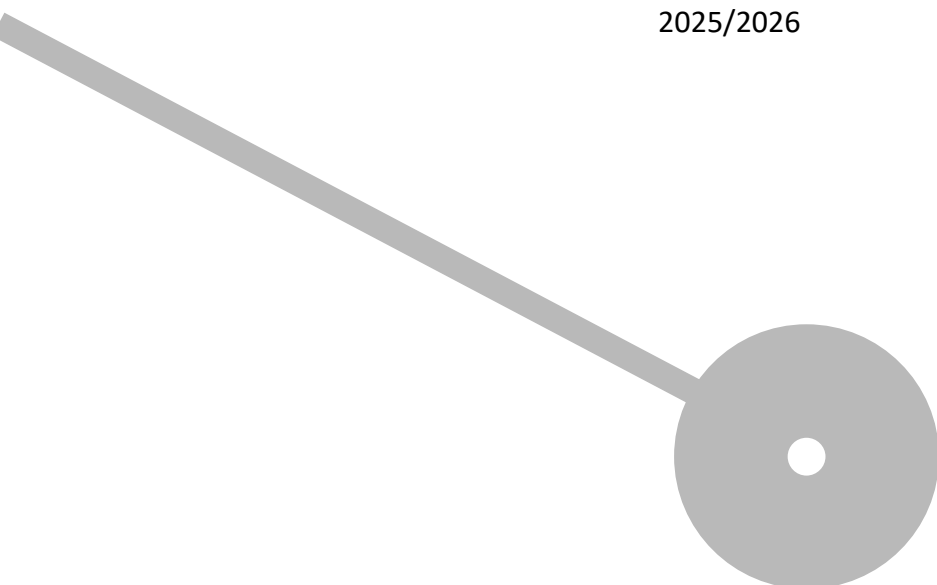




# Projeto Conjunto de Engenharia de Software e Base de Dados

Parque de Estacionamento inteligente

2025/2026



Politécnico do Porto  
Escola Superior de Media Artes e Design

40240449 – André Pinheiro

40220265- Silvia Meder

## **Sistema Inteligente de Estacionamento**

**Licenciatura em Tecnologias de Sistemas de Informação Web**

WebPII- Projeto Interdisciplinar do 2º ano

Docente: Prof. Lino Oliveira

Prof. Jorge Lima

Prof. Diogo Ribeiro

## Conteúdo

INTRODUÇÃO.....	5
1 ENQUADRAMENTO .....	6
1.1 Divisão de tarefas.....	6
2 OBJETIVOS .....	7
3 DESCRIÇÃO DETALHADA.....	8
3.1 Previsão de Disponibilidade de Vagas.....	8
3.2 Aplicação Móvel Integrada.....	8
3.3 Luzes LED Inteligentes.....	9
3.4 Integração com Veículos Elétricos (VE).....	9
3.5 Painéis Solares para Alimentação do Sistema .....	9
3.6 Segurança e Conforto.....	10
4 REQUISITOS FUNCIONAIS .....	11
5 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS .....	12
6 DIAGRAMAS.....	13
6.1 Diagramas de Casos de Uso .....	13
6.2 Subdivisão .....	13
6.2.1 UC01: Consultar Disponibilidade de Vagas .....	14
6.2.2 UC02: Navegar até à vaga livre.....	14
6.2.3 UC03: Registrar Entrada/Saída .....	15
6.2.4 UC04: Iniciar/Parar Carregamento EV (ELETRIC VEHICLE) .....	16
6.2.5 UC05: Efetuar Pagamento Digital .....	16
6.2.6 UC06: Emitir Recibo Digital.....	17
6.2.7 UC07: Ajustar Iluminação .....	18
6.2.8 UC08: Previsão de Ocupação.....	18
6.2.9 UC09: Monitorização dos Sensores.....	19
6.2.10 UC10: Monitorização dos Sensores .....	20
6.2.11 UC11: Ativar Protocolo de Evacuação .....	20
6.2.12 UC12: Notificar Condutores e Autoridades .....	21

6.3	Diagramas de Classes .....	22
6.4	Notação UML.....	23
6.5	Diagrama de Atividades .....	24
6.6	Diagrama de Sequência.....	24
7	MODELAÇÃO DA BASE DE DADOS.....	25
7.1	Objetivo da Modelação .....	25
7.2	Entidades Principais e Atributos .....	25
7.3	Diagrama ER .....	25
7.4	Lista de Queries Usadas para extrair dados .....	26
7.5	Modelo de Dados Não Relacional .....	27
	CONCLUSÃO.....	28

## INTRODUÇÃO

O sistema inteligente de estacionamento desenvolvido tem como objetivo otimizar a gestão de parques em edifícios através da integração de tecnologias modernas, como sensores IoT, iluminação inteligente, análise preditiva e aplicação móvel. O sistema permite monitorizar em tempo real a disponibilidade das vagas, identificar automaticamente a entrada e saída de veículos e orientar o utilizador até ao lugar livre mais próximo.

Inclui ainda funcionalidades avançadas, como previsão de ocupação com base em padrões históricos, integração com veículos elétricos, gestão automática de carregamento e pagamentos digitais. Em termos de segurança, incorpora deteção inteligente de incidentes, controlo energético através de LEDs ajustáveis e mecanismos de apoio à evacuação em situações de emergências.

O resultado é um sistema eficiente, sustentável e centrado no utilizador, capaz de melhorar significativamente a experiência de estacionamento e a gestão global do edifício.

## 1 ENQUADRAMENTO

A crescente necessidade de melhorar a mobilidade urbana e otimizar a utilização de espaços de estacionamento tem impulsionado o desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras.

Em contexto urbano, edifícios com parques de estacionamento enfrentam desafios como a gestão eficiente das vagas, o congestionamento, o desperdício energético e a falta de informação em tempo real para os utilizadores.

Paralelamente, a evolução das tecnologias IoT, da inteligência artificial e dos sistemas de gestão integrada criou novas oportunidades para modernizar estes ambientes, tornando-os mais inteligentes, seguros e sustentáveis.

Neste âmbito, o presente projeto propõe o desenvolvimento de um sistema inteligente de estacionamento destinado a edifícios, combinando monitorização automática, previsão de disponibilidade, orientação interna, integração com veículos elétricos e mecanismos avançados de segurança.

