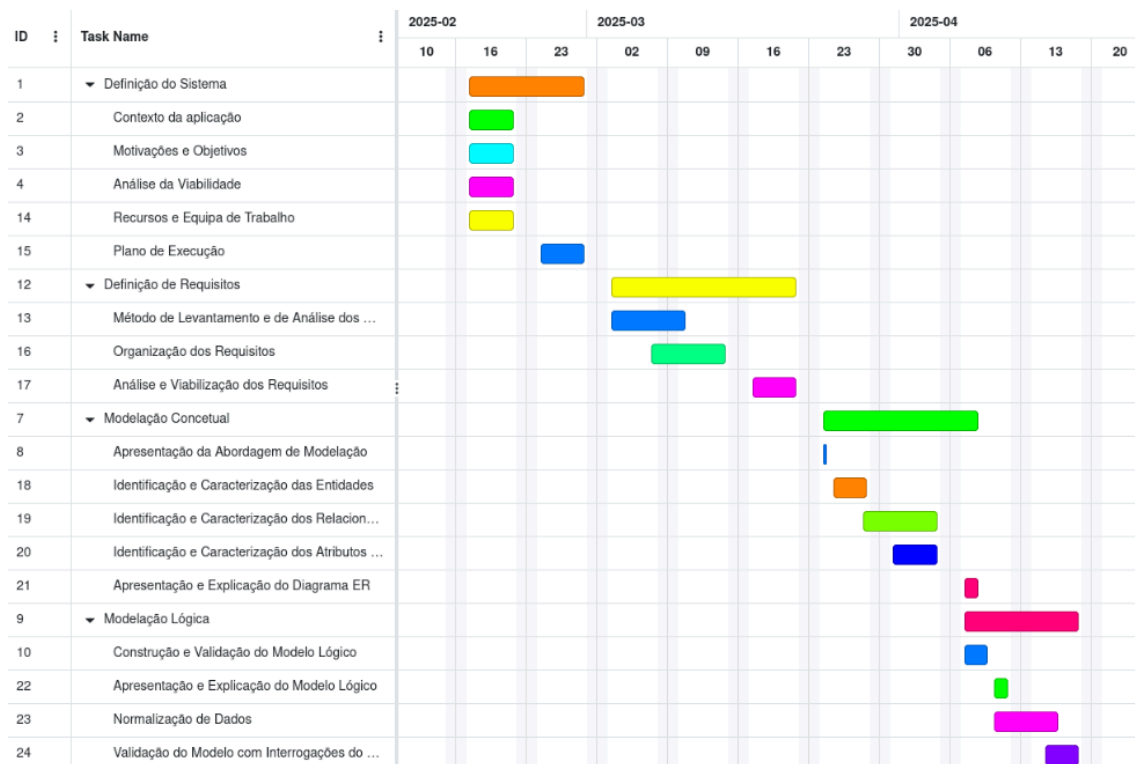


Figura 1: Plano de desenvolvimento Gantt

Com a execução deste plano, a **AutoPrime** estará apta a **consolidar e otimizar a gestão dos seus dados**, garantindo uma operação mais eficiente, segura e preparada para o crescimento futuro.

2. Definição de Requisitos

2.1. Método de Levantamento e de Análise de Requisitos Adotado

Optamos por utilizar um método misto de levantamento e análise de requisitos, pois consideramos essencial recolher informações diretamente com os principais gestores de cada stand da **AutoPrime** e, posteriormente, organizar esses dados de acordo com os diferentes perfis de utilização do sistema.

O processo iniciou-se com reuniões com a **administração da empresa**, nomeadamente o Sr. Abílio, proprietário da **AutoPrime**, para identificar as necessidades estratégicas do sistema e as principais dificuldades operacionais enfrentadas nos três *stands*. Além disso, foram aplicados **questionários** aos Funcionários responsáveis pela gestão de reservas, contratos e documentação dos veículos em cada unidade. Estas entrevistas foram essenciais para compreender de uma forma mais detalhada as dificuldades operacionais da empresa. Aos clientes, foram aplicados **questionários anónimos**, recolhendo a opinião popular da empresa.

É relevante referenciar que todas as Atas e Resultados dos Inquéritos estarão presentes no final do relatório, na secção de Anexos, em formato de *link*.

Reuniões com a equipa de Gerência

Foram marcadas duas reuniões, uma com o Sr. Abílio, a D. Carolina e a Joana, e uma outra com a D. Clara. Seguem-se os cabeçalhos das atas das reuniões de Levantamento de Requisitos:



Levantamento de Requisitos

Data: 5/03/2025
Horário: 10h00
Local: Stand de Felgueiras

1. Objetivo da Reunião

Discutir e recolher os requisitos para o desenvolvimento de um sistema de gestão de alugueres de veículos para as Stands.

2. Participantes Presentes

Nome	Posição
Sr. Abílio	Dono da empresa e Gestor da Stand de Felgueiras
D. Carolina	Responsável pelo atendimento ao público
Joana	Gestora da Stand de Cabeceiras de Basto
Engenheiro Hugo	Engenheiro de Segurança de Dados
Engenheiro Tomás	Engenheiro de Backend e Infraestrutura
Engenheiro Nelson	Engenheiro de Base de Dados

Figura 2: Cabeçalho da Ata da Primeira Reunião



Levantamento de Requisitos

Data: 7/03/2025
Horário: 09h00 (hora local)
Local: Stand de Ponta Delgada

1. Objetivo da Reunião

Discutir e recolher os requisitos para o desenvolvimento de um sistema de gestão de alugueres de veículos para as Stands.

2. Participantes Presentes

Nome	Posição
D. Clara	Gestora da Stand de Ponta Delgada
Engenheiro Manuel	Engenheiro de Análise de Dados

Figura 3: Cabeçalho da Ata da Segunda Reunião

Inquéritos aos Funcionários

O inquérito aos funcionários foi essencial para recolher requisitos fundamentais para o desenvolvimento do sistema de gestão de alugueres, garantindo que este atenda às necessidades operacionais reais. Ao envolver os utilizadores finais desde o início, foi possível identificar prioridades e assegurar uma solução eficiente e adaptada ao fluxo de trabalho da empresa.

Para o **registo de Veículos**, os funcionários destacaram como campos obrigatórios a matrícula, estado de disponibilidade, marca/modelo e categoria (ligeiro/comercial). Alguns sugeriram incluir detalhes como quilometragem e descrições técnicas. Já nos **Alugueres**, o ID, datas de início/fim e fatura foram considerados essenciais, com propostas para adicionar identificação do cliente e estado do veículo. Em caso de cancelamento, a maioria concorda que todos os campos devem ser reiniciados para manter a integridade dos dados.

A **apresentação de Veículos** deve permitir filtros por marca, categoria ou valor diário, conforme as preferências dos utilizadores. Para **Alugueres ativos**, a visualização cronológica (mais recente primeiro) foi a mais citada, mas também foram sugeridas listas por cliente ou funcionário. Os **Relatórios Diários** devem incluir veículos alugados, disponibilidade e total de alugueres, com alguns funcionários a pedirem a inclusão dos prazos restantes para melhor gestão.

As **Permissões** devem ser rigorosas: apenas gestores podem editar registos de veículos, enquanto funcionários acedem apenas aos alugueres que registaram. Os clientes visualizam apenas as suas faturas, garantindo privacidade. A edição de perfis de funcionários fica restrita ao próprio ou a gestores, assegurando segurança nos dados sensíveis, como salário ou local de trabalho.

