

Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Licenciatura em Engenharia Informática

Unidade Curricular de Bases de Dados

Ano Letivo de 2024/2025

Belo Cars - Grupo 27

Afonso Martins
a106931

Luis Felício
a106913

Goncalo Castro
a107337

Jorge Barbosa
a106799

Abril, 2025

BD

Data da Receção	
Responsável	
Avaliação	
Observações	

Belo Cars - Grupo 27

Afonso Martins
a106931

Luis Felício
a106913

Goncalo Castro
a107337

Jorge Barbosa
a106799

Abril, 2025

Resumo

Este relatório apresenta o desenvolvimento de um Sistema de Base de Dados para uma empresa de Gestão de Alugueres de Carros e Comerciais. O projeto surgiu da necessidade de otimizar a segurança dos dados, a eficiência operacional e a gestão dos processos internos de uma empresa. Numa primeira fase o trabalho foca-se na Contextualização, Conceptualização e Modelação de uma proposta eficiente e coesa de uma Base de Dados devidamente apropriada ao problema em mãos, incluindo esquemas(conceituais e lógicos) e descrições que suportem o modelo a ser criado. Numa fase posterior, o processo focou-se na implementação física da base de dados, abrangendo a criação de utilizadores, vistas, índices, *queries*, procedimentos armazenados, funções, além do povoamento da base de dados e da análise do espaço de armazenamento necessário. Este sistema visa proporcionar uma solução robusta e eficiente para a administração dos alugueres, garantindo um melhor controlo e otimização das operações administrativas da empresa.

Área de Aplicação: Desenho e Arquitetura de Sistemas de Bases de Dados.

Palavras-Chave: Sistema de Base de Dados, Belo Cars, Modelação Conceptual, Modelação Lógica, Aluguer, Implementação Física

Índice

1. Definição do Sistema	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Fundamentação	1
1.3. Objetivos	2
1.4. Viabilidade	3
1.5. Equipa de Trabalho	3
1.6. Recursos	3
1.7. Plano de Execução	4
1.8. Revisão e Aprovação	5
1.9. Notas Adicionais	6
2. Levantamento e Análise de Requisitos	7
2.1. Definição do Método	7
2.2. Levantamento	10
2.2.1. Vistas de Utilização	11
2.2.2. O Documento de Requisitos	11
2.3. Análise	12
2.4. Organização	12
2.5. Validação	14
3. Modelação Conceptual	15
3.1. Apresentação da Abordagem de Modelação Realizada	15
3.2. Identificação e Caracterização das Entidades	15
3.2.1. Cliente	15
3.2.2. Aluguer	16
3.2.3. Veículo	16
3.2.4. Funcionário	17
3.2.5. Stand	17
3.3. Identificação e Caracterização dos Relacionamentos	18
3.3.1. Cliente → Aluguer : 1 → n	18
3.3.2. Veículo → Aluguer : 1 → n	19
3.3.3. Veículo → Stand : 1 → n	19
3.3.4. Stand → Funcionario : 1 → n	20
3.3.5. Funcionario → Aluguer : 1 → n	20
3.4. Identificação e Caracterização dos Atributos das Entidades e dos Relacionamentos	21
3.4.1. Cliente	21
3.4.2. Aluguer	21
3.4.3. Veículo	21
3.4.4. Funcionário	21
3.4.5. Stand	22
3.5. Apresentação e Explicação do Modelo Conceptual Produzido	22
3.6. Validação do esquema	23
4. Modelação Lógica	24
4.1. Construção e Validação do Modelo de Dados Lógico	24
4.1.1. Derivação de Relações do Modelo de Dados Local	24
4.1.1.1. Cliente	24

4.1.2. Aluguer	25
4.1.3. Veiculo	26
4.1.4. Funcionário	26
4.1.5. Stand	27
4.2. Apresentação do Modelo Lógico Final Produzido	28
4.3. Normalização de Dados	28
4.4. Validação do Modelo recorrendo à Álgebra Relacional	29
5. Referência Bibliográfica	33
Lista de Siglas e Acrónimos	34
Anexos	35
Anexo 1 Requisitos Gerais Pt.1	35
Anexo 2 Requisitos Gerais Pt.2	35
Anexo 3 Tabela de Requisitos de Descrição	36
Anexo 4 Tabela de Requisitos de Manipulação	36
Anexo 5 Tabela de Requisitos de Controlo	37
Anexo 6 Primeira Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars . . .	38
Anexo 7 Segunda Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars . . .	38
Anexo 8 Terceira Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars . . .	38
Anexo 9 Quarta Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars	38
Anexo 10 Quinta Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars . . .	39
Anexo 11 Primeira Página da Ata de uma das Reuniões com a Sofia Moreau	39
Anexo 12 Segunda Página da Ata de uma das Reuniões com a Sofia Moreau	40

Lista de Figuras

Figura 1	Diagrama de Gantt	5
Figura 2	Primeira Página da Ata de uma das Reuniões com a Sofia Moreau	7
Figura 3	Segunda Página da Ata de uma das Reuniões com a Sofia Moreau	8
Figura 4	Primeira Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars	9
Figura 5	Segunda Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars	9
Figura 6	Terceira Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars	9
Figura 7	Quarta Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars	9
Figura 8	Quinta Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars	9
Figura 9	Primeira Página da Tabela de Requisitos Gerais	12
Figura 10	Segunda Página da Tabela de Requisitos Gerais	12
Figura 11	Tabela de Requisitos de Descrição	13
Figura 12	Tabela de Requisitos de Manipulação	13
Figura 13	Tabela de Requisitos de Controlo	14
Figura 14	Entidade Cliente - Modelo Conceptual	15
Figura 15	Entidade Aluguer - Modelo Conceptual	16
Figura 16	Entidade Veículo - Modelo Conceptual	17
Figura 17	Entidade Funcionário - Modelo Conceptual	17
Figura 18	Entidade Stand - Modelo Conceptual	18
Figura 19	Relacionamento Cliente -> Aluguer - Modelo Conceptual	18
Figura 20	Relacionamento Veículo -> Aluguer - Modelo Conceptual	19
Figura 21	Relacionamento Veículo -> Stand - Modelo Conceptual	19
Figura 22	Relacionamento Stand -> Funcionario - Modelo Conceptual	20
Figura 23	Relacionamento Funcionário -> Aluguer - Modelo Conceptual	20
Figura 24	Modelo Conceptual Final	22
Figura 25	Conversão da Entidade "Cliente" - Modelo Lógico	25
Figura 26	Conversão da Entidade "Aluguer" - Modelo Lógico	25
Figura 27	Conversão da Entidade "Veiculo" - Modelo Lógico	26
Figura 28	Conversão da Entidade "Funcionario" - Modelo Lógico	27
Figura 29	Conversão da Entidade "Stand" - Modelo Lógico	28
Figura 30	Modelo Lógico Final	28
Figura 31	Expressão em Álgebra Relacional do RM03	29
Figura 32	Ávore lógica da expressão do RM03	30
Figura 33	Expressão em Álgebra Relacional do RM05	30
Figura 34	Ávore lógica da expressão do RM05	30
Figura 35	Expressão em Álgebra Relacional do RM06	31
Figura 36	Ávore lógica da expressão do RM06	31
Figura 37	Expressão em Álgebra Relacional do RM07	31
Figura 38	Ávore lógica da expressão do RM07	32
Figura 39	Tabela resultado da execução da Querie no Relax - exemplo populado ilustrativo	32

1. Definição do Sistema

1.1. Contextualização

Em pleno outono do ano de 1970, nasce a “*Belo Cars*”, uma empresa inovadora e confiável, especializada na gestão de alugueres de carros e veículos comerciais. No dia 26 de outubro de 1980, o seu fundador, Leonidas Moreau, com o crescimento contínuo da *Belo Cars*, quis ampliar a sua atividade e agora possui três *stands* estrategicamente localizados em Lisboa, Braga e Viseu. Cada *stand* foi projetado para atender diferentes perfis de clientes e necessidades regionais, proporcionando maior acessibilidade e conveniência. Movido pela paixão pelo setor automóvel e pela crescente necessidade de serviços de aluguer eficientes e acessíveis, Leonidas idealizou a *Belo Cars* para oferecer soluções personalizadas tanto para clientes individuais quanto para empresas de maior dimensão. Desde então, a empresa expandiu-se e consolidou-se, tornando-se uma referência no setor de aluguer de veículos. Atualmente, a CEO, Sofia Moreau, filha de Leonidas, lidera a empresa, que conta com uma frota diversificada composta por veículos comerciais e de passageiros, além de uma equipa de mais de 200 colaboradores dedicados a garantir um serviço eficiente e de qualidade. Os pagamentos são realizados de forma segura e transparente, tanto de forma física como por intermediação de um banco (seja por transferência bancária ou cartão multibanco), garantindo praticabilidade e confiabilidade para os clientes. Antes da entrega do veículo é feito um orçamento detalhado, e o pagamento total é cobrado no ato imediatamente antes da retirada do automóvel. Para garantir um serviço ágil e organizado, a empresa conta com um departamento interno especializado na gestão de frota e clientes, otimizando os processos de reserva, manutenção e entrega dos veículos. A *Belo Cars* destaca-se pela sua experiência no aluguer de veículos, oferecendo desde carros de passeio para viagens e turismo, até veículos comerciais para transporte de mercadorias. Com esta introdução recente de um sistema digital avançado de reservas e rastreio, a empresa reforça o seu compromisso com a inovação e a satisfação dos clientes, e no futuro próspero do negócio.

1.2. Fundamentação

Ao longo dos últimos 50 anos desde a fundação da *Belo Cars*, a empresa tem evoluído constantemente para otimizar as suas operações e garantir um serviço de aluguer eficiente e seguro. No entanto, grande parte da sua gestão de reservas, contratos e informações de clientes e frota era realizada manualmente e com registos físicos em papel, exigindo que os clientes se deslocassem presencialmente às suas instalações para efetuar reservas, assinar contratos. Esse método tradicional, além de consumir tempo e recursos, tornava os processos mais suscetíveis a erros administrativos, atrasos e dificuldades na organização dos dados, e no seu posterior tratamento e consulta. Com o crescimento da empresa e a expansão dos seus serviços, tornou-se evidente a necessidade de um sistema moderno e centralizado para armazenar, processar e organizar todas as operações de aluguer de forma mais rápida, segura e eficiente. Sem um Sistema de Base de Dados (SBD) adequado, a empresa enfrentava desafios como: a duplicação e difícil manutenção dos registos, dificuldades no rastreio/manutenção da totalidade da frota, desperdício de esforço manual(humano), inconsistências em registos de pagamentos, entre outros. Além disso, o modelo anterior de gestão limitava a experiência do cliente, que não conseguia aceder facilmente a informações sobre reservas, contratos ou histórico de alugueres sem a deslocação a uma das sucursais físicas. A implementação de um SBD relacional permitirá que a *Belo Cars* ofereça um serviço mais transparente e acessível, com a possibilidade de procuras e listagens em tempo real, reservas online e um controlo mais

eficiente sobre a frota de automóveis. Este novo sistema não só modernizará a infraestrutura tecnológica da empresa, como também garantirá uma maior segurança na gestão de pagamentos, contratos e dados sensíveis, reduzindo riscos de fraudes ou adulterações de dados indesejáveis e melhorando a experiência dos clientes e a produtividade da equipa administrativa, permitindo até uma futura expansão ainda maior do nome da empresa.

1.3. Objetivos

A implementação do Sistema de Base de Dados (SBD) pela *Belo Cars* é orientada por uma série de objetivos estratégicos, todos projetados para modernizar a gestão da empresa e aprimorar a experiência do cliente. Abaixo estão os principais objetivos:

- **Aumentar a segurança e a confiabilidade dos dados:**

Um dos principais objetivos da adoção de um Sistema de Base de Dados é garantir a segurança e a integridade das informações relacionadas à frota, clientes e transações. Com um sistema digital seguro, a empresa elimina riscos associados ao extravio de documentos físicos, erros administrativos e acessos não autorizados, assim como infortúnios físicos que possam acontecer aos dados em papel.

Numa perspetiva de Proteção de Dados, a centralização dos dados numa plataforma robusta reduz significativamente o risco de perda de informações, assegurando que apenas utilizadores autorizados possam aceder a contratos, reservas e informações financeiras sensíveis.

- **Melhorar a eficiência operacional e a gestão da frota:**

Com um SBD relacional, a *Belo Cars* poderá automatizar processos administrativos e melhorar a gestão da sua frota, permitindo um controlo mais preciso da disponibilidade dos veículos, do histórico de alugueres e pagamentos. Isso agiliza o atendimento aos clientes, reduzindo o tempo de espera e garantindo que os veículos estejam sempre disponíveis e em perfeitas condições para o uso.

- **Melhorar a experiência do cliente:**

A introdução de um sistema digital de reservas permitirá aos clientes consultar a disponibilidade, realizar reservas online, acessar contratos e efetuar pagamentos de forma mais rápida e segura. Essa modernização não só melhora a transparência e a praticidade do serviço, como também aumenta a satisfação e a fidelização dos clientes.

Além disso, a análise dos dados armazenados no SBD possibilita um conhecimento mais aprofundado sobre as preferências e hábitos dos clientes, permitindo à empresa oferecer promoções personalizadas e serviços mais personalizados às preferências de cada envolvido.

- **Organizar e otimizar o modelo de negócio:**

A implementação do SBD também visa padronizar e otimizar os processos operacionais da *Belo Cars*, garantindo um fluxo de trabalho mais eficiente e uma melhor comunicação interna entre todos os setores da empresa. Com uma Base de Dados centralizada, a empresa pode gerir reservas, pagamentos e manutenções de forma integrada, reduzindo falhas operacionais e facilitando a tomada de decisões estratégicas. Deste modo também reorganiza o fluxo de recursos humanos associados a este tipo de tarefas para outras que tragam mais benefícios ao futuro da empresa.

Além disso, o sistema permitirá uma análise detalhada do desempenho da empresa e auxílio em Relatórios, fornecendo dados essenciais para melhorar a alocação de recursos e impulsionar o crescimento sustentável da *Belo Cars* a longo prazo.

1.4. Viabilidade

A CEO, Sofia Moreau, reconhece a importância da modernização e da digitalização dos processos da *Belo Cars* para acompanhar o crescimento tecnológico da empresa e melhorar a experiência dos clientes. A implementação de um Sistema de Base de Dados (SBD) permitirá à empresa otimizar a gestão de alugueres e operações internas, garantindo diversos benefícios ao nível dos processos internos, tais como:

- **Segurança e confidencialidade reforçadas:** A digitalização dos dados elimina a necessidade de ficheiros físicos, diminuindo o risco de perda, roubo ou danos. Além disso, o controlo de acessos garantirá que apenas colaboradores autorizados possam visualizar e modificar informações sensíveis à empresa.
- **Proteção de dados pessoais:** O novo sistema impedirá acessos não autorizados a informações de clientes e contratos, cumprindo regulamentações de privacidade e aumentando a confiança dos clientes no serviço prestado.
- **Otimização da gestão da frota:** O sistema proporcionará um controlo detalhado sobre a disponibilidade especificações dos veículos, controlo de funcionários e clientes e histórico de alugueres, reduzindo falhas e aumentando a organização da empresa como um todo.
- **Automação de processos administrativos:** A reserva, contratação e pagamento serão simplificados e centralizados, reduzindo o tempo de espera dos clientes e minimizando erros administrativos.
- **Aumento da margem de lucro:** Com processos mais eficientes, espera-se um crescimento significativo na taxa de conversão de alugueres e uma redução de custos operacionais, impulsionando a rentabilidade da *Belo Cars*.
- **Competitividade no mercado:** A implementação do SBD fortalecerá a posição da *Belo Cars* no setor, proporcionando um serviço mais ágil e tecnologicamente avançado em relação à concorrência.