O sistema pretende não apenas melhorar a experiência do utilizador, mas também fornecer aos gestores do edifício uma ferramenta eficaz para controlar, otimizar e modernizar toda a operação do parque de estacionamento.

Assim, o projeto enquadra-se numa visão atual de edifícios inteligentes, promovendo eficiência energética, sustentabilidade e melhoria global dos serviços prestados.

### 1.1 Divisão de tarefas

Divisão de Tarefas Projeto Conjunto	André	Sílvia
Descrição detalhada do Sistema / Formatação Relatório	x	x
Requisitos Funcionais e Não Funcionais		x
Diagramas de Casos de Uso e respetivas descrições estruturadas	x	
Diagramas de Classes		x
Diagrama de Atividade		x
Diagrama de Sequência		x
Esquema normalizado da Base de Dados relacional	x	
Modelo Relacional	x	
Queries SQL	x	

## 2 OBJETIVOS

Desenvolver um sistema inteligente de gestão de estacionamento, com o propósito de otimizar a utilização das vagas disponíveis, aumentar a eficiência energética e proporcionar uma experiência moderna, segura e prática aos utilizadores. O sistema utilizará tecnologias como sensores, automação e energias renováveis para alcançar uma gestão sustentável e eficiente do espaço. Por isso temos o objetivo de implementar:

- Monitorizar em tempo real da ocupação das vagas através de sensores e indicadores luminosos (verde/vermelho), permitindo identificar rapidamente lugares livres ou ocupados
- Implementar um sistema preditivo que analise padrões de utilização e apresente previsões sobre a disponibilidade futura de vagas
- Desenvolver uma aplicação móvel integrada, permitindo aos utilizadores consultar a disponibilidade das vagas em tempo real.
- Receber notificações automáticas sobre o tempo de estacionamento ou alterações de reserva.
- Criar um sistema de guiamento interno inteligente, com painéis digitais e setas luminosas, para orientar os condutores até à vaga mais próxima ou reservada.
- Implementar luzes LED inteligentes que ajustem a sua intensidade conforme a iluminação ambiente, promovendo a poupança energética e a durabilidade do equipamento.
- Integrar suporte a veículos elétricos (VE), permitindo a identificação automática destes veículos, direcionando-os para vagas com carregador e notificando quando o carregamento estiver concluído.
- Promover a sustentabilidade energética com o uso de painéis solares para alimentar parte do sistema e reduzir o consumo proveniente da rede elétrica.
- Vigilância inteligente com IA para deteção de comportamentos suspeitos.
- Sensores para deteção de colisões ou vandalismo, com envio de alertas ao utilizador.
- Sistema de evacuação inteligente com luzes dinâmicas que orientam as rotas de saída em caso de emergência.

- Disponibilizar uma plataforma de gestão administrativa, para análise de dados operacionais, como taxa de ocupação, consumo energético e utilização das vagas dos veículos elétricos.
- Oferecer uma experiência eficiente, tecnológica e ecológica, contribuindo para uma mobilidade urbana mais inteligente e sustentável.

### **3 DESCRIÇÃO DETALHADA**

A presente secção tem como objetivo apresentar, de forma clara e estruturada, o funcionamento completo do sistema inteligente de estacionamento. A descrição detalhada permite compreender todos os processos envolvidos, desde a monitorização das vagas até à interação com os utilizadores através da aplicação móvel. São abordados os componentes tecnológicos, os fluxos de operação, as funcionalidades principais e adicionais, bem como os mecanismos de segurança e eficiência energética. Esta descrição serve de base para a modelação do sistema de informação e para a definição da arquitetura geral do projeto, garantindo uma visão global e integrada do funcionamento do estacionamento inteligente.

#### **3.1 Previsão de Disponibilidade de Vagas**

O sistema analisará dados históricos de ocupação, identificando padrões de horários e fluxos de entrada e saída. Através de algoritmos de aprendizagem automática, será possível prever a probabilidade de encontrar vagas disponíveis em determinados períodos do dia. Essas informações serão exibidas tanto na aplicação móvel como em painéis digitais do edifício, auxiliando o utilizador no planeamento da sua chegada e reduzindo o tempo de procura por estacionamento.

#### **3.2 Aplicação Móvel Integrada**

A aplicação móvel será a principal interface entre o utilizador e o sistema. Entre as suas funcionalidades incluem-se:

- Visualização em tempo real das vagas disponíveis no edifício;



- Indicação do trajeto interno até à vaga livre ou reservada, através de sinalização digital;
- Notificações automáticas sobre o tempo de estacionamento, conclusão de carregamento de veículos elétricos ou alterações no estado da reserva;
- Pagamentos automáticos, eliminando a necessidade de bilhetes físicos.
- Esta integração torna o processo de estacionamento mais rápido, conveniente e automatizado.

### **3.3 Luzes LED Inteligentes**

Cada zona do estacionamento será equipada com iluminação LED controlada por sensores de luminosidade. As luzes ajustarão automaticamente a sua intensidade de acordo com as condições do ambiente, garantindo visibilidade e segurança com consumo reduzido. Esta funcionalidade contribui para a eficiência energética global do edifício e reforça o compromisso com a sustentabilidade.

### **3.4 Integração com Veículos Elétricos (VE)**

O sistema permitirá a identificação automática de veículos elétricos e o seu encaminhamento para vagas equipadas com carregadores. Durante o carregamento, o utilizador poderá monitorizar o nível de bateria através da aplicação móvel, que enviará notificações quando o carregamento estiver completo. O pagamento do carregamento e do estacionamento será realizado automaticamente na app. Esta funcionalidade promove a mobilidade elétrica e apoia práticas de transporte sustentáveis

### **3.5 Painéis Solares para Alimentação do Sistema**

O estacionamento contará com painéis solares fotovoltaicos responsáveis por gerar energia limpa para alimentar os sensores, as luzes LED e parte da infraestrutura eletrónica do sistema.