Os **Resultados do Inquérito** revelam requisitos claros e consensuais em áreas críticas, como atributos obrigatórios e controlo de acessos. Estas informações serão vitais para construir um sistema intuitivo, seguro e alinhado com as operações diárias, promovendo eficiência e a satisfação dos utilizadores.

Inquéritos Anónimos aos Clientes

A satisfação dos clientes é um indicador fundamental para avaliar a qualidade dos serviços prestados e identificar oportunidades de melhoria. Este inquérito permite compreender as **experiências dos Clientes**, desde a reserva até à devolução do veículo, garantindo que a empresa possa ajustar os seus processos e oferecer um serviço cada vez mais alinhado com as expectativas do público.

De uma forma geral, os clientes demonstraram **elevada satisfação** com o atendimento dos funcionários, a facilidade de reserva e a qualidade dos veículos, atribuindo classificações positivas (entre 4 e 5, numa escala de 1 a 5). Pontos como a transparência nos custos e o estado de conservação dos carros também foram bem avaliados, embora com algumas variações. As sugestões de melhoria incluíram a rapidez na disponibilização dos veículos, a limpeza dos mesmos e a verificação de aspetos mecânicos ou de combustível. A maioria dos inquiridos **recomendaria os serviços da empresa** a amigos ou familiares, reforçando a perceção positiva global.

Os resultados destacam **pontos fortes**, como o atendimento e a facilidade de reserva, que irão ser ainda melhores ao introduzir o SGBD, e áreas de melhoria, como a manutenção preventiva dos veículos e a agilidade em alguns processos. Estas informações são valiosas para orientar ajustes operacionais, assegurando que a empresa continue a oferecer um serviço de excelência e a fortalecer a fidelização dos clientes.

2.2. Organização dos Requisitos Levantados

Com o fim do Levantamento de Requisitos, a equipa de trabalho começou a organizá-los.

Então, considerando os resultados dos Inquéritos declarados na sub-secção anterior e também o conteúdo das Atas de Reunião, foram definidos os seguintes Requisitos:

Nº	Data	Descrição	Fonte	Analista
RD1	2025/03/17	Cada Veículo tem Matrícula Única , a categoria em que se encontra (ligeiro ou comercial), Estado de Disponibilidade , marca , modelo , a sua descrição (Cor do veículo, cilindrada, nº de portas, etc.), o seu valor diário de aluguer , Seguro e Inspecção (data).	Sr. Abilio	Nelson
RD2	2025/03/17	Cada Aluguer tem um ID , data inicial do aluguer , data final do aluguer , a respetiva fatura e estado do aluguer .	Sr. Abilio	Nelson
RD3	2025/03/17	Um Cliente tem um ID(NIF) , nome , contacto (nº de telefone e email), data de nascimento e nacionalidade .	D. Carolina	Tomás
RD4	2025/03/17	Os Funcionários possuem um ID(NIF) , Nome , Contacto (nº de telefone e email), data de nascimento , Local de Trabalho , um Salário .	D. Carolina	Tomás
RD5	2025/03/17	Cada Stand possui o seu ID de Stand , o seu ID de Gestor do Stand , a sua lista de veículos e a sua lista de funcionários e a sua localização .	Sr. Abilio	Hugo
RD6	2025/03/17	Um cliente pode ter vários alugueres .	D. Clara	Manuel
RD7	2025/03/17	Cada Stand regista um Aluguer .	D. Clara	Manuel
RD8	2025/03/17	Cada Stand possui vários Funcionários .	D. Clara	Manuel
RD9	2025/03/17	Cada Stand possui vários veículos .	D. Clara	Manuel
RD10	2025/03/17	Um Veículo pode estar associado a vários alugueres .	D. Clara	Manuel
RD11	2025/03/17	No caso do Aluguer , a data inicial e final e fatura não são definidas se o estado do Aluguer for cancelado .	Funcionários	Nelson
RD12	2025/03/17	No caso do Aluguer , o Estado terá 3 opções disponíveis: " Concluído ", " Em progresso " ou " Cancelado ".	Joana	Hugo
RD13	2025/03/17	No caso do Funcionário , o Local de Trabalho terá 3 opções disponíveis: Ponta Delgada , Felgueiras e Cabeceiras de Basto .	Joana	Hugo

Figura 4: Requisitos de Descrição

Nº	Data	Descrição	Fonte	Analista
RM1	2025/03/10	No final de cada dia, o sistema deve gerar um relatório diário com: Número total de alugueres realizados; Lista dos veículos alugados nesse dia; Funcionários que registaram os alugueres; Estado de disponibilidade atual de todos os veículos; Dias restantes até à data final de cada aluguer ativo; Atualização automática do número de alugueres de cada cliente.	Funcionários	Tomás
RM2	2025/03/10	Deverá ser possível obter uma lista de Clientes , com todas as suas informações necessárias associadas.	D. Carolina	Hugo
RM3	2025/03/10	Deverá ser possível obter uma lista de Funcionários , com todas as suas informações necessárias associadas.	D. Carolina	Tomás
RM4	2025/03/10	Deverá ser possível obter uma lista de Veículos , com todas as suas informações necessárias associadas.	Sr. Abilio	Nelson
RM5	2025/03/10	Deverá ser possível obter uma lista de Alugueres , com todas as suas informações necessárias associadas.	Sr. Abilio	Nelson
RM6	2025/03/10	Deverá ser possível criar uma tabela dos contactos por ordem numérica dos Clientes .	D. Clara	Manuel
RM7	2025/03/10	Deverá ser possível criar uma tabela dos contactos por ordem numérica dos Funcionários .	D. Clara	Manuel
RM8	2025/03/10	Deverá ser possível criar uma tabela das marcas por ordem alfabética dos Veículos .	D. Clara	Manuel
RM9	2025/03/10	Deverá ser possível criar uma tabela dos Alugueres registados por um dado Funcionário por ordem cronológica.	Funcionários	Tomás
RM10	2025/03/11	Deverá ser possível criar uma tabela dos Alugueres feitos por um dado Cliente .	Funcionários	Hugo
RM11	2025/03/11	Deverá ser possível criar uma tabela dos Veículos por ordem numérica dos seus Valores Diários .	Funcionários	Nelson
RM12	2025/03/11	Deverá ser possível criar uma tabela dos Funcionários que nunca registaram alugueres .	Funcionários	Tomás
RM13	2025/03/11	Deverá ser possível criar uma tabela dos Veículos que nunca foram alugados .	Funcionários	Hugo

Figura 5: Requisitos de Manipulação

Nº	Data	Descrição	Fonte	Analista
RC1	2025/03/10	Todos os funcionários podem criar, consultar, atualizar e eliminar registos de todos os veículos independentemente do stand no qual se encontram	Sr. Abílio	Hugo
RC2	2025/03/10	Apenas os administradores podem criar, consultar, atualizar e eliminar registos de todos os alugueres	Sr. Abílio	Tomás
RC3	2025/03/10	Os administradores podem criar, consultar, atualizar e eliminar registos de todos os clientes	Sr. Abílio	Tomás
RC4	2025/03/12	Os funcionários podem criar, consultar, atualizar e eliminar registos apenas em relação às reservas feitas por eles	Sr. Abílio	Nelson
RC5	2025/03/12	Os funcionários têm permissão total sobre todas as fichas dos clientes	Sr. Abílio	Tomás
RC6	2025/03/12	Os clientes apenas têm acesso de leitura às informações sobre os veículos e/ou comerciais associados aos seus alugueres	D. Carolina	Nelson
RC7	2025/03/12	Os clientes têm acesso de leitura às faturas dos seus alugueres	D. Carolina	Hugo
RC8	2025/03/14	Os funcionários apenas podem ler alugueres que não tenham sido feitas por eles	D. Clara	Manuel
RC9	2025/03/14	Os administradores podem criar, consultar, atualizar e eliminar registos de todos os veículos	D. Clara	Manuel
RC10	2025/03/14	Os administradores podem criar, consultar, atualizar e eliminar registos de todos os funcionários	D. Clara	Manuel
RC11	2025/03/14	Os administradores podem criar, consultar, atualizar e eliminar registos de todos os alugueres	D. Clara	Manuel
RC12	2025/03/15	Apenas os administradores têm acesso completo ao Stand	D. Clara	Manuel
RC13	2025/03/15	Os funcionários têm acesso de leitura a qualquer Stand	Funcionários	Nelson

Figura 6: Requisitos de Controlo

Os requisitos apresentados acima são os requisitos finais, ou seja, são os requisitos já aprovados pelo Sr. Abílio.