A implementação deste sistema será um marco na evolução da empresa, consolidando-a como uma referência em inovação no setor de aluguer de veículos.

1.5. Equipa de Trabalho

Para a implementação da Base de Dados para a *Belo Cars* ficou delineada uma equipa que consiste nos seguintes envolvidos:

- **Pessoal Externo** – Engenheiros Informáticos como Gonçalo Castro, Afonso Martins, Jorge Barbosa e Luís Felício são responsáveis por todo o desenvolvimento técnico desde a Contextualização e Modelação até à Implementação Física do SGB.
- **Pessoal Interno** – Sofia Moreau (CEO), Funcionários dos *Stand's*, Pessoal de Administração Interna, Apoio ao cliente, etc... Estas pessoas são a fonte principal de informação e requisitos, pois são os intervenientes e finais utilizadores do sistema que pretendemos desenvolver.

1.6. Recursos

Fora os Recursos Humanos listados no tópico anterior, denotam-se de seguida os recursos que seriam precisos para o bom progresso do projeto que temos em mãos:

- Computadores pessoais suficientemente capazes de executar o 'MySQL Workbench' e o 'MySQL Community Server' que serão as ferramentas mais desafiadoras a nível de computação.
- Garantir o acesso a ferramentas de software adequadas para a realização da Modelação e Implementação, tais como, 'BrModelo' e 'MySQL Workbench'.

- Servidores físicos ou em *cloud*, para alojar o sistema produzido. Se for em instalações locais, exige investimento em *racks*, climatização e UPS; ou como alternativa: serviços de *cloud computing* (AWS, Azure, Google Cloud).

Note-se que: Ainda que este projeto não inclua a vertente de *Deploy* do sistema, referenciada no último ponto, consideramos importante a referência a este tipo de recursos para uma utilização efetiva e bem sucedida num futuro próspero da Base de Dados da *Belo Cars*.

1.7. Plano de Execução

Para garantir uma implementação eficaz deste Sistema de Base de Dados, Sofia Moreau e a administração da *Belo Cars*, em parceria com uma equipa de engenheiros de *software* e especialistas em gestão de dados, desenvolveram um plano detalhado da execução do projeto. Esse plano segue um cronograma estruturado baseado num Diagrama de Gantt, que contempla todas as fases essenciais do projeto.

O projeto está estruturado em cinco grandes fases principais, cada uma com tarefas específicas, distribuídas no tempo entre 17 de fevereiro de 2025 e 31 de maio de 2025. A seguir, descreve-se o plano de execução com base no diagrama:

1. Definição do Sistema (De 17/02/2025 a 05/03/2025)

Objetivo: Estudar o contexto e justificar a necessidade do sistema.

Tarefas:

- Contextualização
- Fundamentação
- Objetivos
- Viabilidade
- Recursos
- Equipa de Trabalho
- Plano de Execução
- Revisão e Aprovação

2. Definição de Requisitos (De 06/03/2025 a 25/03/2025)

Objetivo: Definir os requisitos técnicos e funcionais do sistema e organizá-los.

Tarefas:

- Definição do Método
- Levantamento
- Análise
- Organização
- Validação

3. Modelação Conceptual (De 26/03/2025 a 07/04/2025)

Objetivo: Representar os dados e relações através de um modelo conceptual.

Tarefas:

- Identificação das Entidades
- Identificação dos Relacionamentos
- Definição de Atributos

- Elaboração do Esquema Conceptual
- Validação do Esquema

4. Modelação Lógica (De 08/04/2025 a 17/04/2025)

Objetivo: Traduzir o modelo conceptual para um modelo lógico relacional.

Tarefas:

- Derivação das Relações
- Elaboração do Esquema Lógico Inicial
- Validação do Esquema Final

5. Implementação Física (De 19/04/2025 a 31/05/2025)

Objetivo: Implementar fisicamente a base de dados e realizar operações de população e definição de queries.

Tarefas:

- Criação do Sistema de Base de Dados
- Criação do Esquema Físico
- Povoamento Inicial
- Execução de Queries
- Exemplos de execução de Transação de Venda

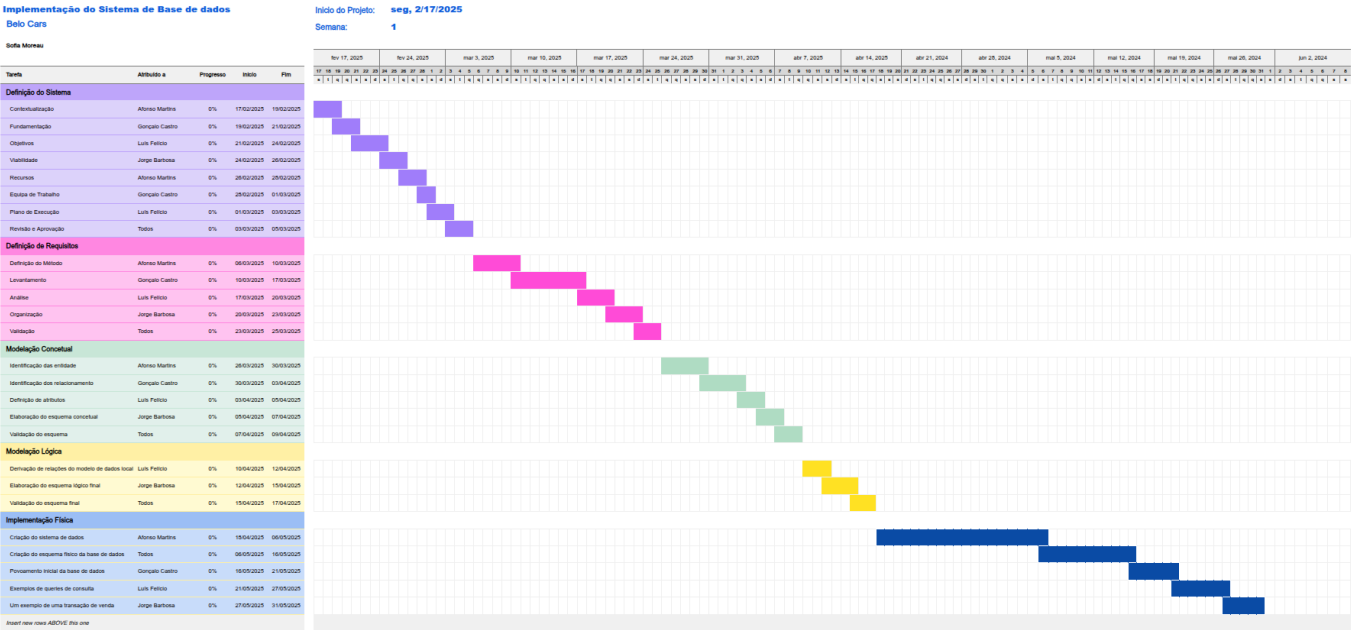


Figura 1: Diagrama de Gantt

1.8. Revisão e Aprovação

A equipa gestora da *Belo Cars*, juntamente com os especialistas em tecnologia, reviu a estrutura do novo sistema e validou a sua viabilidade. Durante reuniões estratégicas com os interessados, foram feitos ajustes ao plano de execução para garantir que a implementação ocorresse de forma eficiente e sem impactar negativamente as operações da empresa através do diagrama de Gantt elaborado. Com a aprovação final, o projeto foi oficialmente iniciado e sua implementação está em progresso.

1.9. Notas Adicionais

Dado que o sistema armazenará informações críticas de clientes e operações, serão adotadas medidas rigorosas de segurança, incluindo autenticação multi-fator, criptografia de dados e *backups* regulares. Estas precauções garantirão a integridade e confidencialidade das informações, prevenindo acessos indevidos e possíveis falhas técnicas no desenvolvimento dos trabalhos. Além disso, a utilização destas técnicas garantirá que mesmo em caso de intrusão, os dados permaneçam protegidos e inacessíveis para indivíduos não autorizados.

2. Levantamento e Análise de Requisitos

2.1. Definição do Método

No caso da *Belo Cars*, para proceder ao levantamento de requisitos e garantir uma implementação eficiente do Sistema de Base de Dados (SBD), foram definidos os seguintes métodos:

1ª Reuniões:

- Reunião com a CEO, Sofia Moreau, e a administração da *Belo Cars* para discutir os objetivos da modernização e as necessidades específicas da empresa.
- Reuniões com gestores de frota e colaboradores dos três *stands* (Lisboa, Braga e Viseu) para compreender os desafios operacionais e as expectativas em relação ao novo sistema.
- Reuniões com os clientes para entender as suas preferências, dificuldades e necessidades no processo de aluguer de veículos.

De seguida fica um exemplo de uma das reuniões efetuadas no âmbito deste projeto:

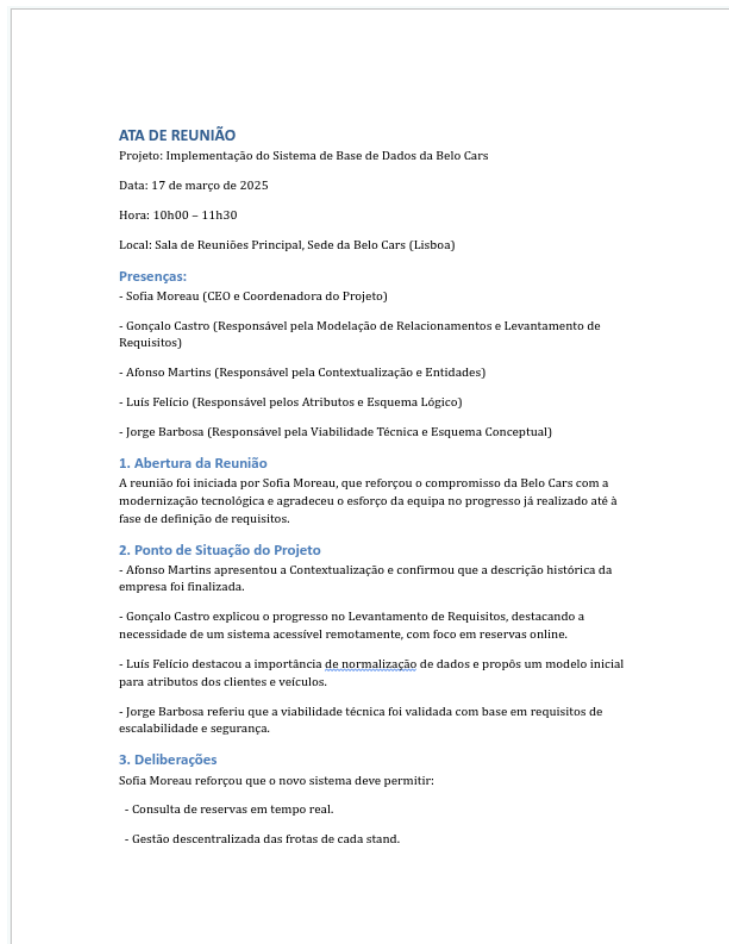


Figura 2: Primeira Página da Ata de uma das Reuniões com a Sofia Moreau

<p>- Relatórios automáticos para análise de desempenho e previsões de utilização.</p> <p>Foi decidido que o modelo conceptual deve estar completo até 7 de abril de 2025, incluindo todos os relacionamentos e regras de negócio.</p> <p>A equipa de TI irá validar a infraestrutura atual e propor melhorias até ao final de março.</p>		
4. Ações a Desenvolver		
Tarefa	Responsável	Prazo
Concluir levantamento funcional	Gonçalo Castro	25/03/2025
Apresentar rascunho do modelo ER	Jorge Barbosa	01/04/2025
Rever atributos e normalização	Luís Felício	02/04/2025
Validar compatibilidade técnica	Afonso Martins	28/03/2025
5. Encerramento		
<p>A reunião foi encerrada às 11h30 com palavras de motivação da CEO:</p> <p>"A Belo Cars nasceu de uma ideia simples: mobilidade com confiança. Este projeto é mais do que uma atualização — é a base do nosso futuro digital." — Sofia Moreau</p>		
Próxima Reunião:		
Data Provisória: 27 de março de 2025		
Objetivo: Validação final do modelo conceptual e integração de requisitos técnicos.		

Figura 3: Segunda Página da Ata de uma das Reuniões com a Sofia Moreau

2º Análise da Documentação:

- Revisão dos processos administrativos atuais relacionados à gestão de reservas, contratos, pagamentos e manutenção da frota.
- Análise dos documentos utilizados na empresa, como contratos de aluguer, relatórios de manutenção, faturas e comprovativos de pagamento.
- Avaliação das atuais políticas de segurança e proteção de dados existentes para garantir conformidade com regulamentações de privacidade.

3º Observação dos Processos:

- Acompanhamento da rotina de trabalho nos escritórios da Belo Cars para identificar ineficiências e oportunidades de melhoria na gestão de alugueres.
- Observação do fluxo de atendimento ao cliente e das interações entre diferentes departamentos da empresa.
- Identificação de processos que podem ser automatizados para aumentar a eficiência e reduzir o “erro humano”.

4º Inquéritos:

- Elaboração de inquéritos para clientes avaliarem a sua satisfação com os serviços atuais e indicarem funcionalidades desejáveis para o novo sistema.
- Aplicação de questionários aos colaboradores para compreender dificuldades operacionais e recolher sugestões de melhorias.
- Identificação das necessidades específicas de diferentes tipos de clientes, como turistas, empresas e transportadoras.

Questionário Interno — Recolha de Opiniões e Sugestões (Funcionários *Belo Cars*)

Este formulário tem como objetivo recolher a opinião dos colaboradores sobre o funcionamento da empresa e obter sugestões para melhorar os processos internos, a comunicação e a experiência de trabalho.

[Seguinte](#) [Limpar formulário](#)

Nunca envie palavras-passe através dos Google Forms.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. - [Termos de Utilização](#) - [Política de privacidade](#)

Este formulário parece suspeito? [Relatório](#)

Google Formulários

Figura 4: Primeira Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars

Questionário Interno — Recolha de Opiniões e Sugestões (Funcionários *Belo Cars*)

* Indica uma pergunta obrigatória

Seção 1: Dados Gerais (opcionais)

Nome
A sua resposta

Departamento em que trabalha *
Selecione

Função / Cargo atual *
A sua resposta

Tempo na Empresa *
☐ Menos de 1 ano
☐ 1 a 3 anos
☐ 4 a 6 anos
☐ Mais de 6 anos

[Anterior](#) [Seguinte](#) [Limpar formulário](#)

Figura 5: Segunda Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars

Questionário Interno — Recolha de Opiniões e Sugestões (Funcionários *Belo Cars*)

* Indica uma pergunta obrigatória

Avaliação dos Processos Atuais

Como avalia os atuais processos de reserva e gestão de veículos? *

1 2 3 4 5
Muito Ineficiente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito Eficiente

Quais são os maiores desafios que enfrenta no dia a dia do seu trabalho? *

A sua resposta

Será que os recursos disponíveis são suficientes para executar bem o seu trabalho? *

☐ Sim
☐ Em parte
☐ Não
☐ Não sei / Prefiro não responder

[Anterior](#) [Seguinte](#) [Limpar formulário](#)

Figura 6: Terceira Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars

Questionário Interno — Recolha de Opiniões e Sugestões (Funcionários *Belo Cars*)

* Indica uma pergunta obrigatória

Sugestões e Inovação

Que melhorias gostaria de ver implementadas no novo sistema de gestão (base de dados, reservas, etc...)? *

A sua resposta

Há algum processo específico que considera desnecessário ou que poderia ser simplificado? *

A sua resposta

Tem sugestões para melhorar a comunicação entre departamentos?