Além de reduzir o consumo energético e os custos operacionais, essa medida reforça o compromisso ambiental do projeto e contribui para a autossuficiência energética do edifício

### 3.6 Segurança e Conforto

O sistema integrará diversas soluções de segurança e bem-estar para os utilizadores:

- Vigilância inteligente com IA, capaz de detetar movimentos ou comportamentos anómalos sem realizar reconhecimento pessoal.
- Sensores de impacto para deteção de colisões ou atos de vandalismo, com envio imediato de alertas ao proprietário do veículo.
- Sistema de evacuação inteligente, que emite instruções visuais e sonoras para orientar os utilizadores durante situações de emergência, indicando o caminho mais seguro para saída.
- Estas funcionalidades aumentam significativamente a segurança e confiança dos utilizadores

#### 4 REQUISITOS FUNCIONAIS

Identificador	Descrição	Prioridade
RF001	Registar entrada e saída de veículos através de sensores ou câmaras.	Alta
RF001.1	Validar a disponibilidade de vagas antes de autorizar a entrada.	Alta
RF002	Monitorizar em tempo real o estado das vagas (livre/ocupada).	Alta
RF003	Prever disponibilidade com base em padrões históricos.	Média
RF004	Permitir ao utilizador consultar vagas disponíveis na aplicação móvel.	Alta
RF005	Indicar rotas internas até à vaga livre mais próxima.	Alta
RF006	Identificar veículos elétricos e direcionar para carregadores.	Alta
RF006.1	Monitorizar o estado de carregamento do veículo.	Média
RF007	Ajustar intensidade das luzes LED conforme luminosidade do ambiente.	Média
RF008	Detetar comportamentos suspeitos e incidentes no parque.	Alta
RF009	Gerir pagamentos automaticamente pela app.	Alta
RF010	Permitir ao administrador gerir utilizadores, sensores e relatórios.	Alta

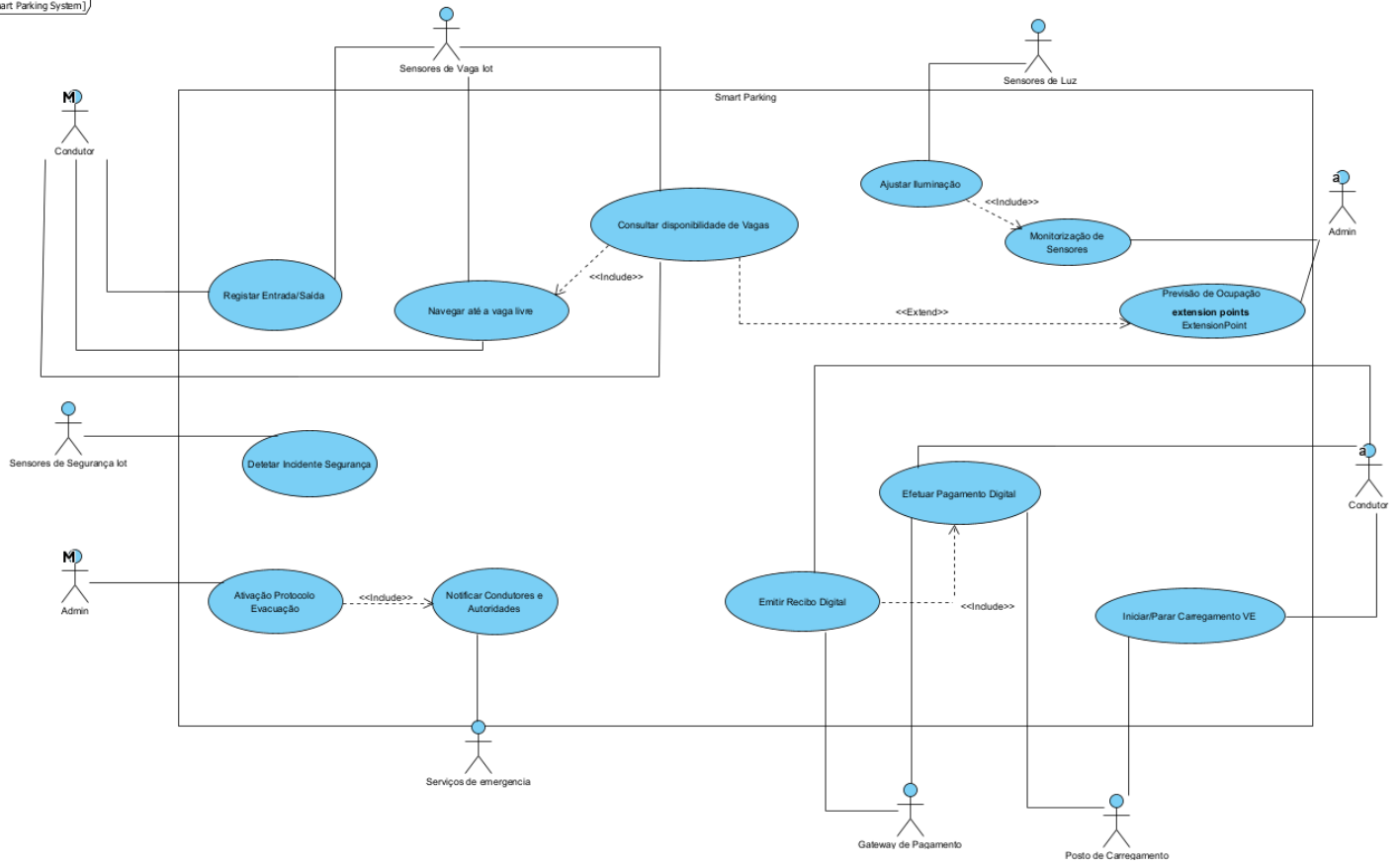
## 5 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

Identificador	Descrição	Prioridade
RNF001	Desempenho: Atualizações em menos de 2 segundos e previsões horárias	Alta
RNF002	Escalabilidade: Suporte para múltiplos edifícios..	Alta
RNF003	Segurança: Encriptação, RGPD e logs	Média
RNF004	Usabilidade: Interface intuitiva e responsiva.	Alta
RNF005	Confiabilidade: Disponibilidade de 99% e operação em falhas de energia.	Alta
RNF006	Manutenibilidade: Código modular e fácil substituição de sensores.	Alta
RNF007	Sustentabilidade: Integração com painéis solares e LEDs eficientes.	Média
RNF008	Compatibilidade: Suporte para diferentes sensores e APIs externas.	Média