A organização e estruturação dos requisitos do sistema de gestão de alugueres de veículos permitiu estabelecer uma base sólida para o desenvolvimento da aplicação. Através da análise detalhada dos requisitos de descrição, de manipulação de dados e de controlo de acesso, foi possível definir claramente as regras de negócio, as permissões dos utilizadores e as funcionalidades essenciais do sistema.

Esta organização de requisitos servirá como um guia essencial para a equipa de desenvolvimento, garantindo que o sistema final seja robusto, intuitivo e alinhado com as necessidades do negócio. A documentação clara e estruturada também facilitará futuras atualizações e manutenções.

Em suma, o trabalho de organização dos requisitos estabeleceu as fundações necessárias para um sistema eficiente, seguro e adaptável às necessidades da empresa.

2.3. Análise e Validação Geral dos Requisitos

Após uma minuciosa revisão do documento de requisitos por parte da equipa de trabalho, que não resultou em qualquer inconsistência ou classificação errada descoberta, foi realizada uma reunião com todos os intervenientes da **AutoPrime** para validar todas as vertentes de utilização e cada requisito. Segue-se o cabeçalho da ata da reunião de Validação dos Requisitos:



Validação dos Requisitos

Data: 20/03/2025
Horário: 10h00
Local: Stand de Felgueiras

1. Objetivo da Reunião

Validar e consolidar os requisitos do sistema de gestão de alugueres de veículos, garantindo que todas as necessidades operacionais e de negócio estão corretamente refletidas na documentação.

2. Participantes Presentes

Nome	Posição
Sr. Abílio	Dono da empresa e Gestor da Stand de Felgueiras
Engenheiro Manuel	Engenheiro de Análise de Dados
Engenheiro Hugo	Engenheiro de Segurança de Dados
Engenheiro Tomás	Engenheiro de Backend e Infraestrutura
Engenheiro Nelson	Engenheiro de Base de Dados

Figura 7: Cabeçalho da Ata da Reunião de Validação dos Requisitos

Todos se envolveram para garantir que todos os dados estavam corretos na documentação. Houve lugar à discussão de ideias, o que permitiu a identificação e resolução de erros e a adição de algumas ideias que tinham ficado por mencionar, já adicionadas aos documentos anexados. No final deste processo de revisão, todos os intervenientes confirmaram de forma unânime os requisitos levantados. Este passo crucial, não só assegurou a qualidade e clareza da documentação, mas também estabeleceu uma base sólida para o desenvolvimento subsequente do projeto.

3. Modelação Concetual

3.1. Apresentação da Abordagem de Modelação Realizada

Nesta parte do relatório, apresenta-se o processo de desenvolvimento do **Modelo Concetual**, que representa de forma clara e estruturada os dados e relações do sistema em estudo. A abordagem adotada baseia-se no modelo **Entidade-Relacionamento (ER)**, utilizando a **Notação Chen**, que permite uma visualização intuitiva das entidades, atributos e relacionamentos.

Como ferramenta de apoio, foi utilizado o BrModelo, um *software* de modelagem de dados que facilita a criação e validação de diagramas ER. A escolha desta ferramenta deve-se à sua simplicidade, eficiência e compatibilidade com a **Notação Chen**, garantindo uma representação fiel dos requisitos do sistema.

A equipa de trabalho começou por identificar as entidades e, de seguida, os seus relacionamentos. Finalmente, recolheram-se os atributos tanto das entidades como dos relacionamentos. Este processo de identificação e caracterização decorreu tendo em consideração os requisitos definidos na secção anterior.

Ao longo desta secção, serão detalhados, em pormenor, os passos sucessivos na construção do **Modelo Concetual**, justificando as decisões tomadas e demonstrando como a estrutura proposta atende às necessidades do projeto.

3.2. Identificação e Caracterização das Entidades

A escolha das entidades foi orientada pelos requisitos de descrição levantados nas reuniões com a equipa da **AutoPrime**.

Assim, identificaram-se as seguintes entidades:

- **Cliente:** são os atores centrais do sistema, uma vez que realizam os alugueres de veículos. Esta entidade foi escolhida para representar todas as pessoas que interagem com a empresa neste contexto. Os seus dados são necessários para identificar transações, emitir faturas e garantir rastreabilidade legal;
- **Funcionário:** representam os utilizadores internos do sistema. São responsáveis por registar, acompanhar e gerir os alugueres e os veículos. A entidade é fundamental para garantir a gestão de permissões e identificar quem realizou cada operação no sistema;
- **Veículo:** são o principal bem a gerir. A entidade “Veículo” é essencial para armazenar dados técnicos, estado de disponibilidade, valor diário e associar as viaturas aos respetivos *stands*;

- **Aluguer:** representa uma transação entre cliente e empresa. Esta entidade regista os dados associados à reserva, como datas, estado, valor e fatura. Foi incluída para garantir o controlo sobre o histórico de operações e permitir uma gestão eficiente da atividade principal da **AutoPrime**;
- **Stand:** A empresa opera em várias localizações físicas (*stands*), sendo necessário distinguir e organizar os veículos e funcionários por local. A entidade “Stand” permite essa organização espacial e funcional, associando um gestor e agrupando os recursos de forma clara.

De seguida, encontra-se uma figura que resume a identificação e caracterização das entidades:

Entidade	Descrição	Aliases/Sinónimos	Ocorrências
Aluguer	Contrato que formaliza o empréstimo temporário de um veículo a um cliente.	n/a	Um aluguer deve conter um identificador único, datas de início e fim, estado atual e valor faturado.
Cliente	Pessoa que aluga veículos do stand.	Utilizador, Pessoa	Um cliente deve ser identificado por NIF, nome, contactos, nacionalidade, data de nascimento e morada.
Funcionário	Pessoa que trabalha num stand, podendo ou não ser responsável pela sua gestão.	Colaborador, Empregado	Cada funcionário é identificado por NIF e possui atributos como salário, local de trabalho e gestor (bool).
Stand	Estabelecimento físico onde decorrem os processos de aluguer.	Loja, Agência	Cada stand é identificado por um ID único, tem uma localização e um funcionário associado como gestor.
Veículo	Automóvel disponível para aluguer. Pode ser comercial ou particular.	Carro, Viatura	Um veículo é identificado pela matrícula e possui atributos como categoria, marca, modelo, seguro, etc.

Figura 8: Identificação e Caracterização das Entidades

3.3. Identificação e Caracterização dos Relacionamentos

Com base na análise da tabela de relacionamentos (Figura 9), é possível identificar cinco associações principais entre as entidades do modelo, cada uma com as suas regras de cardinalidade e participação.