A sua resposta

Outras observações ou sugestões gerais

A sua resposta

[Anterior](#) [Seguinte](#) [Limpar formulário](#)

Figura 7: Quarta Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars

Questionário Interno — Recolha de Opiniões e Sugestões (Funcionários *Belo Cars*)

* Indica uma pergunta obrigatória

Seção Final

Gostaria de ser contactado para esclarecer melhor as suas respostas ou aprofundar as suas ideias? *

☐ Sim
☐ Não

Se respondeu 'Sim' acima, indique o seu email de contacto

A sua resposta

[Anterior](#) [Enviar](#) [Limpar formulário](#)

Figura 8: Quinta Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars

5º Análise de Soluções Existentes:

- Pesquisa e avaliação de sistemas de base de dados utilizados por outras empresas do setor de aluguer de veículos.
- Identificação das melhores práticas e funcionalidades essenciais para o SBD da Belo Cars.
- Análise de viabilidade técnica e económica para garantir que a solução escolhida seja eficiente e escalável.

2.2. Levantamento

No processo de desenvolvimento do sistema de base de dados da *Belo Cars*, foi realizado o levantamento de requisitos, seguido pela organização e validação dos mesmos por áreas de trabalho.

Nesta fase crucial do desenvolvimento, encontram-se seis áreas distintas que desempenham papéis fundamentais no funcionamento da empresa:

- **Clientes:** Esta área abrange todos os dados relacionados aos clientes da *Belo Cars*, incluindo informações de contacto, nome, data de nascimento e o seu NIF para efeitos de faturação.
- **Veículos:** Aqui, reunimos informações sobre a frota de veículos da empresa. Isso inclui detalhes como modelo, ano de fabricação, disponibilidade para aluguer, tipo (Veículo de Passageiros ou de Mercado-rias), entre outras especificações.
- **Alugueres:** Esta área é essencial para o acompanhamento e gestão de todas os alugueres realizados. Os requisitos desta categoria incluem o registo de datas de reserva, veículos e clientes associados, funcionários responsáveis e termos do contrato.
- **Financeiro:** Esta área abrange todos os aspetos financeiros, tais como pagamentos dos clientes, valores diários de aluguer e outros relatórios financeiros.
- **Recursos Humanos:** São consideradas todas as informações relativas aos colaboradores da *Belo Cars*, incluindo contratação, atribuição de tarefas, gestão de horários, em relação a todos os Funcionários de todos os estabelecimentos.

No âmbito de um projeto de um sistema de base de dados, as diversas áreas da empresa podem ser consideradas como diferentes vistas de utilização do sistema. Cada área representa uma vista única, através da qual os utilizadores interagem com o sistema e exploram a informação pertinente às suas funções específicas.

A equipa decidiu iniciar o processo de levantamento de requisitos pela área dos Clientes, dada a importância de compreender as necessidades e preferências dos clientes da empresa, estes que são o remetente final do serviço e o ponto fulcral no sucesso de uma empresa. Posteriormente, abordar-se-ão as outras áreas, garantindo uma visão abrangente de todas as partes envolvidas no funcionamento da empresa.

Como planeado, foram realizadas várias reuniões com Sofia Moreau e a equipa de desenvolvimento. Durante essas reuniões, foram discutidos detalhadamente os requisitos específicos de cada área, bem como as necessidades operacionais da *Belo Cars*.

Além das reuniões, os analistas realizaram uma análise metódica da documentação existente na empresa, com especial atenção aos registos dos clientes, detalhes de alugueres anteriores, disponibilidade da frota. Foram guardadas cópias de diversos documentos relevantes e associadas a cada requisito devidamente identificado, garantindo uma referência clara para futuras etapas do processo de desenvolvimento.

Para complementar as análises realizadas, os analistas também observaram de perto as operações diárias da empresa, tais como a gestão de reservas, interação com clientes e manutenção da frota. Com isto, obtiveram uma compreensão mais detalhada dos fluxos de trabalho da *Belo Cars* e identificaram possíveis melhorias.

Foram também elaborados pequenos inquéritos distribuídos a alguns clientes, colaboradores e funcionários da empresa, solicitando a sua opinião sobre a qualidade de serviço prestado, bem como sugestões de melhoria.

À medida que os trabalhos de levantamento de requisitos avançavam, os analistas anotavam meticolosamente todas as informações reunidas num documento de requisitos. Assim, garantiam que todas as necessidades e requisitos fossem adequadamente considerados e integrados no sistema final.

2.2.1. Vistas de Utilização

Inicialmente, é essencial haver uma abordagem para cada uma destas vistas de utilização de forma independente e autónoma. Cada área deve ser cuidadosamente examinada e desenvolvida em separado. Este processo permite uma compreensão detalhada das necessidades e requisitos específicos de cada área, garantindo que todos os elementos essenciais sejam identificados e integrados no sistema de base de dados de forma eficaz.

Posteriormente, à medida que as vistas são desenvolvidas e refinadas individualmente, é necessário conciliar tudo. Este processo envolve a integração harmoniosa das diferentes vistas de utilização, de modo que seja criado um esquema global coeso e abrangente para a base de dados.

Através deste processo, é possível configurar o sistema de forma a ter em conta as diversas perspetivas de utilização dos diferentes utilizadores. Ao utilizar um único esquema, o sistema é capaz de fornecer uma experiência consistente e integrada, garantindo que todas as áreas da agência tenham acesso à informação relevante de forma eficiente e eficaz.

2.2.2. O Documento de Requisitos

Os analistas registaram, para cada requisito recolhido, no documento de requisitos da seguinte forma:

- a data do seu levantamento;
- texto do requisito, fornecendo o máximo de detalhes possível sobre as informações relacionadas com os dados envolvidos;
- área de aplicação - a vista de utilização;
- quem forneceu o requisito;
- quem realizou o levantamento.

Belo Cars

Documento de Recolha de Requisitos

Desenvolvimento de um Sistema de Base de Dados

Marco de 2025

Levantamento Geral:

Levantamento de Requisitos					
Nº	Data	Descrição	Área	Fonte	Analista
1	4 de março	Cada veículo contém um identificador único(matrícula), marca, modelo, ano de fabrico, preço diário, o consumo, o nº de passageiros que transporta, o tipo de combustível, o tipo (Mercadoria ou Passageiros) e estado atual (se está disponível ou não)	Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
2	4 de março	Se um Veículo for do tipo mercadoria deverá ainda possuir a tara (peso quando vazio) e a carga máxima	Veículos		Afonso Martins
3	4 de março	Cada cliente denota um identificador único, nome, data de nascimento, contacto (email e telemóvel) e nº de contribuinte (NIF)	Clientes	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
4	4 de março	Cada Aluguer possui um identificador único (número sequencial), data de início, data de fim, valor da transação e o método de pagamento	Aluguer	Sofia Moreau	Luis Felicio
5	4 de março	Cada funcionário possui um identificador único, nome, contactos (email e telefone), departamento e a sua função no departamento.	Funcionários	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
6	4 de março	Os dados acerca dos carros podem ser consultados por qualquer pessoa	Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
7	4 de março	Os dados acerca dos clientes podem ser acedidos pelo próprio ou por um Funcionário mediante a inserção do identificador	Clientes	Sofia Moreau	Afonso Martins
8	4 de março	Os dados dos funcionários podem ser acedidos pelo próprio ou por um superior (admin)	Funcionários	Sofia Moreau	Luis Felicio
9	9 de março	Os veículos podem ser filtrados por qualquer uma das especificações: marca, modelo, ano de fabrico, preço diário, o consumo, o nº de passageiros, o tipo de combustível, o tipo do veículo e disponibilidade	Veículos	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
10	9 de março	Os clientes apenas podem editar e consultar os seus próprios alugueres	Clientes / Alugueres	Sofia Moreau	Afonso Martins

11	9 de março	Os funcionários também possuem autorização para editar todos os alugueres mediante a introdução do ID	Funcionários / Alugueres	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
12	9 de março	Os alugueres podem ser filtrados por: intervalo de tempo (dado uma data de início e data de fim), intervalo de valores de pagamentos e por método de pagamento.	Alugueres	Sofia Moreau	Luis Felicio
13	9 de março	Cada Aluguer tem de estar associado a um e um só cliente, mas um cliente pode ter 0 ou vários alugueres	Alugueres / Clientes	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
14	10 de março	Cada Aluguer possui um e um só veículo, mas um veículo pode estar em 0 ou mais alugueres.	Alugueres / Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
15	10 de março	Cada aluguer tem de ter associado um funcionário, um funcionário pode ter vários alugueres ou não possuir qualquer aluguer associado	Alugueres / Funcionários	Sofia Moreau	Afonso Martins
16	10 de março	Cada Stand inclui um identificador único, uma localização (que possui endereço e código postal) e contactos (email e telefone)	Stands	Sofia Moreau	Luis Felicio
17	10 de março	Um Stand tem de ter um ou mais veículos a ele associados, mas um veículo só pode pertencer a um stand	Stands / Veículos	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
18	25 de março	Os carros podem ser transferidos para outro stand pelos funcionários	Veículos / Funcionários	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
19	25 de março	Tem de ser possível a listagem de todos os alugueres efetuados por um cliente mediante a introdução do seu id (incluindo o id, a marca e o modelo do veículo associado) e, opcionalmente, um intervalo de datas limite	Alugueres / Clientes	Sofia Moreau	Afonso Martins
20	25 de março	Listar os alugueres supervisionados por um dado funcionário, dado o id do funcionário e, opcionalmente, um intervalo de datas	Alugueres / Funcionários	Sofia Moreau	Luis Felicio
21	25 de março	Consulta de todos os veículos de um dado stand que estão disponíveis para alugar	Veículos / Stands	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
22	25 de março	Calcular o valor da receita num dado dia, associado a todos as transações efetuadas nesse dia	Alugueres	Sofia Moreau	Afonso Martins
23	25 de março	Listar por ordem decrescente os funcionários que mais efetuaram alugueres para monitorizar o desempenho	Funcionários / Alugueres	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
24	25 de março	Cada stand pode empregar um ou mais funcionários. Cada funcionário está associado apenas e unicamente a um stand	Stand / Funcionários	Sofia Moreau	Afonso Martins

Figura 9: Primeira Página da Tabela de Requisitos Gerais

Figura 10: Segunda Página da Tabela de Requisitos Gerais

2.3. Análise

Após o levantamento de requisitos é necessário avaliar a sua viabilidade e fazer uma revisão geral minuciosa de forma a garantir a sua completude e correção, verificando a existência de erros, inconsistências, redundância ou ambiguidades, assegurando assim, que o projeto avança com uma base sólida e coesa.

Esta revisão é essencial para assegurar que o sistema de base de dados tenha uma base sólida e coesa, proporcionando uma estrutura robusta para o desenvolvimento da mesma.

2.4. Organização

Os analistas iniciaram o processo organizando os requisitos levantados em três categorias principais para o futuro sistema, nomeadamente:

- **Descrição:** abrange requisitos relacionados com a estruturação dos dados na base de dados, como definição de tabelas, atributos, domínios e restrições;
- **Manipulação:** contém os requisitos referentes à interação com os dados, incluindo tudo o que seja povoamento ou exploração de dados, desde de simples *queries* até procedimentos, funções ou gatilhos;
- **Controlo:** trata da gestão dos utilizadores e das suas permissões no sistema de base de dados.

Para cada uma das categorias foi criada uma tabela específica:

- Documento de Requisitos de Descrição:

Organização e Categorização:

Requisitos de Descrição						
Nº	Data	Descrição	Área	Fonte	Revisor	
RD01	1	4 de março	Cada veículo contém um identificador único(matrícula), marca, modelo, ano de fabrico, preço diário, o consumo, o nº de passageiros que transporta, o tipo de combustível, o tipo (Mercadoria ou Passageiros) e estado atual (se está disponível ou não)	Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RD02	2	4 de março	Se um Veículo for do tipo mercadoria deverá ainda possuir a tara (peso quando vazio) e a carga máxima	Veículos		Afonso Martins
RD03	3	4 de março	Cada cliente denota um identificador único, nome, data de nascimento, contacto (email e telemóvel) e nº de contribuinte (NIF)	Clientes	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RD04	4	4 de março	Cada Aluguer possui um identificador único (número sequencial), data de início, data de fim, valor da transação e o método de pagamento	Aluguer	Sofia Moreau	Luís Felício
RD05	5	4 de março	Cada funcionário possui um identificador único, nome, contactos (email e telefone), departamento e a sua função no departamento.	Funcionários	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
RD06	16	10 março	Cada Stand inclui um identificador único, uma localização (que possui endereço e código postal) e contactos (email e telefone)	Stands	Sofia Moreau	Luís Felício

Figura 11: Tabela de Requisitos de Descrição

- Documento de Requisitos de Manipulação:

Requisitos de Manipulação						
Nº		Data	Descrição	Área	Fonte	Revisor
RM01	9	9 de março	Os veículos podem ser filtrados por qualquer uma das especificações: marca, modelo, ano de fabrico, preço diário, o consumo, o nº de passageiros, o tipo de combustível, o tipo do veículo e disponibilidade	Veículos	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
RM02	12	9 de março	Os <u>alugueres</u> podem ser filtrados por: intervalo de tempo (dado uma data de início e data de fim), intervalo de valores de pagamentos e por método de pagamento.	Alugueres	Sofia Moreau	Luís Felício
RM03	19	25 março	Tem de ser possível a listagem de todos os alugueres efetuados por um cliente mediante a introdução do seu id (incluindo o id, a marca e o modelo do veículo associado) e, opcionalmente, um intervalo de datas limite	Alugueres / Clientes	Sofia Moreau	Afonso Martins
RM04	20	25 março	Listar os alugueres supervisionados por um dado funcionário, dado o id do funcionário e, opcionalmente, um intervalo de datas	Alugueres / Funcionários	Sofia Moreau	Luís Felício
RM05	21	25 março	Consulta de todos os veículos de um dado stand que estão disponíveis para alugar	Veículos / Stands	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
RM06	22	25 março	Calcular o valor da receita num dado dia, associado a todas as transações efetuadas nesse mesmo dia	Alugueres	Sofia Moreau	Afonso Martins
RM07	23	25 março	Listar por ordem decrescente os funcionários que mais efetuaram alugueres para monitorizar o desempenho	Funcionários / Alugueres	Sofia Moreau	Gonçalo Castro

Figura 12: Tabela de Requisitos de Manipulação

- Documento de Requisitos de Controlo:

Requisitos de Controlo						
Nº		Data	Descrição	Área	Fonte	Revisor
RC01	6	4 de março	Os dados acerca dos carros podem ser consultados por qualquer pessoa	Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RC02	7	4 de março	Os dados acerca dos clientes podem ser acedidos pelo próprio ou por um Funcionário mediante a inserção do identificador	Clientes	Sofia Moreau	Afonso Martins
RC03	8	4 de março	Os dados dos funcionários podem ser acedidos pelo próprio ou por um superior (admin)	Funcionários	Sofia Moreau	Luís Felício
RC04	10	9 de março	Os clientes apenas podem editar e consultar os seus próprios alugueres	Clientes / Alugueres	Sofia Moreau	Afonso Martins
RC05	11	9 de março	Os funcionários também possuem autorização para editar todos os alugueres mediante a introdução do ID	Funcionários / Alugueres	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RC06	13	9 de março	Cada Aluguer tem de estar associado a um e um só cliente, mas um cliente pode ter 0 ou vários alugueres	Alugueres / Clientes	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
RC07	14	10 março	Cada Aluguer possui um e um só veículo, mas um veículo pode estar em 0 ou mais alugueres.	Alugueres / Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RC08	15	10 março	Cada aluguer tem de ter associado um funcionário, um funcionário pode ter vários alugueres ou não possuir qualquer aluguer associado	Alugueres / Funcionários	Sofia Moreau	Afonso Martins
RC09	17	10 março	Um Stand tem de ter um ou mais veículos a ele associados, mas um veículo só pode pertencer a um stand	Stands / Veículos	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
RC10	18	25 março	Os carros podem ser transferidos para outro stand pelos funcionários	Veículos / Funcionários	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RC11	24	25 de março	Cada stand pode empregar um ou mais funcionários. Cada funcionário está associado apenas e unicamente a um stand	Stand / Funcionários	Sofia Moreau	Afonso Martins

Figura 13: Tabela de Requisitos de Controlo

Durante o processo de análise e organização, os analistas trabalharam em cada documento, utilizando o *Google Docs* para registar e organizar os requisitos de forma eficiente. Essa abordagem permitiu uma melhor gestão e acompanhamento de cada tipo de requisito, facilitando o processo de revisão, além de garantir que todas as necessidades fossem adequadamente documentadas.