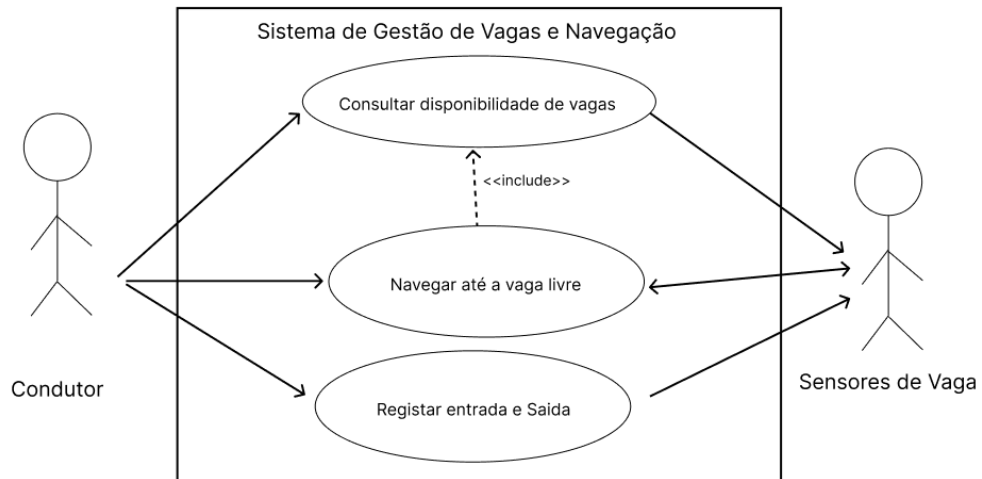
## 6 DIAGRAMAS

### 6.1 Diagramas de Casos de Uso

uc [Smart Parking System]



### 6.2 Subdivisão



### 6.2.1 UC01: Consultar Disponibilidade de Vagas

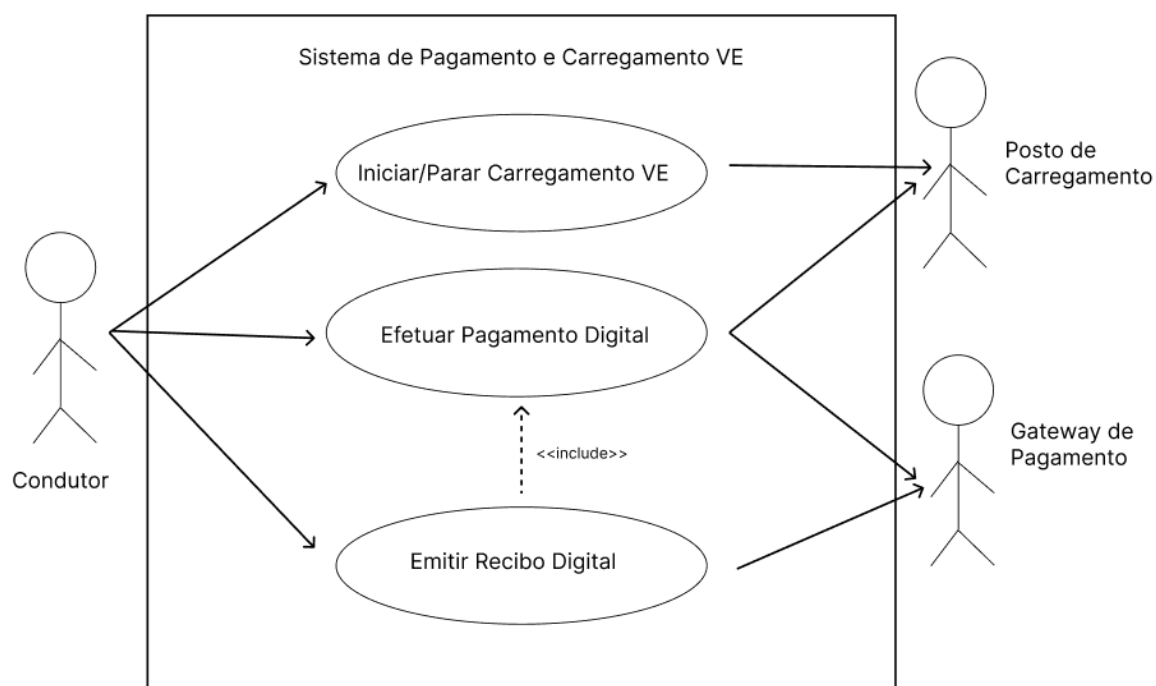
Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC01: Consultar Disponibilidade de Vagas
<i>Ator Principal</i>	Condutor
<i>Ator Secundário</i>	Sensores IoT de Vaga
<i>Breve Descrição</i>	Permite ao utilizador visualizar através da aplicação quais os lugares que estão disponíveis no momento.
<i>Pré-condições</i>	O sistema deve estar ligado e os sensores comunicantes.
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O utilizador abre a aplicação móvel.</li> <li>2. O sistema solicita o estado atual aos sensores IoT.</li> <li>3. O sistema processa os dados e apresenta um mapa visual com as vagas livres (verde) e ocupadas (vermelho).</li> </ol>
<i>Pós-condições</i>	O utilizador tem a informação atualizada para tomar uma decisão.

### 6.2.2 UC02: Navegar até à vaga livre

Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC02: Navegar até a vaga livre
<i>Ator Principal</i>	Condutor
<i>Ator Secundário</i>	Sensores IoT de Vaga
<i>Relações</i>	Includes: UC01 (Consultar disponibilidade de vagas)
<i>Breve Descrição</i>	O sistema traça uma rota desde a posição atual do condutor até ao lugar livre mais próximo.
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O condutor solicita o traçado de rota na App.</li> <li>2. O sistema executa a UC01 para identificar as vagas livres.</li> <li>3. O sistema seleciona a vaga mais próxima da entrada/veículo.</li> <li>4. A App apresenta as instruções de navegação em tempo real.</li> </ol>
<i>Fluxo Alternativo</i>	<p>3a. Vaga ocupada entretanto:</p> <p>Se a vaga selecionada for ocupada por outro veículo durante o trajeto, o sistema recalcula automaticamente para a próxima vaga disponível.</p>
<i>Pós-condições</i>	O condutor chega ao lugar de estacionamento sugerido.