O primeiro relacionamento ocorre entre a entidade Cliente e a entidade Aluguer, representado pelo relacionamento Faz. Um cliente pode realizar vários alugueres (1 : N), enquanto cada aluguer está obrigatoriamente associado a um único cliente (1 : 1). A participação é total em ambos os lados, o que significa que não existem clientes sem alugueres nem alugueres sem clientes.

De seguida, o relacionamento entre a entidade Funcionário e a entidade Stand, descrito com o relacionamento Trabalha, estabelece que cada funcionário está associado a um único stand (1 : 1), e cada stand conta com pelo menos um funcionário (1 : N). Ambos os lados apresentam participação total, o que implica que todos os funcionários estão alocados a um *stand* e todos os *stands* têm funcionários. Temos também outro relacionamento entre estas 2 entidades que é Gere, indicando que cada Stand tem apenas 1 só gestor (1 : 1) e um funcionário pode ser ou não ser um gestor daquele Stand (0 : 1), caracterizando uma participação total do lado do Stand e uma participação parcial do lado do funcionário.

A associação entre Stand e Veículo, descrita com o relacionamento Possui, indica que um *stand* pode possuir vários veículos ou nenhum (0 : N), mas cada veículo pertence obrigatoriamente a um único stand (1 : 1). Isto caracteriza uma participação parcial do lado do *stand* e total do lado do veículo.

No relacionamento Contém, entre a entidade Aluguer e a entidade Veículo, cada aluguer está obrigatoriamente vinculado a um veículo (1 : 1), e um aluguer pode conter vários veículos

(1 : N). A participação é total em ambos os lados, indicando que todos os veículos fazem parte de alugueres e que todos os alugueres envolvem veículos.

Por fim, o relacionamento Registrado, entre a entidade Aluguer e a entidade Funcionário, mostra que um funcionário pode registar nenhum até vários alugueres (0 : N), enquanto cada aluguer é registado por um funcionário (1 : 1). Isto reflete uma participação parcial do lado do aluguer e total do lado do funcionário, permitindo que todos os alugueres sejam registados, mas o funcionário possa registar vários ou nenhum alugueres, dependendo da sua posição.

Entidade	Multiplicidade	Descrição	Entidade	Multiplicidade	Participações
Cliente	(1.N)	Faz	Aluguer	(1.1)	Cliente (Total), Aluguer (Total)
Funcionário	(1.N)	Trabalha	Stand	(1.1)	Funcionário (Total), Stand (Total)
Stand	(0.N)	Possuí	Veículo	(1.1)	Stand (Parcial), Veículo (Total)
Aluguer	(1.N)	Contém	Veículo	(1.1)	Aluguer (Total), Veículo (Total)
Aluguer	(0.1)	Registrado	Funcionário	(1.N)	Aluguer (Parcial), Funcionário (Total)

Figura 9: Identificação e Caracterização dos **Relacionamentos**

3.4. Identificação e Caracterização dos Atributos das Entidades e dos Relacionamentos

A caracterização dos atributos foi realizada, novamente, com base nos requisitos identificados, garantindo a integridade e adequação ao modelo relacional.

Na generalidade, os atributos definidos para o sistema apresentam valores simples e atômicos. No entanto, existem casos que merecem destaque devido às suas características específicas:

- **Valor total:** trata-se de um atributo **derivado**, calculado com base no valor diário do veículo e no número de dias de aluguer. Por essa razão, não é armazenado diretamente na base de dados, sendo obtido sempre que necessário;
- **Contactos** (tanto de clientes como de funcionários): são atributos **multivalorados**, uma vez que cada pessoa pode possuir mais do que um número de telefone.

De seguida, encontra-se uma explicação da escolha das chaves primárias auxiliadas por tabelas de identificação e caracterização de cada entidade:

Aluguer

A figura que se segue (Figura 10) lista sete atributos:

- **id_aluguer** (identificador único do aluguer);
- **data_inicial** (data de início do aluguer);
- **data_final** (data de término do aluguer);
- **estado** (estado do aluguer);

- **fatura** (número único da fatura);
- **descrição** (detalhes adicionais em texto);
- **valor_total** (valor monetário do aluguer, derivado do valor diário e número de dias).

O **id_aluguer** é a chave primária da tabela que manterá a consistência ao longo de todo o ciclo de vida do registo. Outros campos, embora relevantes para processos específicos e internos da empresa, carecem da rigidez necessária para servir como referência absoluta. A sua eventual função externa torná-los-ia inadequados para funções de identificação primária.

Quanto à **fatura**, embora não seja a chave primária, é considerada uma chave **candidata**, uma vez que representa um identificador único interno, utilizado pela empresa para organizar e distinguir os registos de faturação.

Atributo	Domínio	Chave Primária	Chave Candidata	Nulo	Multivalor	Composto	Derivado
id_aluguer	INT	✓	✗	✗	✗	✗	✗
data_inicial	DATE	✗	✗	✗	✗	✗	✗
data_final	DATE	✗	✗	✗	✗	✗	✗
estado	ENUM	✗	✗	✗	✗	✗	✗
fatura	VARCHAR(12)	✗	✓	✗	✗	✗	✗
descrição	TEXT	✗	✗	✗	✗	✗	✗
valor_total	DECIMAL(7,2)	✗	✗	✗	✗	✗	✓

Figura 10: Identificação e Caracterização dos atributos da entidade **Aluguer**

Cliente

A figura que se segue (Figura 11) lista seis atributos:

- **nif_cliente** (número de identificação fiscal do cliente);
- **nome** (nome completo do cliente);
- **data_nascimento** (data de nascimento);
- **nacionalidade** (país de origem);
- **morada** (endereço completo);
- **contacto** (atributo multivalorado para números de telefone).

O **NIF_cliente** é a chave primária da tabela. Não foi criado outro atributo para a identificação pois este identificador já é legalmente atribuído e amplamente utilizado em processos administrativos, sendo, por isso, adequado para identificação. Outros campos, embora relevantes, não oferecem a estabilidade nem a unicidade necessária para funções de identificação.

Atributo	Domínio	Chave Primária	Chave Candidata	Nulo	Multivalor	Composto	Derivado
NIF_cliente	VARCHAR(9)	✓	✗	✗	✗	✗	✗
nome	VARCHAR(100)	✗	✗	✗	✗	✗	✗
contacto	VARCHAR(17)	✗	✗	✗	✓	✗	✗
data_nascimento	DATE	✗	✗	✗	✗	✗	✗
nacionalidade	VARCHAR(50)	✗	✗	✗	✗	✗	✗
morada	VARCHAR(150)	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Figura 11: Identificação e Caracterização dos atributos da entidade **Ciente**

Funcionário

A figura que se segue (Figura 12) lista sete atributos:

- **nif_funcionario** (número de identificação fiscal do funcionário);
- **nome** (nome completo do funcionário);
- **data_nascimento** (data de nascimento);
- **morada** (endereço completo);
- **contacto** (atributo multivalorado para números de telefone);
- **salário** (remuneração mensal);
- **gestor** (booleano que indica se o funcionário exerce funções de gestão).

O **NIF_funcionario** é a chave primária da tabela, pelas mesmas razões que justificam a escolha no caso dos clientes.