2.5. Validação

Após uma revisão detalhada, a equipa de analistas conduziu uma reunião abrangente com todos os intervenientes do projeto para validar os requisitos levantados. Cada requisito foi minuciosamente examinado e discutido, permitindo a identificação e correção de quaisquer detalhe que pudesse surgir. No final, todos os intervenientes aprovaram os requisitos, assegurando a sua precisão e alinhamento com as necessidades da *Belo Cars*.

3. Modelação Conceptual

3.1. Apresentação da Abordagem de Modelação Realizada

A elaboração do esquema conceptual para o sistema de base de dados da *Belo Cars* é uma etapa crucial no processo de desenvolvimento, pois esta define a estrutura do sistema de base de dados, incluindo as entidades principais, os seus relacionamentos e atributos essenciais.

O processo de modelação conceptual adotado para desenvolver o modelo foi desenvolvido utilizando a **notação de Chen (1974, 2002)** combinada com elementos da notação **Min-Max de Abrial (1974)**, adaptados à ferramenta **BR Modelo**, esta oferece uma representação precisa e visualmente intuitiva das entidades, relacionamentos e atributos do sistema.

3.2. Identificação e Caracterização das Entidades

3.2.1. Cliente

A entidade **Cliente** representa um indivíduo que contrata os serviços da *Belo Cars* para o aluguer de veículos. Como elemento essencial do negócio, é fundamental manter registos precisos de todos os clientes da empresa.

Segundo o requisito **RD03**, um cliente é composto pelos seguintes atributos:

- **Id** – identificador único do cliente;
- **Nome** – nome completo do cliente;
- **Contacto** – número de telefone do cliente e formas de contacto adicionais:
 - **Telemóvel** - número de telemóvel para contacto direto
 - **Email** - endereço de email principal para comunicações
- **Data de Nascimento** - data de nascimento do cliente
- **NIF** - Número de Identificação Fiscal do cliente

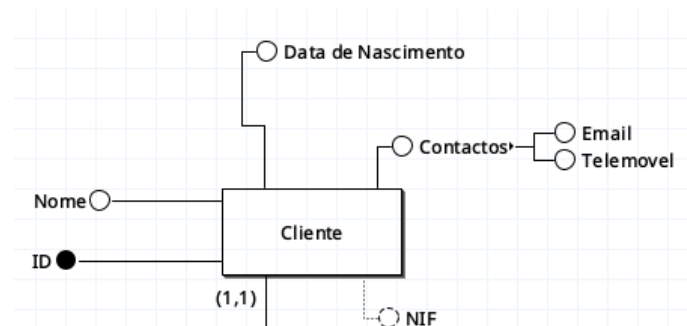


Figura 14: Entidade Cliente - Modelo Conceptual

Segue-se um exemplo hipotético de um cliente da *Belo Cars* registado no sistema a ser implementado. Cliente com o identificador numérico “126”, chamado **Mark Grayson** tem os endereços de email **mark.grayson2005@hotmail.com** e **grayson26@gmail.com** e o número telefónico **+351 912 345 678**. A sua data de nascimento é **12/05/1998** e o seu NIF é **263789541**.

3.2.2. Aluguer

A entidade **Aluguer** representa o registo de uma solicitação de aluguer de veículo feita por um cliente na *Belo Cars*. Cada aluguer contém informações essenciais para garantir um processo eficiente e organizado.

Segundo o requisito **RD04**, um aluguer é composto pelos seguintes atributos:

- **ID** – identificador único do Aluguer;
- **Data de Início** – data prevista para o início do aluguer;
- **Data de Fim** – data prevista para a devolução do veículo;
- **Valor** – custo total do aluguer;
- **Método de Pagamento** – forma de pagamento escolhida pelo cliente.

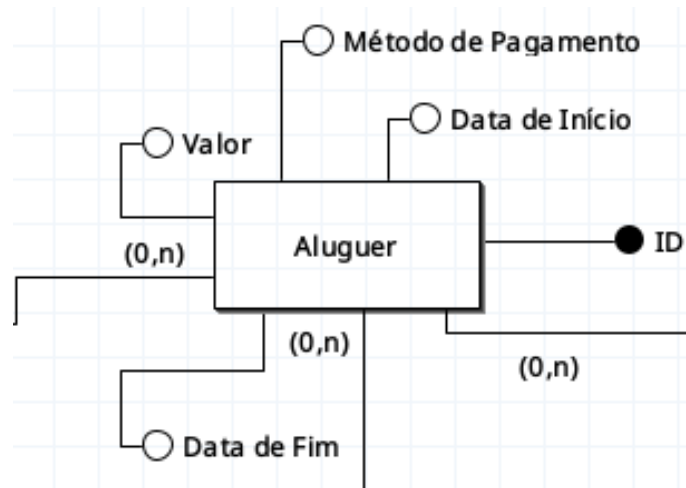


Figura 15: Entidade Aluguer - Modelo Conceptual

Poderá ser um Aluguer válido o seguinte: com o identificador numérico **“342”** foi feito com início a **12 de março de 2025** e término a **19 de março de 2025**, com um valor total de **350€** e método de pagamento por **cartão de débito**.

3.2.3. Veículo

A entidade **Veículo** representa um automóvel para aluguer na *Belo Cars*. Cada veículo possui informações detalhadas para garantir uma gestão eficiente da frota e um processo de aluguer organizado.

Segundo os requisitos **RD01** e **RD02**, cada Veículo registado no sistema possui os seguintes atributos:

- **Matrícula** – identificador único do veículo;
- **Marca** – fabricante do veículo;
- **Modelo** – modelo específico do veículo;
- **Ano** – ano de fabricação do veículo;
- **Tipo** – categoria do veículo;
- **Preço Diário** – valor cobrado por dia de aluguer;
- **Nº de Passageiros** – capacidade máxima de ocupantes;
- **Disponível** – indica se o veículo está disponível para aluguer;
- **Tara** – peso do veículo sem carga;
- **Carga Máxima** – peso máximo que o veículo pode transportar;
- **Consumo** – consumo médio de combustível;
- **Transmissão** – tipo de caixa de velocidades (manual ou automática);
- **Combustível** – tipo de combustível consumido pelo veículo.

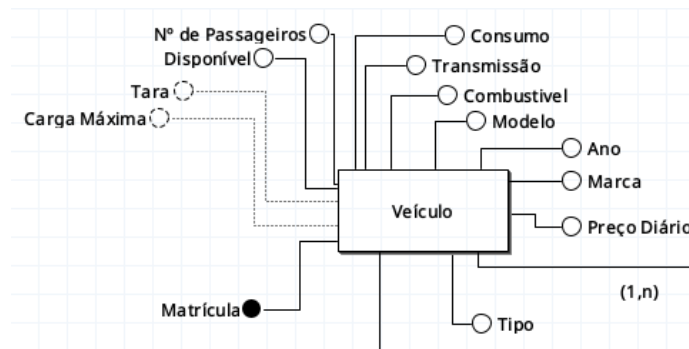


Figura 16: Entidade Veículo - Modelo Conceptual

Segue-se um exemplo hipotético que poderá representar um Veículo pertencente à *Belo Cars* na Base de Dados: com a matrícula “**AA-22-BB**” corresponde a um **Mercedes-Benz** (Marca) modelo **Classe A** (Modelo), fabricado no ano de **2022** (Ano). É um veículo do tipo **Compacto** com preço diário de **85€**. Tem capacidade para **5 passageiros**, como é um carro de passageiros não possui informações sobre peso máximo e tara. O consumo médio é de **5,2 L/100km**, possui transmissão **automática** e utiliza **gasolina** como combustível. Atualmente, encontra-se **indisponível** para aluguer pois já se encontra reservado.

3.2.4. Funcionário

A entidade **Funcionário** representa o registo de um funcionário que trabalha na *Belo Cars*. Cada funcionário contém informações essenciais para a gestão de recursos humanos e organização da empresa.

Segundo o requisito **RD05**, um funcionário é composto pelos seguintes atributos:

- **ID** – identificador único do funcionário;
- **Nome** – nome completo do funcionário;
- **Departamento** – setor da empresa onde o funcionário exerce suas funções;
- **Função** – cargo ou papel desempenhado pelo funcionário;
- **Contacto** – informações para comunicação com o funcionário:
 - **Email** – endereço de correio eletrónico profissional;
 - **Telefone** – número de telefone para contacto.

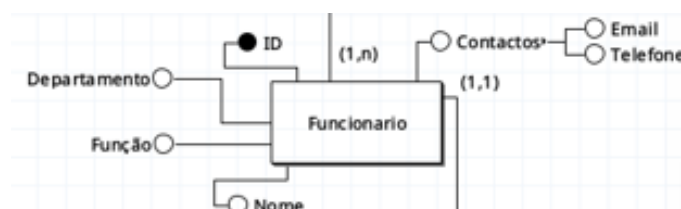


Figura 17: Entidade Funcionário - Modelo Conceptual

Segue-se um exemplo hipotético de um funcionário registado no sistema a ser implementado. O funcionário com o identificador numérico “**125**” chama-se **João Silva**, trabalha no departamento de **Vendas** e exerce a função de **Consultor Comercial**. Pode ser contactado através do email **joao.silva@belocars.pt** ou pelo telefone **+351 923 456 789**.

3.2.5. Stand

A entidade **Stand** representa a estrutura onde os funcionários exercem as suas funções e também acolhe os veículos para aluguer.

Segundo os requisitos **RD06** :

- **ID** – identificador único do Stand;
- **Localização** – cidade onde o Stand está situado;
- **Endereço** – morada completa do Stand;
- **Código Postal** – código postal correspondente ao endereço;
- **Contacto** – informações para comunicação com o Stand:

- ▶ **Email** – endereço de correio eletrónico do Stand;
- ▶ **Telefone** – número de telefone para contacto.

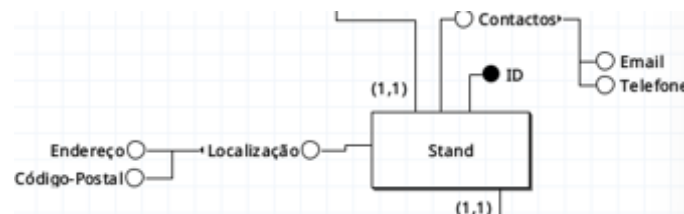


Figura 18: Entidade Stand - Modelo Conceptual

Segue-se um exemplo hipotético de um Stand no sistema a ser implementado: com o identificador numérico “1” possui a sua localização em **Braga**, com endereço na **Avenida da Liberdade, 123** e código postal **4710-249**. Para contacto, está disponível o email **braga@belocars.pt** e o telefone **+351 253 123 456**.

3.3. Identificação e Caracterização dos Relacionamentos

3.3.1. Cliente → Aluguer : 1 → n

Segundo os requisitos do sistema **RC06**, cada Cliente pode solicitar e efetuar vários alugueres de veículos, sendo que este pode ter zero ou mais alugueres associados. Cada Aluguer tem a ele apenas e unicamente um Cliente associado. Isto permite visualizar todo o histórico de alugueres de cada cliente individualmente.

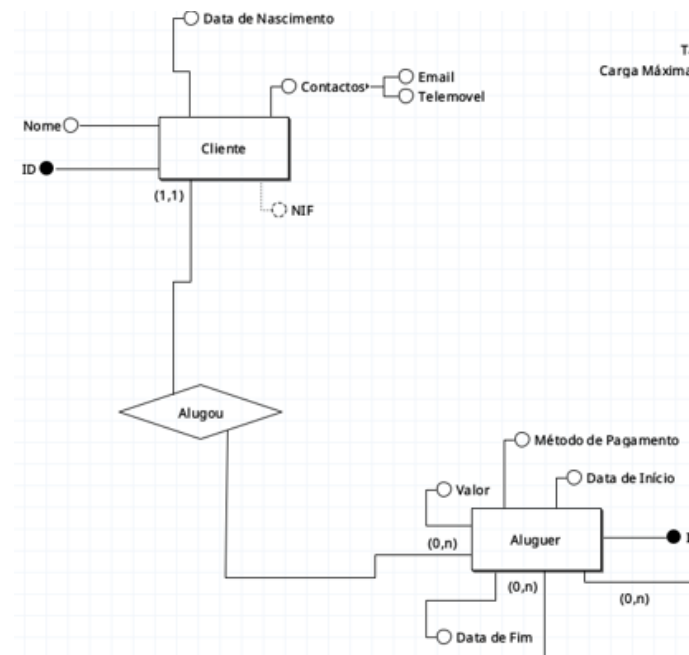


Figura 19: Relacionamento Cliente -> Aluguer - Modelo Conceptual

3.3.2. Veículo → Aluguer : 1 → n

Segundo o **RC07**, cada veículo da frota pode ser reservado múltiplas vezes ao longo do tempo, sendo que um Veículo pode ter zero ou mais alugueres associados. Cada Aluguer tem que ter pelo menos um Veículo atribuído. Isto possibilita o controlo da disponibilidade e ocupação de cada veículo da frota.

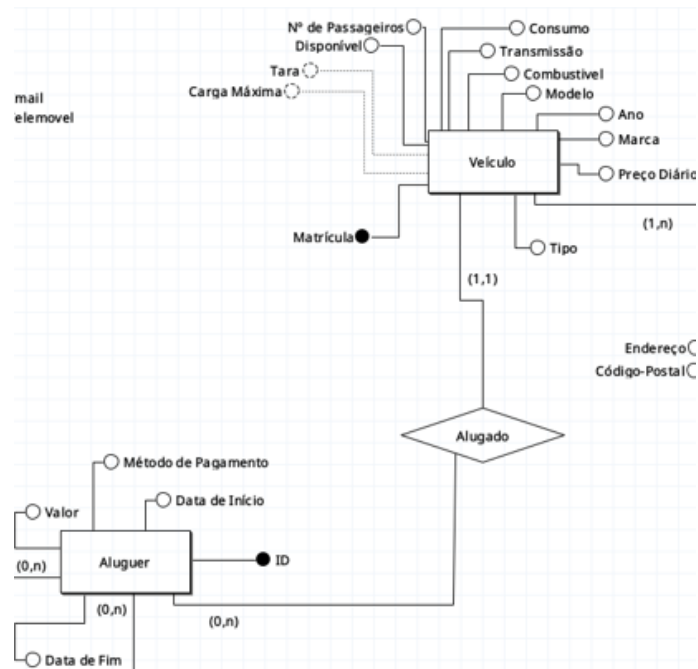


Figura 20: Relacionamento Veículo -> Aluguer - Modelo Conceptual

3.3.3. Veículo → Stand : 1 → n

Segundo o **RC09**, cada Veículo deve estar associado a um Stand. Um Veículo pertence a um único Stand, enquanto que um stand está associado a um ou mais veículos. Isso simplifica o processo de gestão e a alocação dos veículos na empresa.