### 6.2.3 UC03: Registrar Entrada/Saída

Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC03: Registrar Entrada/Saída
<i>Ator Principal</i>	Condutor
<i>Ator Secundário</i>	Sensores lot de Vaga
<i>Breve Descrição</i>	Identificação automática do veículo para controlo de ocupação e início da contagem de tempo.
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O veículo atravessa a barreira de entrada.</li> <li>2. O sensor deteta a presença e identifica a matrícula.</li> <li>3. O sistema regista a hora exata de entrada na base de dados.</li> <li>4. O sistema atualiza o contador de lotação total do parque.</li> </ol>
<i>Pós-condições</i>	O estado da ocupação do parque é atualizado para todos os utilizadores.



#### 6.2.4 UC04: Iniciar/Parar Carregamento EV (ELETRIC VEHICLE)

Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC04: Iniciar/Parar Carregamento EV
<i>Ator Principal</i>	Condutor
<i>Ator Secundário</i>	Posto de Carregamento
<i>Resumo</i>	Permite que o condutor de um veículo elétrico ative o fornecimento de energia na sua vaga através da App.
<i>Pré-condições</i>	O veículo deve estar estacionado numa vaga equipada com carregador e o cabo conectado.
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O condutor seleciona "Iniciar Carga" na App.</li> <li>2. O sistema valida a conexão do cabo no posto.</li> <li>3. O sistema liberta a corrente elétrica e começa a monitorizar o consumo.</li> <li>4. O condutor solicita "Parar Carga" ou o sistema atinge 100%.</li> </ol>
<i>Pós-condições</i>	O consumo total (kWh) é registado e enviado para o módulo de faturação.

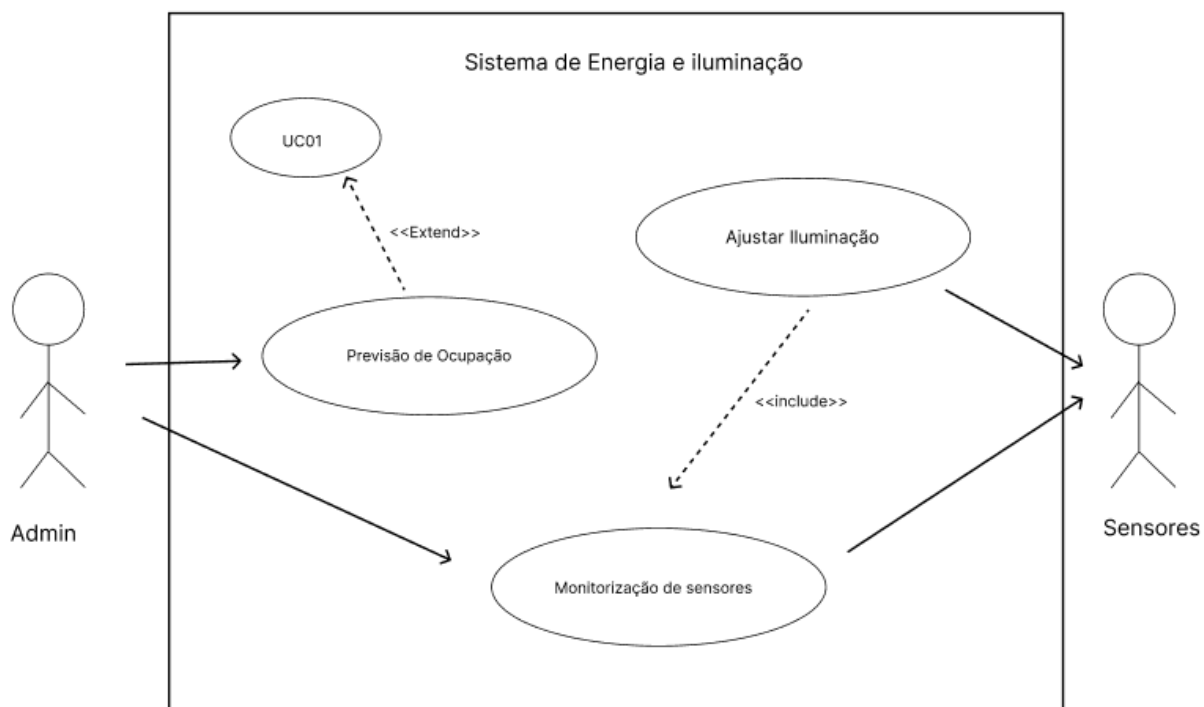
#### 6.2.5 UC05: Efetuar Pagamento Digital

Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC05: Efetuar Pagamento Digital
<i>Ator Principal</i>	Condutor
<i>Atores Secundários</i>	Gateway de Pagamento (MBWay, Visa, PayPal)
<i>Resumo</i>	Processamento automático ou manual do valor total (estacionamento + energia).
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O condutor solicita o fecho da conta na App.</li> <li>2. O sistema soma o custo do tempo de permanência com o custo do carregamento EV.</li> <li>3. O condutor escolhe o método de pagamento e confirma.</li> <li>4. O sistema comunica com a Gateway externa para autorizar a transação.</li> </ol>
<i>Fluxo Alternativo</i>	4a. Falha no Pagamento: O sistema notifica o utilizador e mantém a dívida pendente, impedindo a abertura da cancela de saída.
<i>Pós-condições</i>	O pagamento é marcado como concluído e a saída é autorizada.



## 6.2.6 UC06: Emitir Recibo Digital

Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC06: Emitir Recibo Digital
<i>Ator Principal</i>	Sistema (Automático)
<i>Atores Secundários</i>	Condutor (Recetor)
<i>Relações</i>	Includes: UC05 (Efetuar Pagamento Digital)
<i>Resumo</i>	Geração do comprovativo fiscal e envio para o utilizador.
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Após a confirmação do pagamento (UC05), o sistema gera um PDF com os detalhes da transação.</li> <li>2. O sistema envia o recibo por email ou notificação push na App.</li> <li>3. O histórico de faturas é atualizado no perfil do utilizador.</li> </ol>
<i>Pós-condições</i>	O processo de transação é encerrado legalmente.