Atributo	Domínio	Chave Primária	Chave Candidata	Nulo	Multivalor	Composto	Derivado
NIF_funcionario	VARCHAR(9)	✓	✗	✗	✗	✗	✗
nome	VARCHAR(75)	✗	✗	✗	✗	✗	✗
contacto	VARCHAR(17)	✗	✗	✗	✓	✗	✗
data_nascimento	DATE	✗	✗	✗	✗	✗	✗
salário	DECIMAL(7,2)	✗	✗	✗	✗	✗	✗
morada	VARCHAR(150)	✗	✗	✗	✗	✗	✗
gestor	BOOLEAN	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Figura 12: Identificação e Caracterização dos atributos da entidade **Funcionário**

Stand

A figura que se segue (Figura 13) lista três atributos:

- **id_stand** (identificador interno do stand);
- **localização** (endereço da localização do stand).

O **id_stand** é utilizado como chave primária para garantir unicidade e flexibilidade futura. Apesar da localização poder, à partida, parecer única, existe a possibilidade de a empresa abrir novos *stands* na mesma localidade ou em zonas com nomes repetidos, o que inviabiliza o seu uso como identificador fiável. Assim, um identificador interno garante melhor controlo.

Atributo	Domínio	Chave Primária	Chave Candidata	Nulo	Multivalor	Composto	Derivado
id_stand	INT	✓	✗	✗	✗	✗	✗
localização	VARCHAR(100)	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Figura 13: Identificação e Caracterização dos atributos da entidade **Stand**

Veículo

A figura que se segue (Figura 14) lista dez atributos:

- **matrícula** (identificador único legal do veículo);
- **categoria** (tipo de veículo: ligeiro, pesado, etc.);
- **marca** (fabricante);
- **modelo** (designação específica do veículo);
- **descrição** (campo de texto com detalhes adicionais);
- **disponibilidade** (booleano que indica se o veículo está livre para aluguer);
- **seguro** (data de validade do seguro);
- **inspeção** (data da última inspeção periódica obrigatória);
- **valor_diario** (preço por dia de aluguer);
- **comercial** (booleano que indica se é um veículo comercial).

A **matrícula** é utilizada como chave primária, por ser um identificador único e universal de cada veículo, atribuído por entidades oficiais. Além disso, é amplamente reconhecido pelos utilizadores e necessário para todas as operações legais e logísticas associadas ao veículo. A utilização de um id artificial não traria benefícios adicionais.

Atributo ▾	Domínio ▾	Chave Primária ▾	Chave Candidata ▾	Nulo ▾	Multivalor ▾	Composto ▾	Derivado ▾
matricula	VARCHAR(8)	✓	✗	✗	✗	✗	✗
categoria	ENUM	✗	✗	✗	✗	✗	✗
marca	VARCHAR(30)	✗	✗	✗	✗	✗	✗
modelo	VARCHAR(30)	✗	✗	✗	✗	✗	✗
descrição	TEXT	✗	✗	✗	✗	✗	✗
disponibilidade	BOOLEAN	✗	✗	✗	✗	✗	✗
seguro	DECIMAL(6,2)	✗	✗	✗	✗	✗	✗
inspeção	DATE	✗	✗	✗	✗	✗	✗
valor_diario	DECIMAL(6,2)	✗	✗	✗	✗	✗	✗
comercial	BOOLEAN	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Figura 14: Identificação e Caracterização dos atributos da entidade **Veículo**

3.5. Apresentação e Explicação do Diagrama ER Produzido

Após a identificação e caracterização das várias entidades, relacionamentos e atributos, a equipa procedeu à realização de um **diagrama ER**.

O **Diagrama ER** apresentado abaixo é essencial para a visualização da construção de uma Base de Dados. Com isto, foi construído um Diagrama ER adequado ao problema de Gestão de Alugueres de Carros e Comerciais de uma Empresa. O Diagrama foi construído no *software* BrModelo com um total de 5 entidades, sendo estas:

- Cliente;
- Aluguer;
- Funcionário;
- Stand;
- Veículo.

onde todas estas entidades foram adicionadas juntamente com os seus atributos, os seus respetivos domínios, a informação dos identificadores e com a adição das respetivas cardinalidades, ajustando tudo da forma mais adequada ao problema.

Criadas as 5 entidades, é então concluída a construção do Diagrama ER e realizada a validação com o dono da empresa da **AutoPrime**, obtendo o resultado final apresentado na figura seguinte:

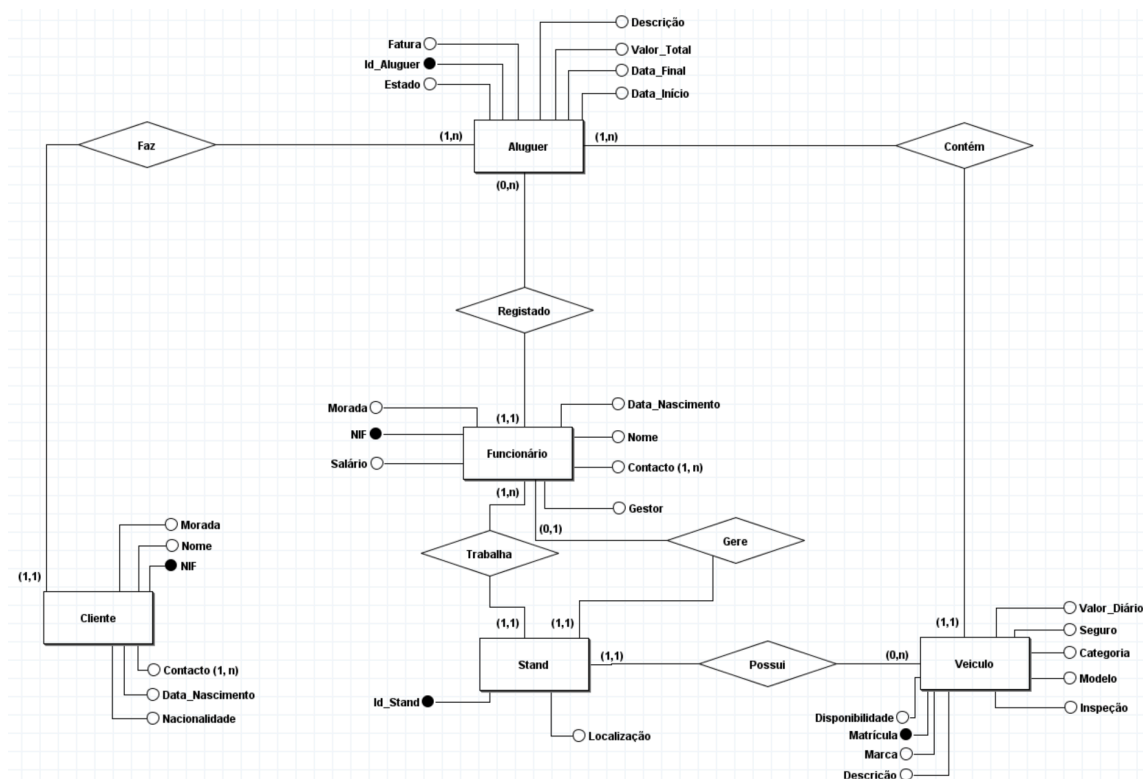


Figura 15: Diagrama ER

4. Modelação Lógica

4.1. Construção e Validação do Modelo de Dados Lógico

O modelo lógico foi construído com base no diagrama conceptual previamente definido, utilizando novamente o *software* BrModelo e posteriormente passado para o software MySQLWorkbench. Todas as entidades foram convertidas em tabelas com **chaves primárias** e **estrangeiras** adequadas, assegurando a integridade dos dados. A estrutura foi validada com base nos requisitos do sistema, garantindo coerência, normalização e suporte às interações identificadas e será desenvolvida a explicação, no próximo tópico.