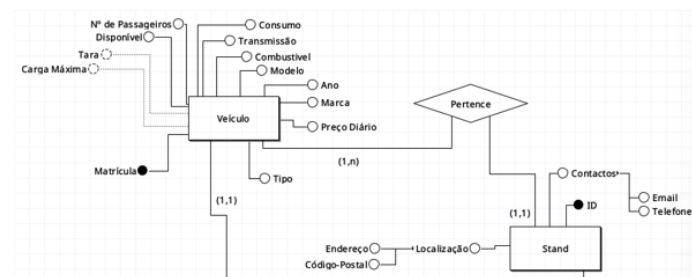


Figura 21: Relacionamento Veículo -> Stand - Modelo Conceptual

3.3.4. Stand → Funcionario : 1 → n

Segundo **RC11**, cada Stand pode empregar vários funcionários, sendo que este deve ter pelo menos um Funcionário associado. Cada Funcionário está associado apenas e unicamente a um Stand. Isto permite visualizar todos os funcionários de cada stand individualmente.

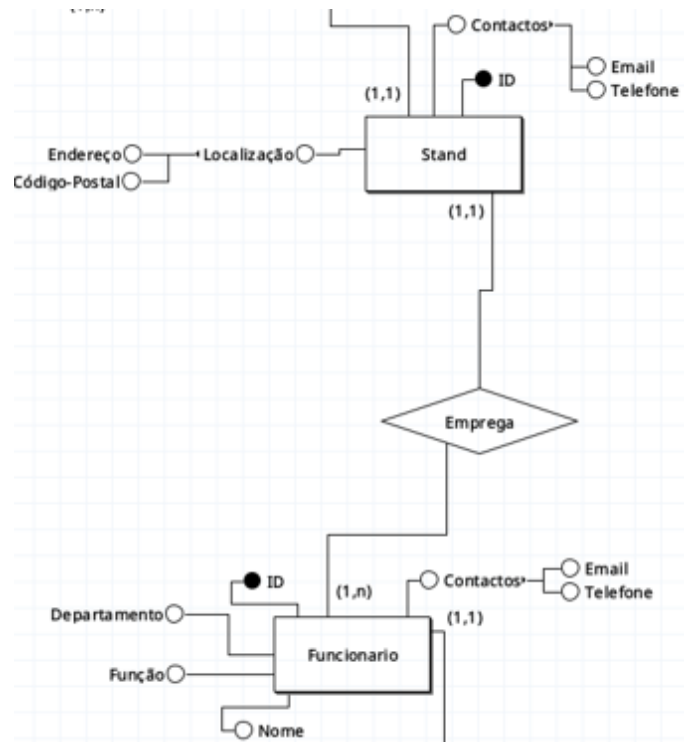


Figura 22: Relacionamento Stand -> Funcionario - Modelo Conceptual

3.3.5. Funcionario → Aluguer : 1 → n

Segundo o **RC08**, cada Funcionário pode supervisionar vários alugueres, sendo que cada Aluguer deve ter apenas e unicamente um funcionário responsável pela sua supervisão. Isto permite controlar todos os alugueres realizados sob a responsabilidade de cada funcionário.

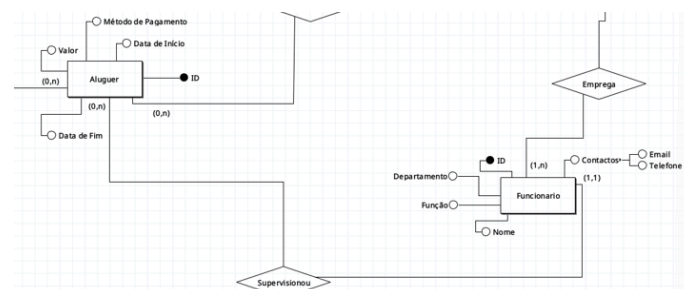


Figura 23: Relacionamento Funcionário -> Aluguer - Modelo Conceptual

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

3.4.1. Cliente

Segundo o requisito **RD03**, um cliente é composto pelos seguintes atributos:

- **Id** - identificador único - sequencial atribuído no momento de criação da conta no sistema, permitindo identificar de forma única cada cliente (INT), ex: 126;
- **Nome** - nome completo do cliente, utilizado para identificação (VARCHAR(50)), ex: Mark Grayson;
- **Contacto** - informações para comunicação com o cliente:
 - **Telemóvel** - número de telefone móvel do cliente (VARCHAR(20)), ex: +351 912 345 678;
 - **Email** - endereços de email do cliente (VARCHAR(75)), ex: mark.grayson2005@hotmail.com, grayson26@gmail.com;
- **Data de Nascimento** - data de nascimento do cliente, para controlo e registo (DATE), ex: 12/05/1998;
- **NIF** - Número de Identificação Fiscal do cliente (INT), ex: 263789541.

3.4.2. Aluguer

Segundo o requisito **RD04**, um aluguer é composto pelos seguintes atributos:

- **ID** - identificador único - sequencial atribuído no momento do registo do aluguer (INT), ex: 342;
- **Data de Início** - data prevista para o início do aluguer (DATE), ex: 12 de março de 2025;
- **Data de Fim** - data prevista para a devolução do veículo (DATE), ex: 19 de março de 2025;
- **Valor** - custo total do aluguer (DECIMAL(10,2)), ex: 350€;
- **Método de Pagamento** - forma de pagamento escolhida pelo cliente (VARCHAR(50)), ex: cartão de crédito.

3.4.3. Veículo

Segundo os requisitos **RD01** e **RD02**, cada veículo registado no sistema possui os seguintes atributos:

- **Matrícula** - identificador único do veículo (VARCHAR(16)), ex: AA-22-BB;
- **Marca** - fabricante do veículo (VARCHAR(16)), ex: Mercedes-Benz;
- **Modelo** - modelo específico do veículo (VARCHAR(32)), ex: Classe A;
- **Ano** - ano de fabricação do veículo (INT), ex: 2022;
- **Tipo** - categoria do veículo (VARCHAR(16)), ex: Compacto;
- **Preço Diário** - valor cobrado por dia de aluguer (DECIMAL(10,2)), ex: 85€;
- **Nº de Passageiros** - capacidade máxima de ocupantes (INT), ex: 5;
- **Disponível** - indica se o veículo está disponível para aluguer (BOOLEAN), ex: TRUE;
- **Tara** - peso do veículo sem carga (INT), ex: 1250 kg;
- **Carga Máxima** - peso máximo que o veículo pode transportar (INT), ex: 450 kg;
- **Consumo** - consumo médio de combustível (DECIMAL(4,1)), ex: 5,2 L/100km;
- **Transmissão** - tipo de caixa de velocidades (VARCHAR(16)), ex: automática;
- **Combustível** - tipo de combustível utilizado pelo veículo (VARCHAR(16)), ex: gasolina.

3.4.4. Funcionário

Segundo o requisito **RD05**, um funcionário é composto pelos seguintes atributos:

- **ID** - identificador único - sequencial atribuído no momento do registo (INT), ex: 125;
- **Nome** - nome completo do funcionário, utilizado para identificação (VARCHAR(50)), ex: João Silva;
- **Departamento** - setor da empresa onde o funcionário exerce suas funções (VARCHAR(32)), ex: Vendas;
- **Função** - cargo ou papel desempenhado pelo funcionário (VARCHAR(16)), ex: Consultor Comercial;
- **Contacto** - informações para comunicação com o funcionário:
 - **Email** - endereço de correio eletrónico profissional (VARCHAR(75)), ex: joao.silva@belocars.pt;
 - **Telefone** - número de telefone para contato (VARCHAR(20)), ex: +351 923 456 789.

3.4.5. Stand

Segundo o requisito **RD06**, cada stand registado no sistema possui os seguintes atributos:

- **ID** - identificador único - sequencial atribuído no momento do registo (INT), ex: 1;
- **Endereço** - morada completa do Stand (VARCHAR(50)), ex: Avenida da Liberdade, 123;
- **Código Postal** - código postal correspondente ao endereço (VARCHAR(16)), ex: 4710-249;
- **Contacto** - informações para comunicação com o Stand:
 - **Email** - endereço de correio eletrónico do Stand (VARCHAR(75)), ex: braga@belocars.pt;
 - **Telefone** - número de telefone para contacto (VARCHAR(20)), ex: +351 253 123 456.

3.5. Apresentação e Explicação do Modelo Conceptual Produzido

O processo iniciou-se por analisar os requisitos levantados, identificando as entidades principais e os relacionamentos entre as mesmas. Neste contexto, o **ALuguer** destaca-se como uma entidade central deste caso de estudo, pois é a componente principal de muitas operações da empresa, incluindo a atribuição de funcionários, atribuição dos veículos, entre outros.

Foi adotada a estratégia de desenvolver um esquema conceptual único com todas as vistas de utilização identificadas, obtendo assim uma abordagem abrangente permitindo uma compreensão integrada do sistema como um todo. Sendo possível garantir uma consistência e coesão do modelo.

Ao integrar todas as entidades num único esquema conceptual, a visualização das relações entre elas fica mais acessível, bem como as interdependências importantes.

De seguida, segue-se o modelo conceptual final na sua totalidade:

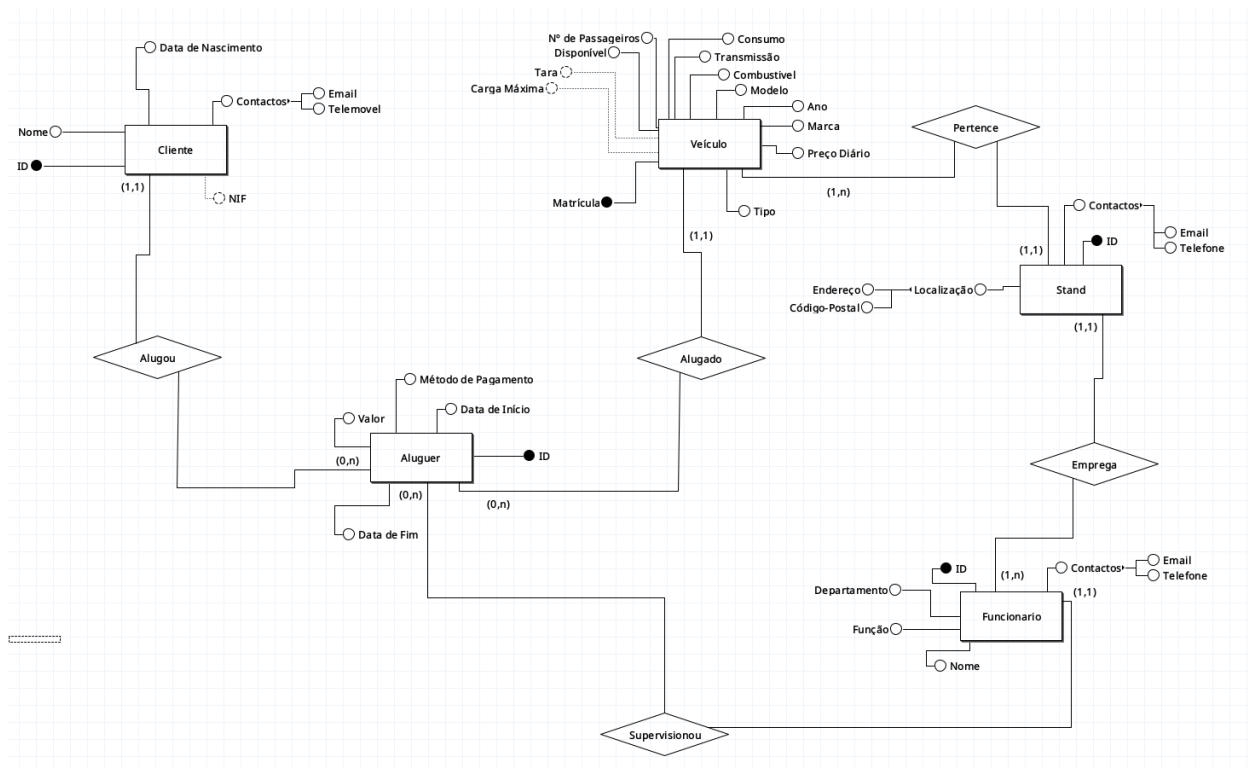


Figura 24: Modelo Conceptual Final

3.6. Validação do esquema

Na fase de validação do modelo conceptual da base de dados da *Belo Cars* é essencial rever minuciosamente todo o trabalho realizado, com especial atenção ao esquema desenvolvido e a documentação de suporte. A equipa de analistas está toda envolvida neste processo de revisão, examinando cada componente do esquema e a sua documentação associada.

Cada analista confere se o esquema produzido corresponde às necessidades específicas da empresa tendo em consideração os requisitos recolhidos anteriormente nesta fase.

Após algumas correções de detalhes identificadas durante o processo de revisão, os intervenientes aprovaram o esquema conceptual produzido, podendo avançar para a próxima etapa do processo de desenvolvimento.

4. Modelação Lógica

4.1. Construção e Validação do Modelo de Dados Lógico

O processo de conversão para o modelo lógico da base de dados envolveu a tradução dos elementos do modelo conceptual (desenvolvido na fase anterior) para tabelas e relacionamentos lógicos mais próximos da fase de Implementação.

Durante este processo, cada entidade identificada no modelo conceptual foi traduzida para uma tabela correspondente no modelo lógico. Os atributos de cada entidade foram reproduzidos em atributos de tabela, garantindo uma representação confiável das características de cada elemento do modelo conceptual. Além disso, os relacionamentos entre as entidades foram traduzidos em chaves estrangeiras ou novas tabelas dependendo da sua cardinalidade.

O método iniciou-se com as entidades que apresentam menos dependências, avançando gradualmente para aquelas com mais dependências, conforme se verifica na explicação do modelo lógico produzido.

Esta estratégia foi escolhida para garantir uma progressão lógica na definição das entidades e dos seus atributos. Ao abordar inicialmente as entidades com menor número de dependências, foi estabelecida uma base sólida para o modelo lógico, facilitando a integração e o desenvolvimento das entidades mais trabalhosas.

Durante este processo, utilizou-se a ferramenta *brModelo*, pois oferece uma interface intuitiva e eficaz para a criação do esquema lógico.

4.1.1. Derivação de Relações do Modelo de Dados Local

Durante o processo de conversão para o modelo lógico, seguiu-se uma abordagem adequada e estruturada. Inicialmente, identificou-se as entidades fundamentais do sistema, dando prioridade àquelas com menos dependências. Cada etapa de conversão envolveu a derivação de relações, normalização de dados e validação do esquema produzido, assegurando a consistência dos dados.

4.1.1.1. Cliente

A tabela “Cliente” foi criada através da entidade *CLiente* como parte do processo de modelação lógica da base de dados, destinada à representação e registo de indivíduos que contratam os serviços da empresa.

O atributo *ID* foi definido como chave primária para garantir a identificação única de cada cliente, representado com um círculo preto no diagrama conceptual. Além disso, foi incluído o atributo simples *Nome* para manter em registo o nome completo do cliente.

Durante a conversão do modelo conceptual para o modelo lógico, observa-se que os atributos da entidade original foram mapeados diretamente na tabela *Cliente*. No entanto, os atributos *Email* e *Telemóvel*, que estão agrupados sob o conceito de *Contactos* no modelo conceptual, foram incorporados na tabela “*Contactos_Cliente*” no modelo lógico, conforme mostrado na parte superior direita do diagrama.

A tabela “Cliente” também mantém outros atributos importantes como *Data de Nascimento* e o *NIF* (Número de Identificação Fiscal). A relação (1,1) indica que cada registo na entidade *CLiente* está associado a exatamente um registo correspondente na implementação lógica.