### 6.2.7 UC07: Ajustar Iluminação

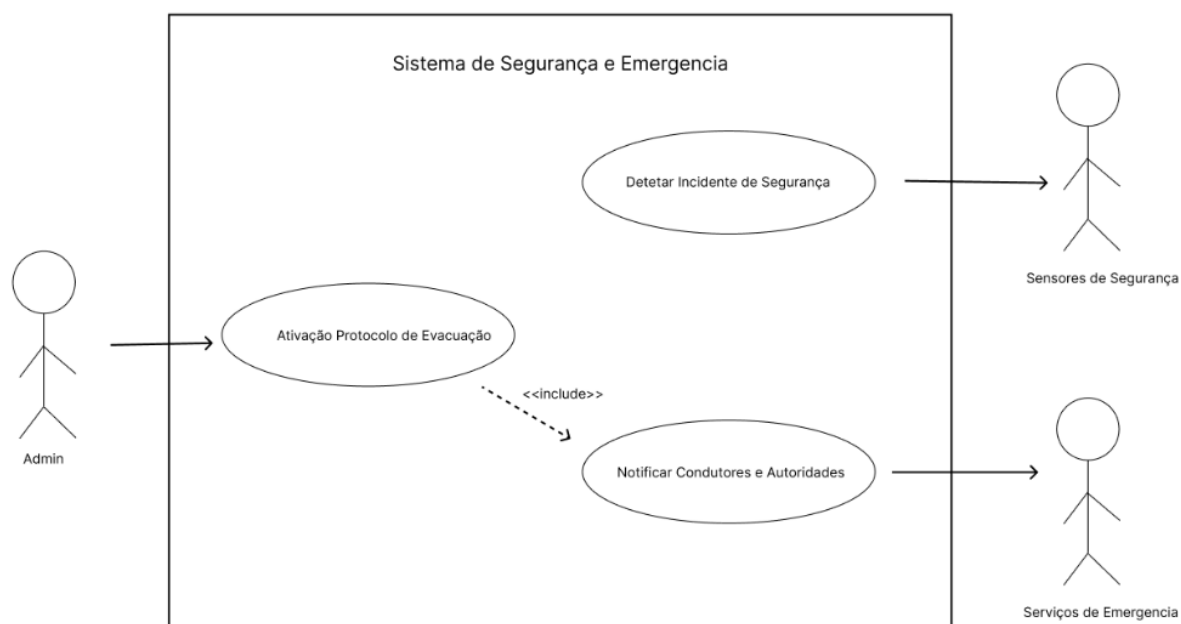
Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC07: Ajustar Iluminação
<i>Relação</i>	Include UC09: Monitorização de Sensores
<i>Ator Principal</i>	Sistema (Automático)
<i>Atores Secundários</i>	Sensores de Movimento
<i>Resumo</i>	O sistema regula a intensidade da luz conforme a presença de veículos ou pessoas para reduzir o consumo de eletricidade.
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sensor de movimento deteta ausência de atividade numa zona por X minutos.</li> <li>2. O sistema envia um comando para reduzir a intensidade dos LEDs para um nível mínimo (ex: 20%).</li> <li>3. Assim que um sensor deteta movimento, o sistema eleva a iluminação para 100% instantaneamente.</li> </ol>
<i>Pós-condições</i>	O consumo energético é otimizado sem comprometer a segurança.

### 6.2.8 UC08: Previsão de Ocupação

Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC08: Previsão de Ocupação
<i>Relação</i>	Extend com UC01 (Consultar disponibilidade - usa os dados históricos desta função.)
<i>Ator Principal</i>	Administrador do Parque
<i>Atores Secundários</i>	Motor de IA / Base de Dados Histórica
<i>Resumo</i>	O sistema analisa dados passados para prever quão cheio o parque estará em datas futuras.
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Administrador seleciona um intervalo de datas futuro no painel de gestão.</li> <li>2. O sistema acede ao histórico de ocupação (padrões de meses/anos anteriores).</li> <li>3. O motor de análise calcula a probabilidade de lotação.</li> <li>4. O sistema apresenta um gráfico de previsão de ocupação.</li> </ol>
<i>Pós-condições</i>	O Administrador pode ajustar tarifas ou escalas de manutenção com base na previsão.

### 6.2.9 UC09: Monitorização dos Sensores

Campo	Detalhe
<b>Caso de Uso</b>	UC09: Monitorização dos Sensores
<b>Ator Principal</b>	Administrador do Parque
<b>Atores Secundários</b>	Sensores IoT
<b>Resumo</b>	Verificação constante do estado de funcionamento de todos os dispositivos hardware.
<b>Fluxo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema realiza um "ping" periódico a cada sensor IoT.</li> <li>2. Se um sensor não responder ou reportar bateria fraca, o sistema gera um alerta.</li> <li>3. O Administrador visualiza o estado de todos os dispositivos no dashboard.</li> </ol>
<b>Exceção</b>	2a. Sensor Offline: O sistema marca a vaga como "Indisponível" preventivamente para não enviar condutores para um local sem leitura.



### 6.2.10 UC10: Monitorização dos Sensores

Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC10: Detetar Incidentes de Segurança
<i>Ator Principal</i>	Sensores de Segurança (Fumo, CO2, Câmaras Térmicas)
<i>Ator Secundário</i>	Sistema (Central de Alarme)
<i>Resumo</i>	O sistema monitoriza continuamente o ambiente para detetar incêndios, intrusões ou falhas críticas.
<i>Pré-condições</i>	O sistema de vigilância deve estar armado/ativo.
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. O sensor deteta uma anomalia (ex: temperatura &gt; 70°C ou movimento em área restrita).</li><li>2. O sensor envia o sinal de alerta para a Central.</li><li>3. O sistema valida a leitura (para evitar falsos positivos).</li><li>4. O estado do parque muda para "Alerta".</li></ol>

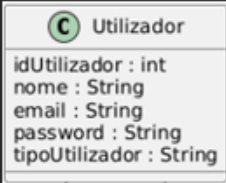
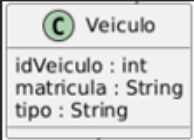


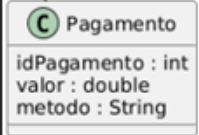
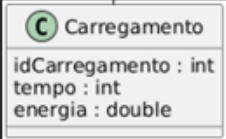
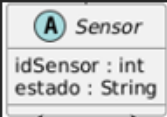
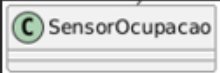
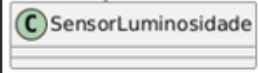
### 6.2.11 UC11: Ativar Protocolo de Evacuação

Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC11: Ativar Protocolo de Evacuação
<i>Ator Principal</i>	Administrador (Manual) ou Sistema (Automático)
<i>Relações</i>	Includes: UC12 (Notificar Condutores e Autoridades)
<i>Resumo</i>	Execução de ações físicas para garantir a saída rápida de pessoas e veículos.
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. O alerta é confirmado (pelo Admin ou automaticamente após X segundos de deteção).</li><li>2. O sistema executa a UC12 (Notificar).</li><li>3. O sistema abre todas as cancelas/barreiras de saída (Fail-safe).</li><li>4. As luzes LED mudam para verde pulsante indicando rotas de fuga.</li><li>5. O alarme sonoro é ativado.</li></ol>
<i>Pós-condições</i>	O parque fica bloqueado para novas entradas e totalmente aberto para saídas.

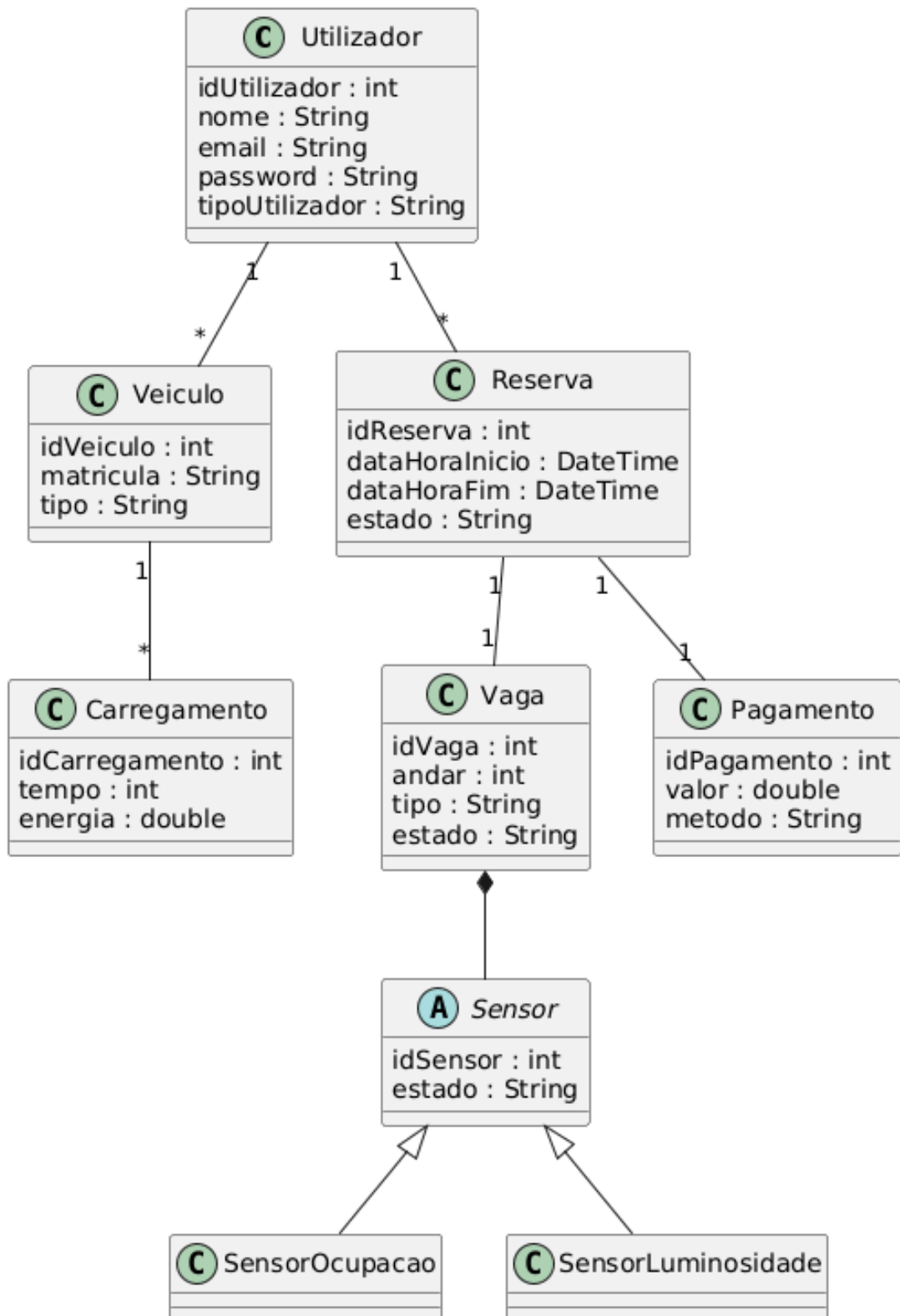
### 6.2.12 UC12: Notificar Condutores e Autoridades

Campo	Detalhe
<i>Caso de Uso</i>	UC12: Notificar Condutores e Autoridades
<i>Ator Principal</i>	Sistema
<i>Ator Secundário</i>	Serviços de Emergência (112/Bombeiros), Condutores (App)
<i>Resumo</i>	Envio massivo de alertas para garantir a segurança humana.
<i>Fluxo Principal</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. O sistema acede à base de dados de utilizadores presentes no parque.</li><li>2. É enviada uma notificação "Push" de emergência para os telemóveis dos condutores.</li><li>3. O sistema contacta a API dos serviços de emergência com a localização e tipo de incidente.</li><li>4. O Administrador recebe um relatório de quem foi notificado.</li></ol>