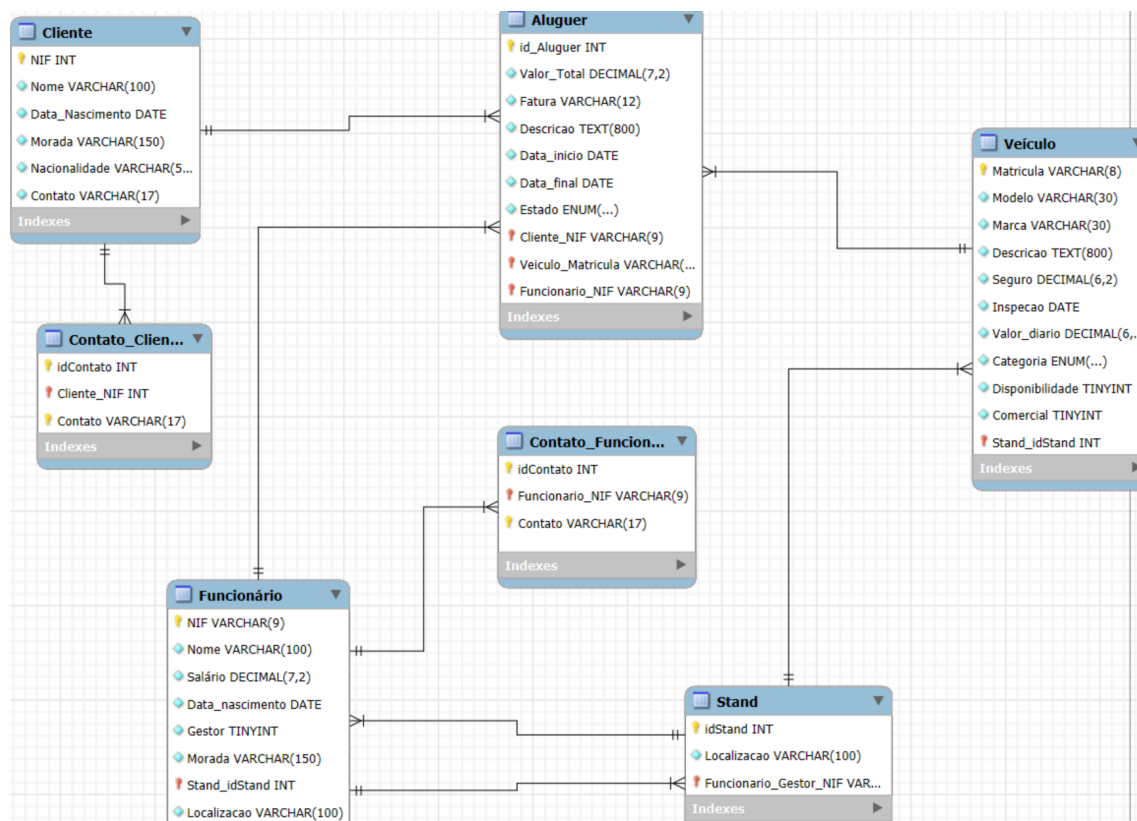


Figura 16: Modelo Lógico não normalizado

4.2. Apresentação e Explicação do Modelo Lógico Produzido

O modelo lógico apresentado descreve um sistema de Gestão de Alugueres de Carros e Comerciais de uma Empresa, organizado em várias entidades relacionadas entre si para representar de forma estruturada os dados envolvidos no processo.

A entidade Cliente, tendo como **chave primária** o NIF, e contém ainda atributos como o nome, data de nascimento, morada e nacionalidade. Cada cliente pode ter vários contactos associados, o que é representado pela tabela Contacto, tendo esta uma chave estrangeira ao cliente correspondente.

A entidade Funcionário representa os trabalhadores da empresa, tendo também como **chave primária** o NIF, e inclui atributos como nome, salário, data de nascimento, morada e um campo booleano que indica se o funcionário tem funções de gestor. Tal como os clientes, também os funcionários podem ter múltiplos contactos associados, registados numa tabela Contacto específica para funcionários tendo também uma **chave estrangeira** que é o Id do stand ao qual está associado.

A entidade Stand representa os locais físicos onde os veículos estão disponíveis e onde os funcionários trabalham. Cada *stand* tem um identificador único (idStand) e uma localização (VARCHAR (100)). Cada *stand* tem também associado um funcionário gestor (chave estrangeira), identificado através do NIF do funcionário.

A entidade Veículo guarda toda a informação sobre os veículos disponíveis para aluguer, sendo identificados unicamente pela matrícula. Contém ainda campos como modelo, marca, descrição, valor de seguro, data da última inspeção, valor de aluguer diário, categoria (ENUM), campos booleanos que indicam se está disponível e se é um veículo comercial. Cada veículo pertence a um *stand*, com essa relação assegurada por uma **chave estrangeira**.

A entidade Aluguer é onde se registam os contratos de aluguer de viaturas. Cada aluguer tem um identificador único, valor total, fatura, descrição, datas de início e fim do aluguer e o seu estado (ENUM), e relaciona-se com várias outras entidades: o cliente que realizou o aluguer, o veículo alugado e o funcionário que tratou do processo. Esta entidade possui uma **chave estrangeira** de cada uma destas entidades referidas anteriormente.

Este modelo garante a integridade dos dados através do uso de **chaves primárias e estrangeiras**, permite escalabilidade e organização clara dos dados, onde se irá verificar a normalização para evitar redundâncias, de forma a promover uma base de dados coerente.

4.3. Normalização de Dados

Após a construção do modelo lógico, a equipa de trabalho realizou a normalização de dados do mesmo para evitar redundâncias, anomalias e para preservar a integridade da base de dados.

Iremos, então, aplicar o **Teorema da Normalização de Dados** para poder gerir e garantir o controlo dos problemas indicados acima, analisando o esquema lógico e a sua semântica associada.

A equipa de trabalho realizou, então, a normalização dos dados ao verificar as **3 Formas Normais (1FN, 2FN, 3FN)**.

Segundo Codd (1970) e Date (2003), o modelo só estará na 1ª forma normal (1FN) se todas as **tabelas do modelo lógico apenas tiverem valores atómicos**, e se o valor de **cada atributo é apenas constituído por um simples valor do seu domínio**. Ora, o esquema apresentado acima não está na 1ª fórmula normal, apesar de todos os valores de todas as tabelas serem apenas valores atómicos, não necessitamos de ter o atributo Contato na tabela de Cliente, visto que apresentamos a tabela contacto logo abaixo, como descreve a figura a seguir:

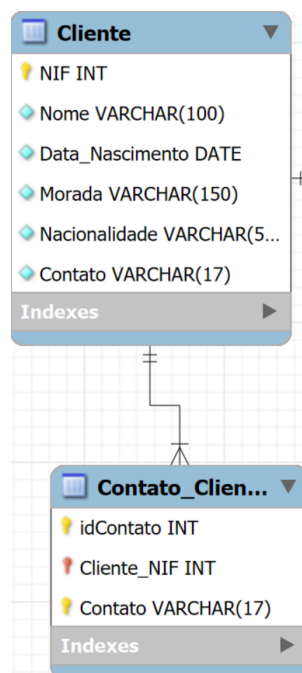


Figura 17: Tabela Cliente contato não normalizada

Com este erro corrigido podemos afirmar que o esquema apresentado está na **1ª forma normal (1FN)**.

Estando o esquema na 1ª forma normal, podemos então, verificar se está na 2ª forma normal. Segundo Codd (1971), um esquema só está na 2ª forma normal (2FN) se no esquema, nenhum atributo não **primo** é funcionalmente dependente num subconjunto próprio de qualquer chave candidata. Como o esquema apresentado possui chaves primárias simples, ou seja, não apresenta dependências parciais o esquema apresentado está assim na sua 2ª forma normal.