O diagrama ilustra claramente a transição do modelo conceptual (à esquerda) para o modelo lógico de dados (à direita), mostrando como os conceitos abstratos foram transformados em estruturas concretas na base de dados, mantendo a integridade das relações e atributos.

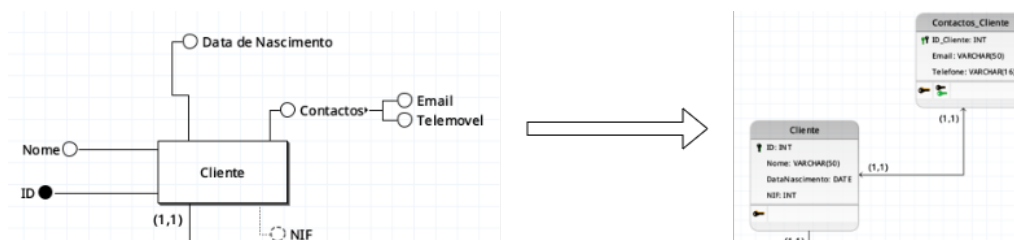


Figura 25: Conversão da Entidade "Cliente" - Modelo Lógico

4.1.2. Aluguer

A tabela "Aluguer" foi criada através da entidade Aluguer como parte do processo de modelação lógica da base de dados, destinada à representação e registo das operações de aluguer de Veículos.

O atributo *ID* foi definido como chave primária para garantir a identificação única de cada operação de aluguer, representado com um círculo preto no diagrama conceptual. Este identificador único permite rastrear cada transação individualmente no sistema.

Durante a conversão do modelo conceptual para o modelo lógico, observa-se que os atributos da entidade original foram mapeados diretamente na tabela Aluguer. Os atributos simples incluem *Valor*, que regista o montante financeiro da operação, *Método de Pagamento* que indica a forma como o pagamento foi efetuado, e os campos temporais *Data de Início* e *Data de Fim* que delimitam o período do aluguer.

A cardinalidade (0,n) indica que um Aluguer pode estar associado aos Veículos ou pode não estar associado a nenhum. Na implementação lógica, observamos que a tabela "Aluguer" mantém relações com as entidades *ID_Cliente*, *Matrícula* e *ID_Funcionário*, sugerindo que cada registo de Aluguer está associado a um Cliente específico, um Veículo identificado por matrícula e o Funcionário responsável pela operação.

O diagrama ilustra claramente a transição do modelo conceptual (à esquerda) para o modelo lógico de dados (à direita), demonstrando como a estrutura abstrata da entidade Aluguer foi transformada numa tabela concreta na base de dados, preservando todos os atributos e relacionamentos necessários para o funcionamento do sistema de gestão de alugueres.

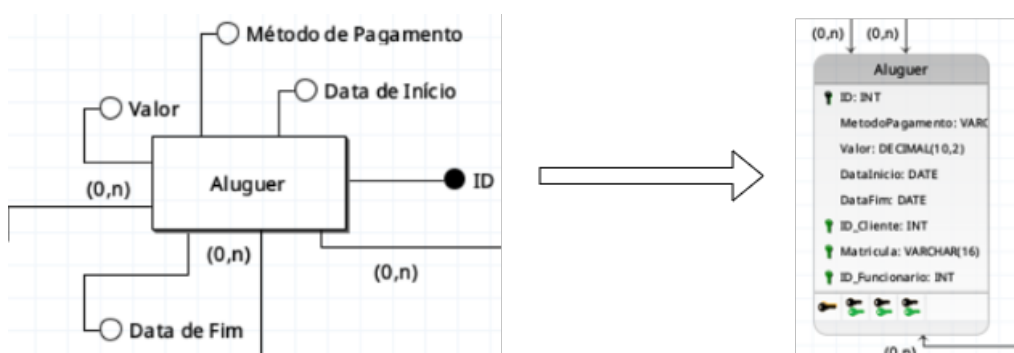


Figura 26: Conversão da Entidade "Aluguer" - Modelo Lógico

4.1.3. Veículo

A tabela “Veículo” foi criada através da entidade Veículo como parte do processo de modelação lógica da base de dados, destinada à representação e registo dos veículos para aluguer na empresa.

O atributo *Matrícula* foi definido como chave primária para garantir a identificação única de cada veículo, representado com um círculo preto no diagrama conceptual. Esta escolha é lógica uma vez que a matrícula é um identificador único e oficial de cada veículo.

Durante a conversão do modelo conceptual para o modelo lógico, observa-se que os atributos da entidade original foram mapeados diretamente na tabela “Veículo”. Os atributos incluem características técnicas como *Nº de Passageiros*, *Tara*, *Carga Máxima* e *Disponível* (que indica se o veículo está disponível para aluguer), além de *Transmissão* e *Combustível* que especificam detalhes mecânicos importantes.

Outros atributos relevantes incluem *Modelo*, *Ano*, *Marca* e *Tipo*, que caracterizam o veículo comercialmente, além do *Preço Diário* e *Consumo* que são informações essenciais para o cálculo de custos e identificação.

A cardinalidade (1,n) no diagrama indica que cada Veículo está associado a pelo menos um registo de Aluguer na implementação lógica. Podemos observar que na tabela resultante, todos os atributos foram implementados com tipos de dados apropriados: *VARCHAR* para textos como Marca e Modelo, *INT* para valores numéricos inteiros como Ano e Nº de Passageiros, *DECIMAL* para valores monetários como Preço Diário e *BOOLEAN* para valores lógicos como Disponível.

O diagrama ilustra claramente a transição do modelo conceptual (à esquerda) para o modelo lógico de dados (à direita), demonstrando como todos os atributos foram preservados e adequadamente tipificados na implementação da base de dados, mantendo as características essenciais para o sistema de gestão da frota de Veículos.

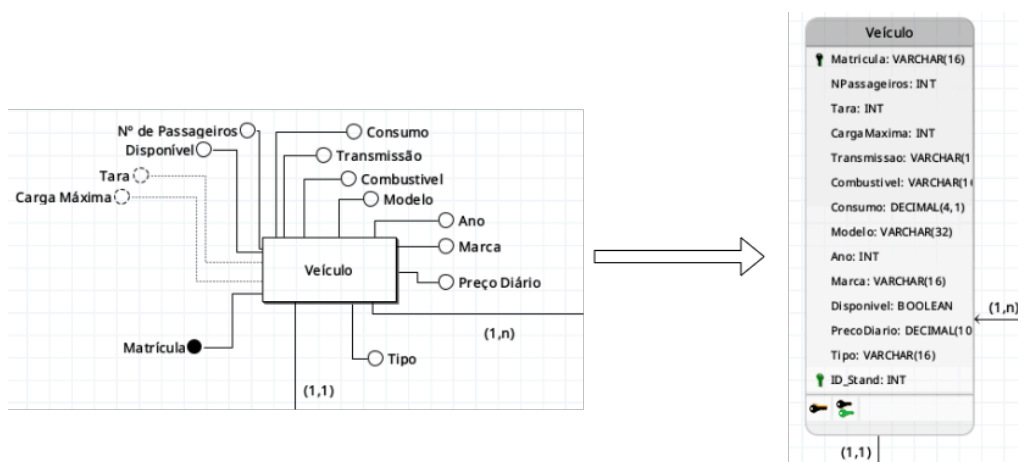


Figura 27: Conversão da Entidade "Veículo" - Modelo Lógico

4.1.4. Funcionário

A tabela “Funcionário” foi criada através da entidade Funcionário como parte do processo de modelação lógica da base de dados, destinada à representação e registo dos colaboradores da empresa responsáveis pelos serviços de aluguer.

O atributo *ID* foi definido como chave primária para garantir a identificação única de cada funcionário, representado com um círculo preto no diagrama conceptual. Este identificador único permite rastrear cada colaborador individualmente no sistema.

Durante a conversão do modelo conceptual para o modelo lógico, observa-se que os atributos da entidade original foram mapeados para a tabela “Funcionário”. Os atributos simples incluem *Nome*, *Departamento* e *Função*, que registam informações fundamentais sobre o colaborador dentro da estrutura organizacional.

Os atributos multi-valor *Email* e *Telefone*, que estão agrupados sob o conceito de *Contactos* no modelo conceptual, foram implementados através da criação de uma tabela separada “Contactos_Funcionario” no

modelo lógico, conforme mostrado na parte inferior direita do diagrama. Esta abordagem permite associar dois tipos de contactos a um único funcionário.

As cardinalidades (1,n) presentes nos relacionamentos indicam que cada funcionário está associado a pelo menos um Stand. Na tabela resultante, os atributos foram implementados com tipos de dados apropriados: *INT* para o identificador, *VARCHAR* para *strings* como Nome, Departamento e Função.

O diagrama ilustra claramente a transição do modelo conceptual (à esquerda) para o modelo lógico de dados (à direita), demonstrando como a estrutura abstrata da entidade Funcionário foi transformada em tabelas concretas na base de dados, preservando todos os atributos e relacionamentos necessários para o funcionamento do sistema de gestão de Recursos Humanos da empresa.

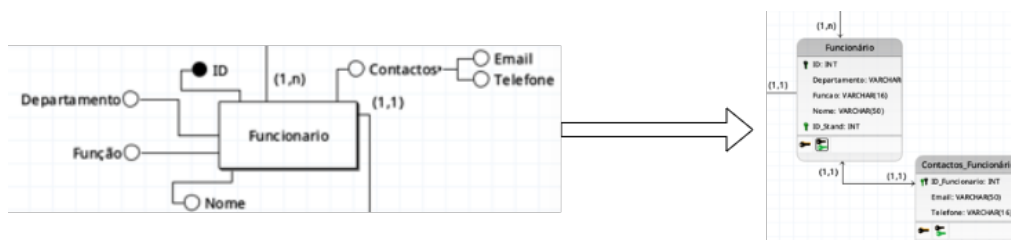


Figura 28: Conversão da Entidade "Funcionario" - Modelo Lógico

4.1.5. Stand

A tabela "Stand" foi criada através da entidade Stand como parte do processo de modelação lógica da base de dados, destinada à representação e registo dos locais físicos onde os veículos são disponibilizados para aluguer.

O atributo *ID* foi definido como chave primária para garantir a identificação única de cada Stand, representado com um círculo preto no diagrama conceptual. Este identificador único permite referenciar cada sucursal individualmente no sistema.

Durante a conversão do modelo conceptual para o modelo lógico, observa-se que os atributos foram organizados em tabelas distintas para melhor estruturação dos dados. O atributo composto *Localização*, que inclui *Endereço* e *Código Postal* no modelo conceptual, foi implementado como uma tabela separada "Localização" no modelo lógico. Esta tabela mantém uma relação com a tabela principal "Stand" através do campo *ID_Stand*.

Os atributos multi-valor *Email* e *Telefone*, que estão agrupados sob o conceito de *Contactos* no modelo conceptual, foram implementados numa tabela separada "Contactos_Stand" no modelo lógico, conforme mostrado na parte superior direita do diagrama. Esta abordagem permite associar dois tipos de contactos a um único stand.

Na implementação lógica, os atributos foram tipificados apropriadamente: *INT* para identificadores, *VARCHAR* para textos como *Endereço*, *Email*, *Telefone* e *Código Postal*.

O diagrama ilustra claramente a transição do modelo conceptual (à esquerda) para o modelo lógico de dados (à direita), demonstrando como a entidade "Stand" foi decomposta em três tabelas relacionadas: "Stand" (tabela principal), "Localização" (para dados de morada) e "Contactos_Stand" (para informações de contacto). Esta estrutura normalizada otimiza o armazenamento de dados e facilita a manutenção das informações relacionadas aos *Stand*s da empresa.

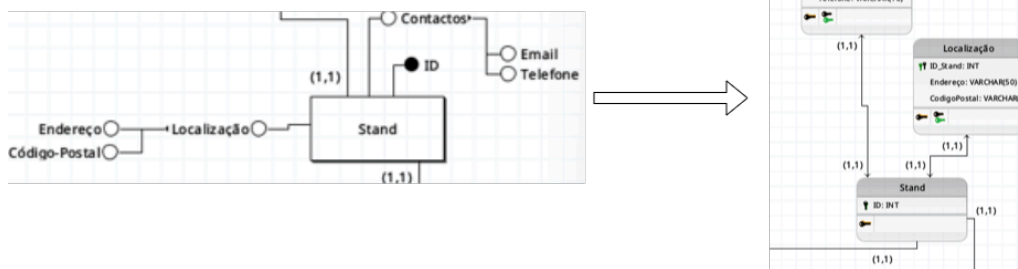


Figura 29: Conversão da Entidade "Stand" - Modelo Lógico

4.2. Apresentação do Modelo Lógico Final Produzido

Na imagem seguinte, encontra-se o modelo lógico da base de dados desenvolvido:

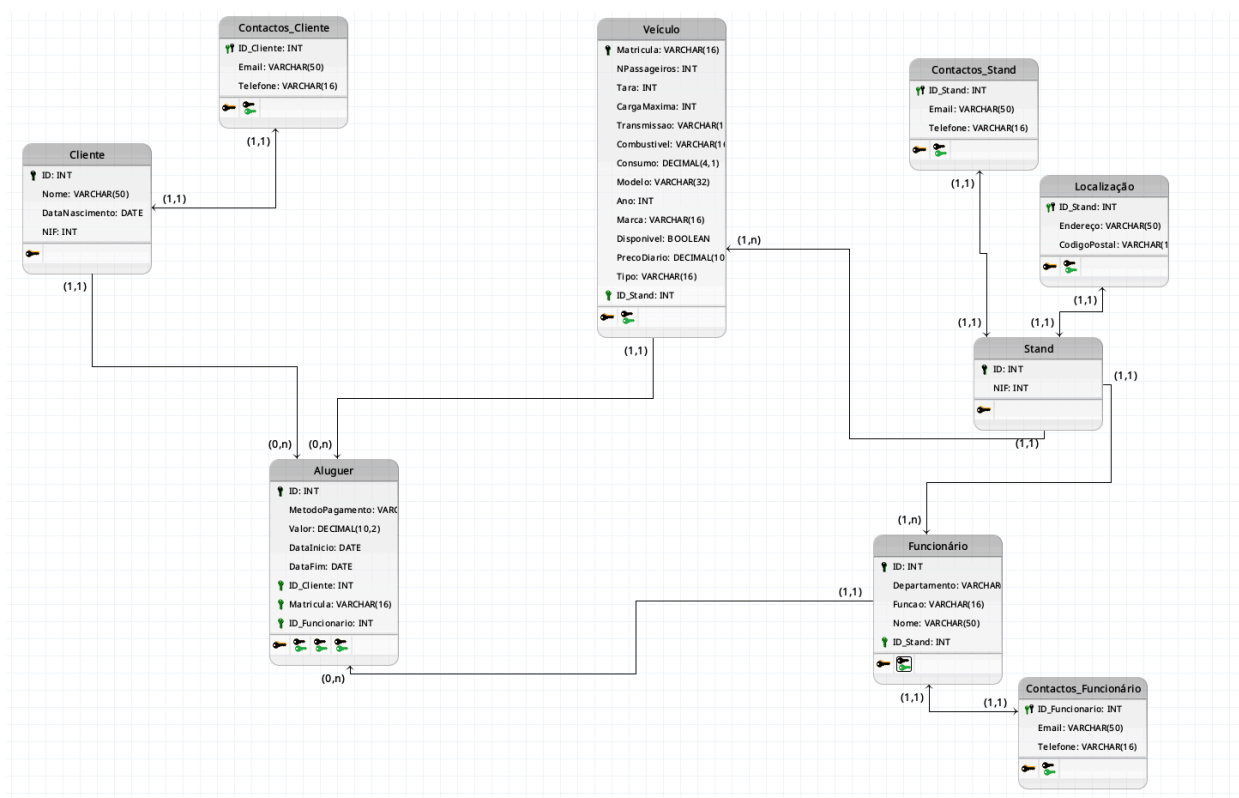


Figura 30: Modelo Lógico Final

4.3. Normalização de Dados

Neste processo de conceptualização e desenvolvimento de uma Base de Dados deve sempre ser tido em conta o conceito de Normalização de Dados, que nada mais é do que a manutenção e a garantia dos aspetos fundamentais que estão na base de qualquer sistema que implemente uma Base de Dados - a asseguaração da **Integridade dos Dados** e **Redundância Controlada**. Para isso estão descritas várias regras

que regem esta estrutura dos Modelos de Base de Dados Relacionais, regras estas a que chamamos **Formas Normais (FN)**.