Segundo Codd (1971), todo o atributo **não primo** de uma relação não é transitivamente dependente de uma chave candidata da tabela, ou seja, não podem existir dependências transitivas. Como podemos observar no esquema lógico apresentado na subsecção 4.1, não existem dependências transitivas entre atributos.

Assim, estando o esquema na 1ª e 2ª forma normal, averiguemos se este se encontra na 3ª forma normal. Como não existem dependências transitivas podemos então afirmar que pelo esquema estar na 1ª forma normal e na 2ª forma normal e não apresenta dependências transitivas, então conclui-se que o esquema abaixo apresentado está na 3ª forma normal.

Assim, a equipa de trabalho obteve o seguinte esquema lógico normalizado:

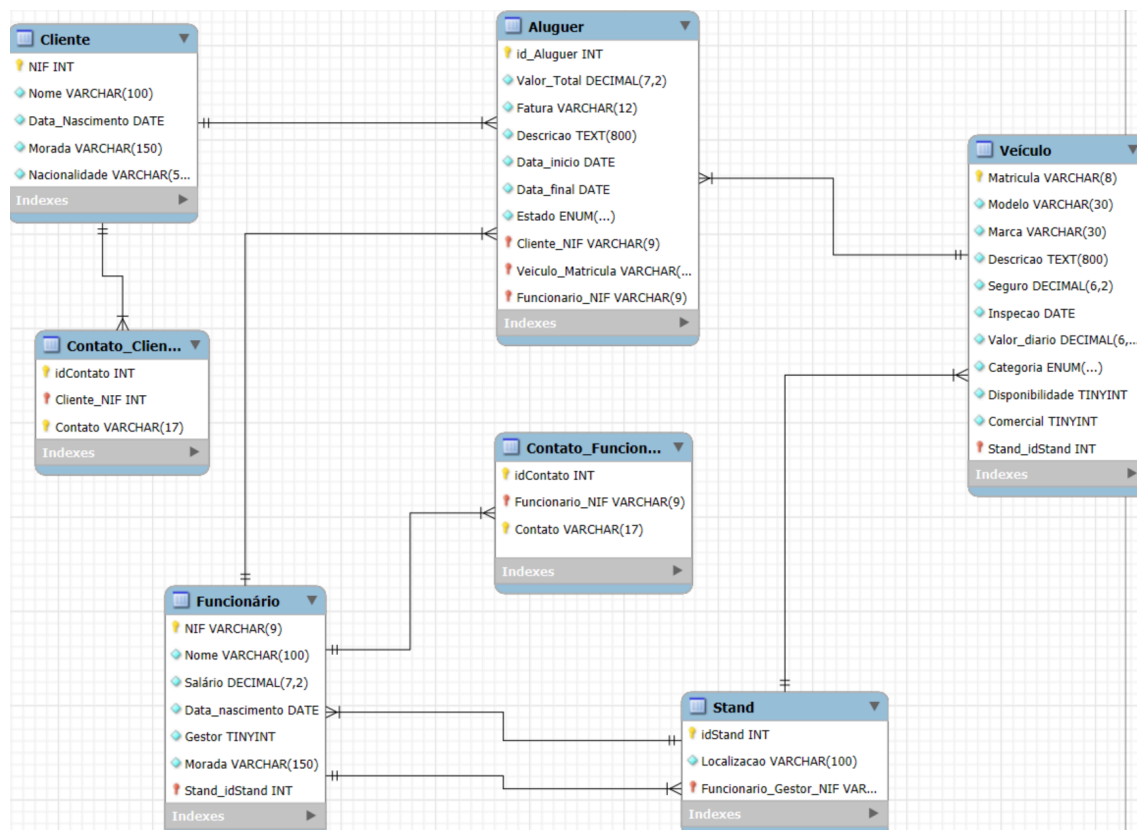


Figura 18: Modelo Lógico Normalizado

Com a normalização concluída, o esquema lógico atinge os objetivos de consistência e integridade dos dados, sendo agora a base para a implementação física.

4.4. Validação do Modelo com Interrogações do Utilizador

A equipa de trabalho realizou a validação do modelo através da implementação de interrogações mais comuns entre os variáveis funcionários da empresa **AutoPrime** para garantir que não haveria erros no raciocínio por detrás das mesmas. Assim foram realizadas algumas expressões de **Álgebra Relacional** para realizar a validação.

- Uma das questões mais levantadas pelos funcionários é sobre os veículos que nunca foram alugados (RM13), sendo a expressão em Álgebra Relacional a seguinte:

$$\pi_{\text{Matricula}} (\text{Veiculo}) - \pi_{\text{Matricula}} (\text{Veiculo} \bowtie \text{Contém})$$

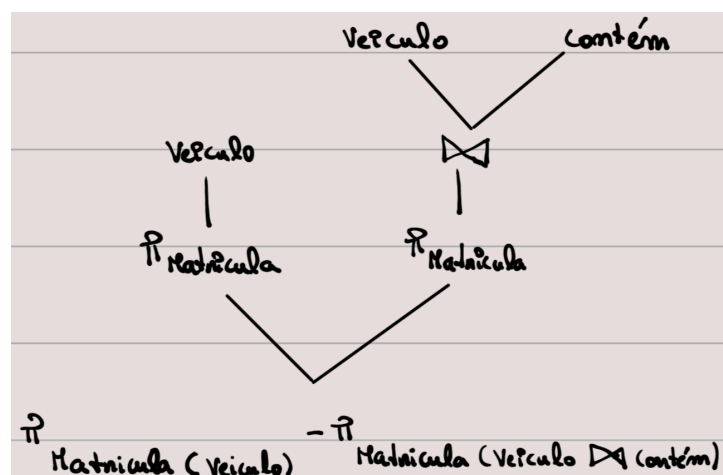


Figura 19: Árvore resultante da 1ª expressão

- Uma questão também bastante levantada pelos funcionários é acerca dos funcionários que nunca registaram alugueres dentro da empresa (RM12), com isso realizamos a seguinte expressão em Álgebra Relacional:

$$\pi_{\text{Nome}} (\text{Funcionários}) - \pi_{\text{Nome}} (\text{Funcionários} \bowtie \text{Registado})$$

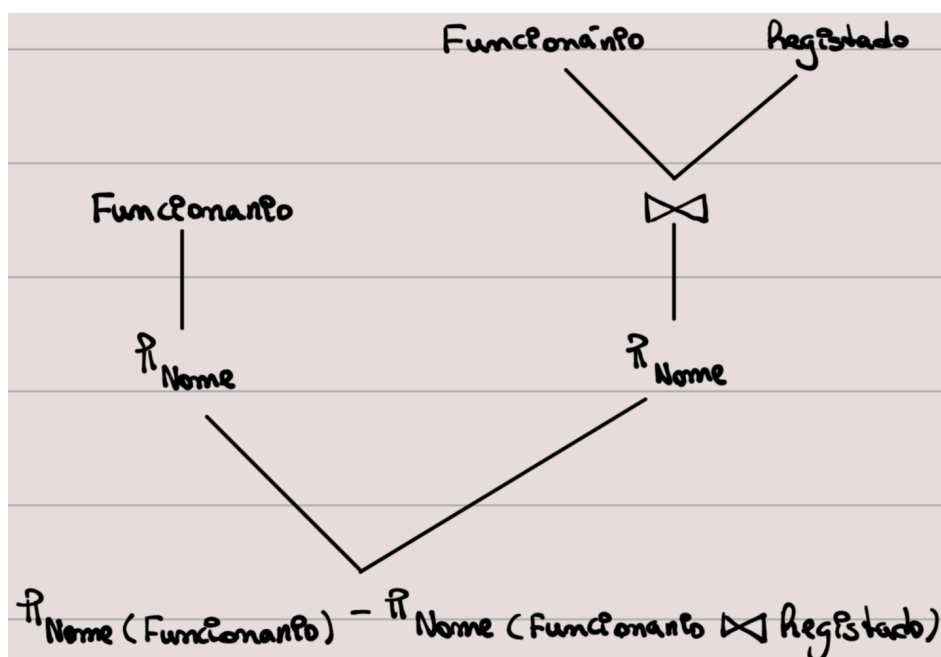


Figura 20: Árvore resultante da 2ª expressão

- Outra questão que os funcionários têm é a possibilidade de saber que Alugueres foram registados por um dado Funcionário (neste caso com o NIF = '269325406') por ordem cronológica (RM9), com isso temos a seguinte expressão em Álgebra Relacional:

τ Data_inicio (σ NIF = '269325406' ((Funcionario \bowtie Registado) \bowtie Aluguer))

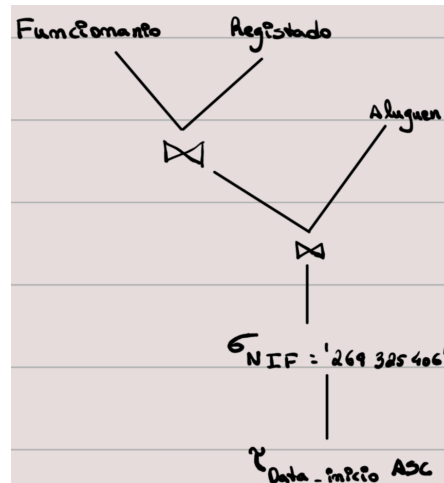


Figura 21: Árvore resultante da 3ª expressão

- Também se questionaram sobre quais são os valores diários de todos os veículos da empresa (RM11). A seguinte expressão em indica-nos isso:

τ Valor_diario (π Matricula, Valor_diario (Veiculo))

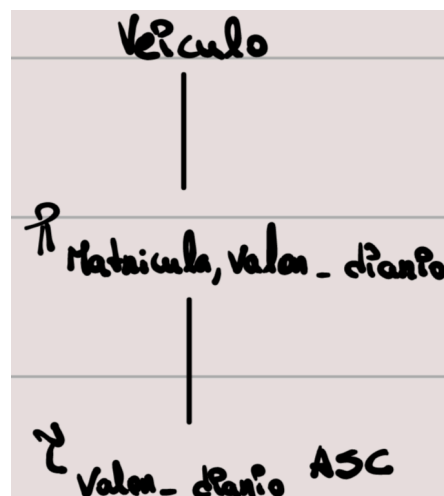


Figura 22: Árvore resultante da 4ª expressão

Como se verificou, com a implementação de algumas interrogações, é possível afirmar que o modelo lógico foi considerado válido e pronto para a transição à fase de implementação física pela equipa de trabalho.

5. Conclusões e Trabalho Futuro

Nesta primeira fase do projeto, foi possível definir a **Base do Sistema**, fornecendo os Objetivos do trabalho, os Recursos à nossa disposição e o Plano de Execução em formato de Diagrama de Gantt. Após este passo inicial, avançamos para a **Recolha e Definição de Requisitos** através de reuniões com os Gestores e questionários aos Funcionários e Clientes. Com os requisitos definidos, foi desenvolvido o **Modelo Concetual** utilizando a Notação Chen e a ferramenta de *software* BrModelo, que permitiu uma visualização mais objetiva das entidades, dos seus relacionamentos e atributos. Finalmente, passámos para o **Modelo Lógico**, que representa a ponte entre o Modelo Concetual e a **Implementação Física** da BD, que será realizada usando a linguagem SQL.

Ao desenvolver esta primeira parte do projeto, tivemos a oportunidade de recorrer à nossa **capacidade de organização**, que apesar de estar em desenvolvimento, algo evidente nos atrasos de execução de certas etapas deste projeto, principalmente na Recolha e Definição dos Requisitos, algo evidenciado no diagrama de Gantt (3 semanas para esta fase), foi aprimorada, o que melhorará o nosso desempenho na segunda fase.

Algo em que também conseguimos progredir foi a nossa aptidão na **Resolução de Problemas**, essencial num projeto como este, onde a identificação de entidades, relacionamentos e dos seus atributos é crucial. Contudo, a inevitável troca de ideias contribuiu para o atraso dos prazos propostos.

Um outro aspeto importante a evidenciar é a **Documentação Organizada**, fornecendo uma base sólida para futuras fases, evitando a necessidade de recuar e rever, levando a um melhor **Aproveitamento do Tempo Disponível**.

Nas próximas etapas do projeto, teremos como prioridade:

- **Implementar Fisicamente** o SGBD, ao criar o esquema, usando a linguagem SQL, e povoando a BD;
- **Desenvolver Queries** de consulta e relatórios, que visam validar a eficiência da estrutura;
- **Testagem e Possível Otimização**, levando ao desenvolvimento de um SGBD de qualidade capaz de garantir um bom desempenho e segurança dos dados.

6. Siglas e Acrónimos

- **SBD** - Sistema de Bases de Dados;
- **SGBD** - Sistema de Gestão de Bases de Dados;
- **1FN** - Primeira Forma Normal;
- **2FN** - Segunda Forma Normal;
- **3FN** - Terceira Forma Normal;
- **ER** - Entidade Relacionamento;
- **RM** - Requisitos de Manipulação;
- **RD** - Requisitos de Descrição;
- **RC** - Requisitos de Controlo;
- **SQL** - Structured Query Language.

7. Bibliografia

- BrModelo. (n.d.). BrModelo – Ferramenta de modelagem de dados. [online] Disponível em: <https://www.brmodeloweb.com/lang/pt-br/index.html> [Acedido em 15 Abril 2025];
- W3Schools. (n.d.). MySQL Data Types. [online] Disponível em: https://www.w3schools.com/mysql/mysql_datatypes.asp [Acedido em 15 Abril 2025];
- MySQL. (n.d.). MySQL – The World’s Most Popular Open-Source Database. [online] Disponível em: <https://www.mysql.com/> [Acedido em 15 Abril 2025];
- MySQL. (n.d.). MySQL Workbench. [online] Disponível em: <https://www.mysql.com/products/workbench/> [Acedido em 15 Abril 2025].

8. Anexos

- Atas das Reuniões:

https://drive.google.com/drive/folders/1VXW9CWSVKuo_fWdx2r0Jx9Uzwone-ufv?usp=sharing

- Resultados do Inquérito aos Funcionários:

<https://forms.office.com/Pages/AnalysisPage.aspx?AnalyzerToken=qrqkLBWs49Gn3S05l07XHDGfVFRr2Nnv&id=gExd0B7a10yDpg0glLIEGLn-gVgytgdBkMwVBk4Yjf1UNkgwSFVZVIRGRE5DUE9NUklLNFIBoE01WC4u>

- Resultados do Inquérito aos Clientes:

<https://forms.office.com/Pages/AnalysisPage.aspx?AnalyzerToken=jkH0VtYYPBh5iETf90R1nIXMakCSsAQ&id=gExd0B7a10yDpg0glLIEGLn-gVgytgdBkMwVBk4Yjf1UQIU2MzBUTTc0UTZWQUdRV09ZTTJJTFVBM4u>