Desta forma, queremos demonstrar nesta secção que a nossa proposta satisfaz pelo menos duas destas Formas Normais - a 1FN e 2FN. Depois de uma análise cuidada do nosso modelo podemos afirmar que:

- Todas as tabelas do modelo têm uma chave primária bem definida, garantindo que cada registo é único. Isto também assegura que cada campo armazena apenas um valor por registo, cumprindo assim os requisitos da Primeira Forma Normal (1FN), ou seja, não existem atributos com múltiplos valores em nenhuma tabela. Exemplos de tabelas neste sentido são: Cliente, Aluguer, Veículo, Stand, Funcionário.
- Além disso, observa-se que todos os atributos de cada tabela dependem totalmente da sua chave primária. Isso significa que os critérios da Segunda Forma Normal (2FN) estão satisfeitos, garantindo que não existem dependências parciais entre os atributos e a chave primária. Exemplos desta regra são: Contactos_Cliente, Contactos_Funcionário, Contactos_Stand, Localizacao.

Conclui-se que o modelo cumpre os requisitos da Primeira e da Segunda Forma Normal. Todas as tabelas apresentam uma chave primária que garante a unicidade dos registos e evitam a presença de atributos multi-valorados, assegurando o cumprimento da 1FN. Além disso, todos os atributos das tabelas dependem inteiramente da respetiva chave primária, o que confirma a conformidade com a 2FN, não existindo dependências parciais. Desta forma, o modelo apresenta uma estrutura relacional coerente, consistente e bem normalizada até à segunda Forma Normal.

4.4. Validação do Modelo recorrendo à Álgebra Relacional

Nesta secção pretende-se afirmar a correção dos Requisitos de Manipulação estipulados anteriormente, recorrendo à Álgebra Relacional. Note-se que foram selecionados apenas alguns dos Requisitos de Manipulação para manter uma exposição pertinente e sem repetição de formulações ou estratégias semelhantes.

RM03: *Tem de ser possível a listagem de todos os alugueres efetuados por um cliente mediante a introdução do seu id (incluindo também o id, a marca e o modelo do veículo associado) e, opcionalmente, um intervalo de datas limite*

Para satisfazer este requisito, aplica-se uma operação de seleção sobre a tabela Aluguer, filtrando os registos pelo ID_Cliente fornecido e, opcionalmente, por um intervalo de datas (DataInicio e DataFim). Em seguida, executa-se uma junção com a relação Veiculo, através do atributo ID_Veiculo, para obter os detalhes do veículo associado a cada aluguer. Por fim, utiliza-se a projeção para apresentar apenas os campos relevantes: ID_Aluguer, Nome do Cliente, Marca, Modelo.

- **Expressão:**

$$\pi_{\text{Aluguer.ID, Nome, Marca, Modelo}} \left(\sigma_{(\text{ID_Cliente} = 1 \text{ and } \text{DataInicio} \geq 20250401 \text{ and } \text{DataFim} \leq 20250410)} \left(\left(\text{Aluguer} \bowtie \text{ID_Cliente} = \text{Cliente.ID} \left(\text{Cliente} \right) \right) \bowtie \text{Matricula} = \text{Veiculo.Matricula} \left(\text{Veiculo} \right) \right) \right)$$

5 ms

Figura 31: Expressão em Álgebra Relacional do RM03

- **Árvore:**

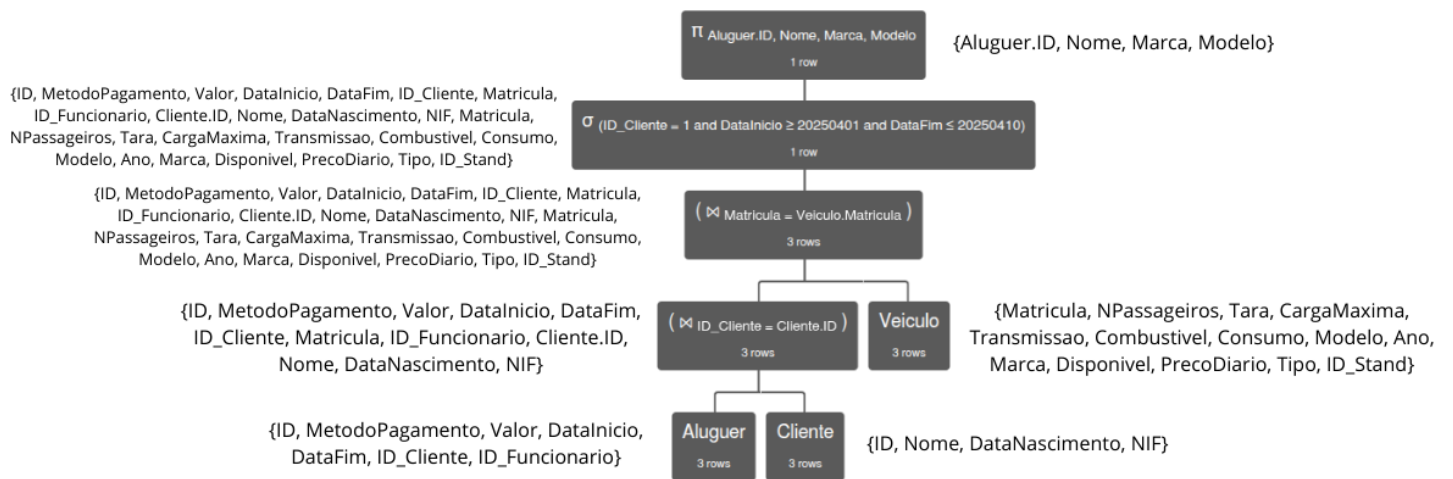


Figura 32: Ávore lógica da expressão do RM03

RM05: Consulta de todos os veículos de um dado stand que estão disponíveis para alugar

Para cumprir este requisito, inicia-se com uma seleção sobre a tabela Veiculo, utilizando o ID_Stand correspondente ao stand pretendido. Esta operação é combinada com a verificação do estado de Disponibilidade do veículo (por exemplo, atributo Disponivel=true). Através desta filtragem, obtêm-se apenas os veículos pertencentes ao stand indicado que estão atualmente disponíveis para aluguer. Uma projeção final pode ser aplicada para devolver apenas os atributos relevantes, como ID_Veiculo, Marca e Modelo.

- **Expressão:**

$$\Pi_{ID, Matricula, Modelo, Marca, PrecoDiario} \sigma_{ID_Stand = 1 \text{ and } Disponivel} ((Stand) \bowtie_{ID = ID_Stand} Veiculo)$$

Figura 33: Expressão em Álgebra Relacional do RM05

- **Árvore:**

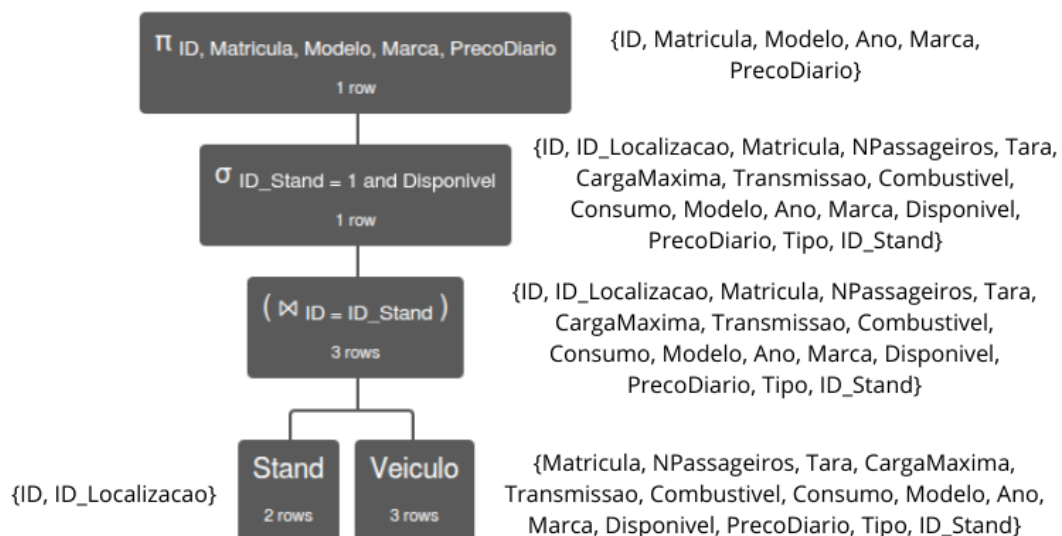


Figura 34: Ávore lógica da expressão do RM05

RM06: Calcular o valor da receita num dado dia, associado a todos as transações efetuadas nesse mesmo dia

Para calcular a receita total de um determinado dia, aplica-se uma seleção sobre a tabela Aluguer, filtrando os registos pela data indicada (DataInicio = data_desejada). De seguida, utiliza-se uma operação de agrupamento e agregação (γ) para calcular a soma dos valores do atributo Preço, resultando no total da receita associada a todas as transações efetuadas nesse dia.

- **Expressão:**

$$\sigma_{\text{DataInicio} = 20250401} (\gamma_{\text{DataInicio}; \text{SUM(Valor)} \rightarrow \text{ReceitaTotal}} (\text{Aluguer}))$$

3 ms

Figura 35: Expressão em Álgebra Relacional do RM06

- **Árvore:**

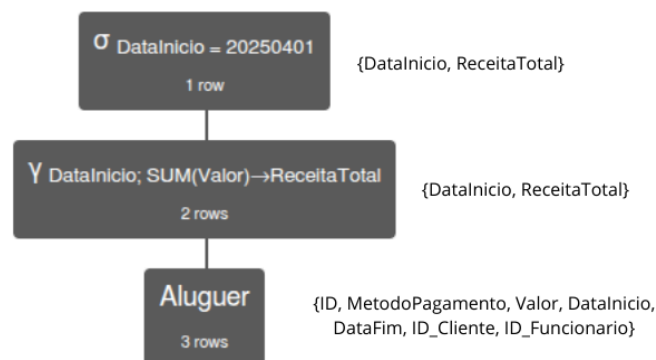


Figura 36: Árvore lógica da expressão do RM06

RM07: Listar por ordem decrescente os funcionários que mais efetuaram alugueres para monitorizar o desempenho

Para monitorizar o desempenho dos funcionários com base no número de alugueres realizados, inicia-se com uma junção entre as tabelas Funcionario e Aluguer, através do atributo ID_Funcionario. Em seguida, aplica-se uma operação de agregação (γ) para contar o número de alugueres por funcionário. Por fim, utiliza-se a ordenação decrescente (τ) sobre o total de alugueres para listar os funcionários por ordem de desempenho.

- **Expressão:**

$$\pi_{\text{total_alugueres}, \text{Funcionario.ID}, \text{Funcionario.Nome}, \text{Funcionario.ID_Stand}} (\tau_{\text{total_alugueres desc}} (\gamma_{\text{ID_Funcionario}; \text{COUNT(ID)} \rightarrow \text{total_alugueres}} (\text{Aluguer}) \bowtie_{\text{ID_Funcionario} = \text{ID}} (\text{Funcionario})))$$

3 ms

Figura 37: Expressão em Álgebra Relacional do RM07

- **Árvore:**

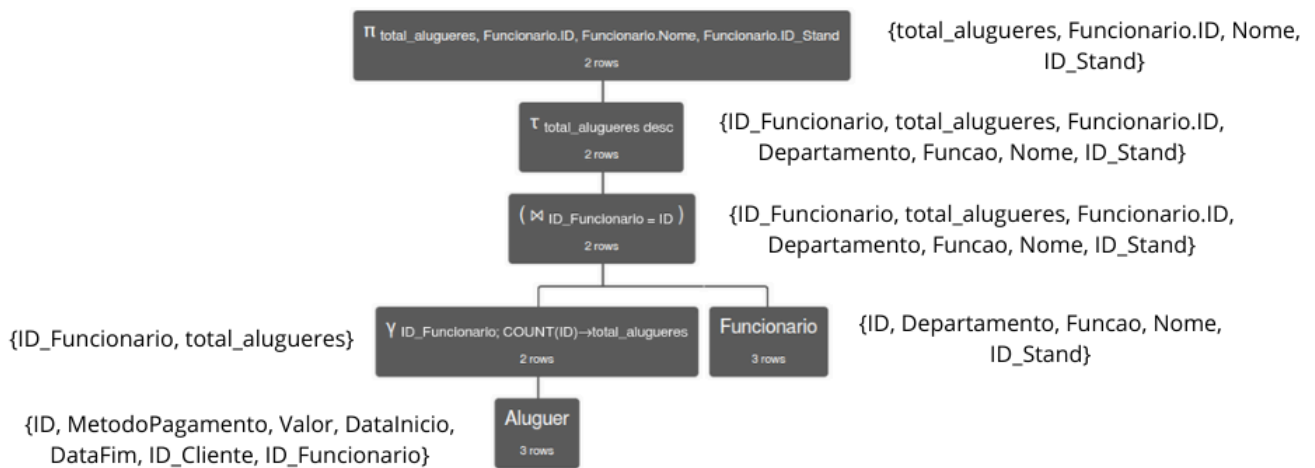


Figura 38: Ávore lógica da expressão do RM07

Para demonstrar como ficaria o '*Top Funcionários*', fica aqui um exemplo ilustrativo da mesma *querie* executada na Calculadora de Álgebra Relacional *RelaX*, que retrata o *top* decrescente dos Funcionários que supervisionaram mais alugueres:

total_alugueres	Funcionario.ID	Funcionario.Nome	Funcionario.ID_Stand
2	1	'carlos_magalhaes'	1
1	2	'marta_costa'	1

Figura 39: Tabela resultado da execução da Querie no RelaX - exemplo populado ilustrativo

Em suma, a aplicação da Álgebra Relacional permitiu formalizar e estruturar logicamente os requisitos de manipulação propostos, garantindo uma representação rigorosa e expressiva das operações sobre os dados. Através do uso combinado de operadores como seleção, projeção, junção, agregação e ordenação, foi possível satisfazer integralmente os cenários definidos, assegurando a extração precisa da informação pretendida e proporcionando uma base sólida para a futura implementação das consultas em SQL no sistema final.

5. Referência Bibliográfica

1. Chen, P. (1976, março). The Entity-Relationship Model - Toward a Unified View of Data. ACM Transactions on Database Systems, 1(1), 9–36. <https://doi.org/10.1145/320434.320440>
2. Sis4. (s.d.). Modelo BR. Obtido de <http://www.sis4.com/brModelo/>
3. Chen, P. (2002). Entity-Relationship Modeling: Historical Events, Future Trends, and Lessons Learned [PDF]. Em Software Pioneers (pp. 296–310). Springer-Verlag. ISBN 978-3-540-43081-0.
4. MySQL. (s.d.). MySQL Workbench. Obtido de <https://www.mysql.com/products/workbench/>
5. Kessler, J. (2022, setembro). Relax. Obtido de <https://dbis-uibk.github.io/relax/landing>
6. Fuchs, M. (2021, 3 de março). Entity-Relationship Diagram (ERD). Obtido de <https://michael-fuchs-sql.netlify.app/2021/03/03/entity-relationship-diagram-erd/>
7. MySQL (s.d.). Documentação SQL. Obtido de <https://dev.mysql.com/doc/>

Lista de Siglas e Acrónimos

SBD Sistema de Base de Dados

RD Requisito de Descrição

RM Requisito de Manipulação

RC Requisito de Controlo

Anexos

Anexo 1: Requisitos Gerais Pt.1 Anexo 2: Requisitos Gerais Pt.2

Belo Cars

Documento de Recolha de Requisitos

Desenvolvimento de um Sistema de Base de Dados

Marco de 2025

Levantamento Geral:

Levantamento de Requisitos					
Nº	Data	Descrição	Área	Fonte	Analista
1	4 de março	Cada veículo contém um identificador único(matrícula), marca, modelo, ano de fabrico, preço diário, o consumo, o nº de passageiros que transporta, o tipo de combustível, o tipo (Mercadoria ou Passageiros) e estado atual (se está disponível ou não)	Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
2	4 de março	Se um Veículo for do tipo mercadoria deverá ainda possuir a tara (peso quando vazio) e a carga máxima	Veículos		Afonso Martins
3	4 de março	Cada cliente denota um identificador único, nome, data de nascimento, contacto (email e telemóvel) e nº de contribuinte (NIF)	Clientes	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
4	4 de março	Cada Aluguer possui um identificador único (número sequencial), data de início, data de fim, valor da transação e o método de pagamento	Aluguer	Sofia Moreau	Luis Felicio
5	4 de março	Cada funcionário possui um identificador único, nome, contactos (email e telefone), departamento e a sua função no departamento.	Funcionários	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
6	4 de março	Os dados acerca dos carros podem ser consultados por qualquer pessoa	Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
7	4 de março	Os dados acerca dos clientes podem ser acedidos pelo próprio ou por um Funcionário mediante a inserção do identificador	Clientes	Sofia Moreau	Afonso Martins
8	4 de março	Os dados dos funcionários podem ser acedidos pelo próprio ou por um superior (admin)	Funcionários	Sofia Moreau	Luis Felicio
9	9 de março	Os veículos podem ser filtrados por qualquer uma das especificações: marca, modelo, ano de fabrico, preço diário, o consumo, o nº de passageiros, o tipo de combustível, o tipo do veículo e disponibilidade	Veículos	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
10	9 de março	Os clientes apenas podem editar e consultar os seus próprios alugueres	Clientes / Alugueres	Sofia Moreau	Afonso Martins

11	9 de março	Os funcionários também possuem autorização para editar todos os alugueres mediante a introdução do ID	Funcionários / Alugueres	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
12	9 de março	Os alugueres podem ser filtrados por: intervalo de tempo (dado uma data de início e data de fim), intervalo de valores de pagamentos e por método de pagamento.	Alugueres	Sofia Moreau	Luis Felicio
13	9 de março	Cada Aluguer tem de estar associado a um e um só cliente, mas um cliente pode ter 0 ou vários alugueres	Alugueres / Clientes	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
14	10 de março	Cada Aluguer possui um e um só veículo, mas um veículo pode estar em 0 ou mais alugueres.	Alugueres / Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
15	10 de março	Cada aluguer tem de ter associado um funcionário, um funcionário pode ter vários alugueres ou não possuir qualquer aluguer associado	Alugueres / Funcionários	Sofia Moreau	Afonso Martins
16	10 de março	Cada Stand inclui um identificador único, uma localização (que possui endereço e código postal) e contactos (email e telefone)	Stands	Sofia Moreau	Luis Felicio
17	10 de março	Um Stand tem de ter um ou mais veículos a ele associados, mas um veículo só pode pertencer a um stand	Stands / Veículos	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
18	25 de março	Os carros podem ser transferidos para outro stand pelos funcionários	Veículos / Funcionários	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
19	25 de março	Tem de ser possível a listagem de todos os alugueres efetuados por um cliente mediante a introdução do seu id (incluindo o id, a marca e o modelo do veículo associado) e, opcionalmente, um intervalo de datas limite	Alugueres / Clientes	Sofia Moreau	Afonso Martins
20	25 de março	Listar os alugueres supervisionados por um dado funcionário, dado o id do funcionário e, opcionalmente, um intervalo de datas	Alugueres / Funcionários	Sofia Moreau	Luis Felicio
21	25 de março	Consulta de todos os veículos de um dado stand que estão disponíveis para alugar	Veículos / Stands	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
22	25 de março	Calcular o valor da receita num dado dia, associado a todos as transações efetuadas nesse dia	Alugueres	Sofia Moreau	Afonso Martins
23	25 de março	Listar por ordem decrescente os funcionários que mais efetuaram alugueres para monitorizar o desempenho	Funcionários / Alugueres	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
24	25 de março	Cada stand pode empregar um ou mais funcionários. Cada funcionário está associado apenas e unicamente a um stand	Stand / Funcionários	Sofia Moreau	Afonso Martins

Anexo 3: Tabela de Requisitos de Descrição

Organização e Categorização:

Requisitos de Descrição						
Nº	Data	Descrição	Área	Fonte	Revisor	
RD01	1	4 de março	Cada veículo contém um identificador único(matrícula), marca, modelo, ano de fabrico, preço diário, o consumo, o nº de passageiros que transporta, o tipo de combustível, o tipo (Mercadoria ou Passageiros) e estado atual (se está disponível ou não)	Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RD02	2	4 de março	Se um Veículo for do tipo mercadoria deverá ainda possuir a tara (peso quando vazio) e a carga máxima	Veículos		Afonso Martins
RD03	3	4 de março	Cada cliente denota um identificador único, nome, data de nascimento, contacto (email e telemóvel) e nº de contribuinte (NIF)	Clientes	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RD04	4	4 de março	Cada Aluguer possui um identificador único (número sequencial), data de início, data de fim, valor da transação e o método de pagamento	Aluguer	Sofia Moreau	Luís Felício
RD05	5	4 de março	Cada funcionário possui um identificador único, nome, contactos (email e telefone), departamento e a sua função no departamento.	Funcionários	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
RD06	16	10 março	Cada Stand inclui um identificador único, uma localização (que possui endereço e código postal) e contactos (email e telefone)	Stands	Sofia Moreau	Luís Felício

Anexo 4: Tabela de Requisitos de Manipulação

Requisitos de Manipulação						
Nº	Data	Descrição	Área	Fonte	Revisor	
RM01	9	9 de março	Os veículos podem ser filtrados por qualquer uma das especificações: marca, modelo, ano de fabrico, preço diário, o consumo, o nº de passageiros, o tipo de combustível, o tipo do veículo e disponibilidade	Veículos	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
RM02	12	9 de março	Os alugueres podem ser filtrados por: intervalo de tempo (dado uma data de início e data de fim), intervalo de valores de pagamentos e por método de pagamento.	Alugueres	Sofia Moreau	Luís Felício
RM03	19	25 março	Tem de ser possível a listagem de todos os alugueres efetuados por um cliente mediante a introdução do seu id (incluindo o id, a marca e o modelo do veículo associado) e, opcionalmente, um intervalo de datas limite	Alugueres / Clientes	Sofia Moreau	Afonso Martins
RM04	20	25 março	Listar os alugueres supervisionados por um dado funcionário, dado o id do funcionário e, opcionalmente, um intervalo de datas	Alugueres / Funcionários	Sofia Moreau	Luís Felício
RM05	21	25 março	Consulta de todos os veículos de um dado stand que estão disponíveis para alugar	Veículos / Stands	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
RM06	22	25 março	Calcular o valor da receita num dado dia, associado a todos as transações efetuadas nesse mesmo dia	Alugueres	Sofia Moreau	Afonso Martins
RM07	23	25 março	Listar por ordem decrescente os funcionários que mais efetuaram alugueres para monitorizar o desempenho	Funcionários / Alugueres	Sofia Moreau	Gonçalo Castro

Anexo 5: Tabela de Requisitos de Controlo

Requisitos de Controlo						
Nº		Data	Descrição	Área	Fonte	Revisor
RC01	6	4 de março	Os dados acerca dos carros podem ser consultados por qualquer pessoa	Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RC02	7	4 de março	Os dados acerca dos clientes podem ser acedidos pelo próprio ou por um Funcionário mediante a inserção do identificador	Cientes	Sofia Moreau	Afonso Martins
RC03	8	4 de março	Os dados dos funcionários podem ser acedidos pelo próprio ou por um superior (admin)	Funcionários	Sofia Moreau	Luís Felício
RC04	10	9 de março	Os clientes apenas podem editar e consultar os seus próprios alugueres	Cientes / Alugueres	Sofia Moreau	Afonso Martins
RC05	11	9 de março	Os funcionários também possuem autorização para editar todos os alugueres mediante a introdução do ID	Funcionários / Alugueres	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RC06	13	9 de março	Cada Aluguer tem de estar associado a um e um só cliente, mas um cliente pode ter 0 ou vários alugueres	Alugueres / Cientes	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
RC07	14	10 março	Cada Aluguer possui um e um só veículo, mas um veículo pode estar em 0 ou mais alugueres.	Alugueres / Veículos	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RC08	15	10 março	Cada aluguer tem de ter associado um funcionário, um funcionário pode ter vários alugueres ou não possuir qualquer aluguer associado	Alugueres / Funcionários	Sofia Moreau	Afonso Martins
RC09	17	10 março	Um Stand tem de ter um ou mais veículos a ele associados, mas um veículo só pode pertencer a um stand	Stands / Veículos	Sofia Moreau	Jorge Barbosa
RC10	18	25 março	Os carros podem ser transferidos para outro stand pelos funcionários	Veículos / Funcionários	Sofia Moreau	Gonçalo Castro
RC11	24	25 de março	Cada stand pode empregar um ou mais funcionários. Cada funcionário está associado apenas e unicamente a um stand	Stand / Funcionários	Sofia Moreau	Afonso Martins

Anexo 6: Primeira Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars

Questionário Interno – Recolha de Opiniões e Sugestões (Funcionários *Belo Cars*)

Este formulário tem como objetivo recolher a opinião dos colaboradores sobre o funcionamento da empresa e obter sugestões para melhorar os processos internos, a comunicação e a experiência de trabalho.

[Seguinte](#) [Limpar formulário](#)

Nunca envie palavras-passe através dos Google Forms.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google - [Termos de Utilização](#) - [Política de privacidade](#)

Este formulário parece suspeito? [Relatar](#)

Google Formulários

Anexo 7: Segunda Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars

Questionário Interno – Recolha de Opiniões e Sugestões (Funcionários *Belo Cars*)

* Indica uma pergunta obrigatória

Secção 1: Dados Gerais (opcional)

Nome

A sua resposta

Departamento em que trabalha *

Selecionar

Função / Cargo atual *

A sua resposta

Tempo na Empresa *

☐ Menos de 1 ano

☐ 1 a 3 anos

☐ 4 a 6 anos

☐ Mais de 6 anos

[Anterior](#) [Seguinte](#) [Limpar formulário](#)

Anexo 8: Terceira Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars

Questionário Interno – Recolha de Opiniões e Sugestões (Funcionários *Belo Cars*)

* Indica uma pergunta obrigatória

Avaliação dos Processos Atuais

Como avalia os atuais processos de reserva e gestão de veículos? *

1 2 3 4 5

Muito Ineficiente ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Muito Eficiente

Quais são os maiores desafios que enfrenta no dia a dia do seu trabalho? *

A sua resposta

Sente que os recursos disponíveis são suficientes para executar bem o seu trabalho? *

☐ Sim

☐ Em parte

☐ Não

☐ Não sei / Prefiro não responder

[Anterior](#) [Seguinte](#) [Limpar formulário](#)

Anexo 9: Quarta Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars

Questionário Interno – Recolha de Opiniões e Sugestões (Funcionários *Belo Cars*)

* Indica uma pergunta obrigatória

Sugestões e Inovação

Que melhorias gostaria de ver implementadas no novo sistema de gestão (base de dados, reservas, etc...)? *

A sua resposta

Há algum processo específico que considera desnecessário ou que poderia ser simplificado? *

A sua resposta

Tem sugestões para melhorar a comunicação entre departamentos?

A sua resposta

Outras observações ou sugestões gerais

A sua resposta

[Anterior](#) [Seguinte](#) [Limpar formulário](#)

Anexo 10: Quinta Página do Questionário que serviu de inquérito aos funcionários da Belo Cars

Questionário Interno – Recolha de Opiniões e Sugestões (Funcionários *Belo Cars*)

* Indica uma pergunta obrigatória

Secção Final

Gostaria de ser contactado para esclarecer melhor as suas respostas ou aprofundar as suas ideias? *

☐ Sim

☐ Não

Se respondeu 'Sim' acima, indique o seu email de contacto

A sua resposta

Anterior

Enviar

Limpar formulário

Anexo 11: Primeira Página da Ata de uma das Reuniões com a Sofia Moreau

ATA DE REUNIÃO

Projeto: Implementação do Sistema de Base de Dados da Belo Cars

Data: 17 de março de 2025

Hora: 10h00 – 11h30

Local: Sala de Reuniões Principal, Sede da Belo Cars (Lisboa)

Presenças:

- Sofia Moreau (CEO e Coordenadora do Projeto)

- Gonçalo Castro (Responsável pela Modelação de Relacionamentos e Levantamento de Requisitos)

- Afonso Martins (Responsável pela Contextualização e Entidades)

- Luis Felício (Responsável pelos Atributos e Esquema Lógico)

- Jorge Barbosa (Responsável pela Viabilidade Técnica e Esquema Conceptual)

1. Abertura da Reunião

A reunião foi iniciada por Sofia Moreau, que reforçou o compromisso da Belo Cars com a modernização tecnológica e agradeceu o esforço da equipa no progresso já realizado até à fase de definição de requisitos.

2. Ponto de Situação do Projeto

- Afonso Martins apresentou a Contextualização e confirmou que a descrição histórica da empresa foi finalizada.

- Gonçalo Castro explicou o progresso no Levantamento de Requisitos, destacando a necessidade de um sistema acessível remotamente, com foco em reservas online.

- Luis Felício destacou a importância de normalização de dados e propôs um modelo inicial para atributos dos clientes e veículos.

- Jorge Barbosa referiu que a viabilidade técnica foi validada com base em requisitos de escalabilidade e segurança.

3. Deliberações

Sofia Moreau reforçou que o novo sistema deve permitir:

- Consulta de reservas em tempo real.

- Gestão descentralizada das frotas de cada stand.

Anexo 12: Segunda Página da Ata de uma das Reuniões com a Sofia Moreau

- Relatórios automáticos para análise de desempenho e previsões de utilização.		
Foi decidido que o modelo conceptual deve estar completo até 7 de abril de 2025, incluindo todos os relacionamentos e regras de negócio.		
A equipa de TI irá validar a infraestrutura atual e propor melhorias até ao final de março.		
4. Ações a Desenvolver		
Tarefa	Responsável	Prazo
Concluir levantamento funcional	Gonçalo Castro	25/03/2025
Apresentar rascunho do modelo ER	Jorge Barbosa	01/04/2025
Rever atributos e normalização	Luís Felício	02/04/2025
Validar compatibilidade técnica	Afonso Martins	28/03/2025
5. Encerramento		
A reunião foi encerrada às 11h30 com palavras de motivação da CEO:		
"A Beto Cars nasceu de uma ideia simples: mobilidade com confiança. Este projeto é mais do que uma atualização — é a base do nosso futuro digital." — Sofia Moreau		
Próxima Reunião:		
Data Provisória: 27 de março de 2025		
Objetivo: Validação final do modelo conceptual e integração de requisitos técnicos.		