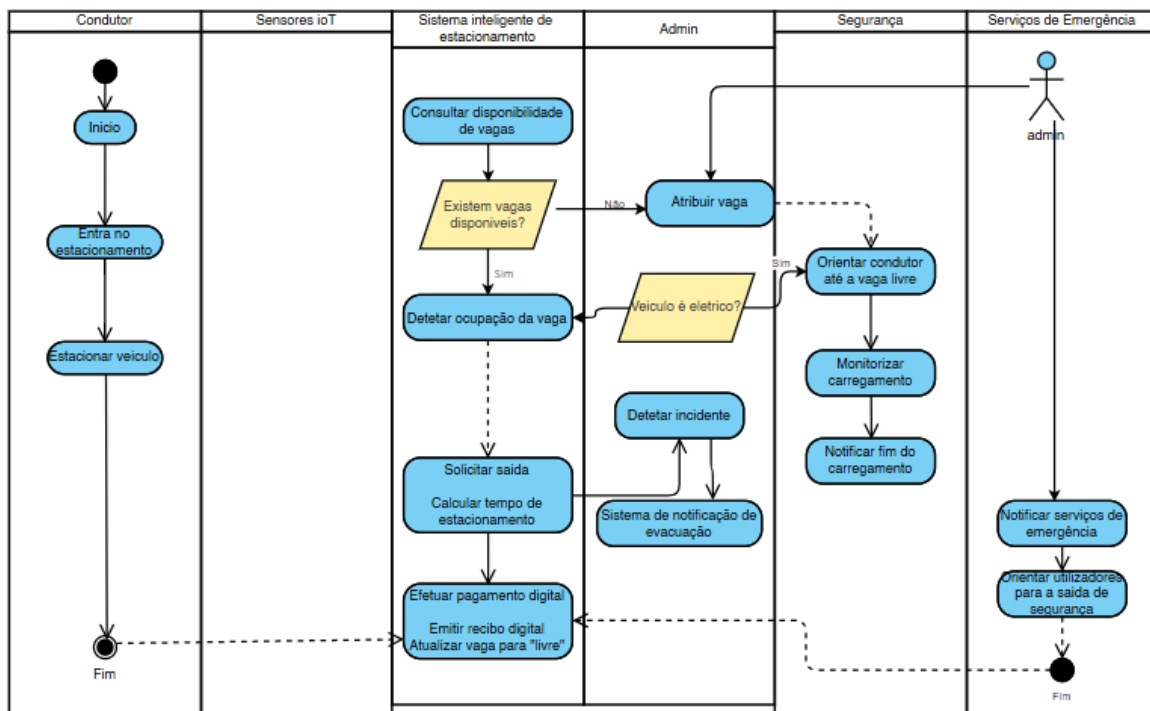
### 6.3 Diagramas de Classes

Nome da Classe	Notação UML	Descrição
Utilizador		Representa o cliente ou o administrador do sistema. Guarda os dados de autenticação e identificação.
Veiculo		Informações sobre o carro (ou outro veículo) que entra no parque de estacionamento.
Reserva		Registo de um agendamento de vaga, incluindo os períodos de tempo e o estado atual (ex: Paga, Pendente).
Vaga		Representa o espaço físico do estacionamento, especificando a sua localização (andar) e estado (ex: Livre, Ocupada, Manutenção).
Pagamento		Detalhes sobre a transação financeira associada a uma reserva ou período de estacionamento.
Carregamento		Registo do uso do posto de carregamento elétrico, incluindo a duração e a energia consumida.
Sensor (Abstract)		Classe base abstrata para todos os dispositivos de monitoramento. Não pode ser instanciada diretamente.
SensorOcupacao		Deteta se uma vaga está ocupada ou livre, informando o estado à classe Vaga.
SensorLuminosidade		Mede o nível de luz ambiente. classe Vaga.

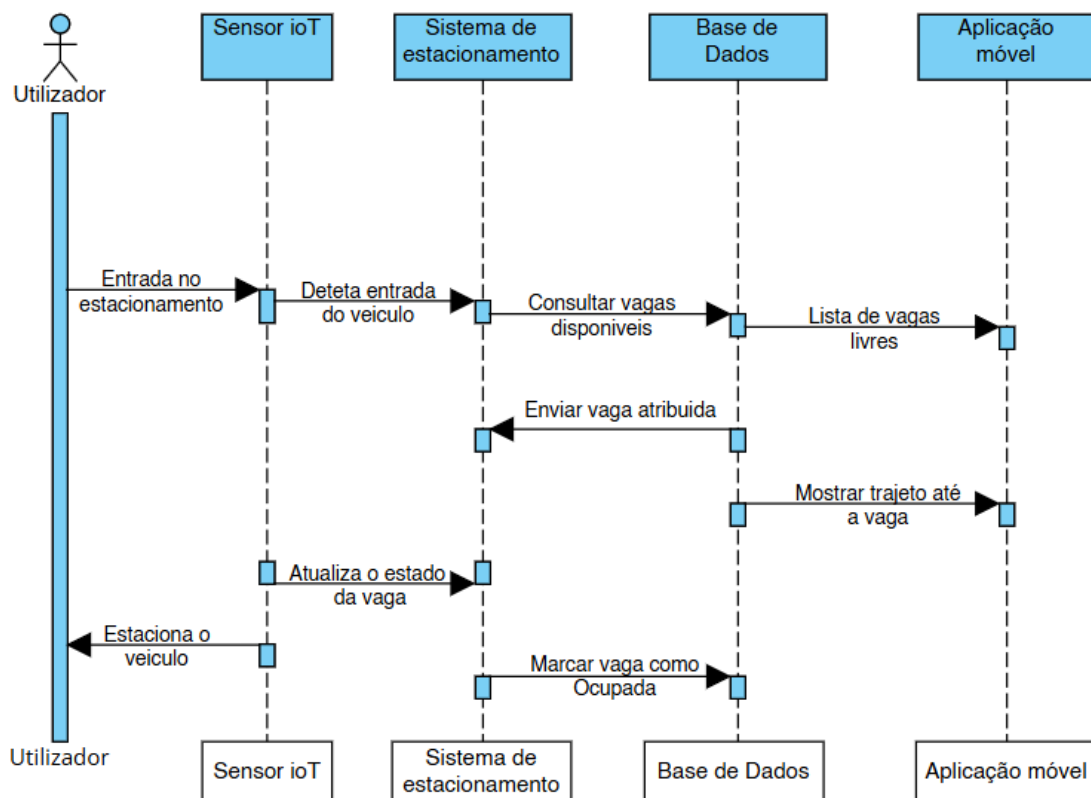
#### 6.4 Notação UML



## 6.5 Diagrama de Atividades



## 6.6 Diagrama de Sequência





## 7 MODELAÇÃO DA BASE DE DADOS

### 7.1 Objetivo da Modelação

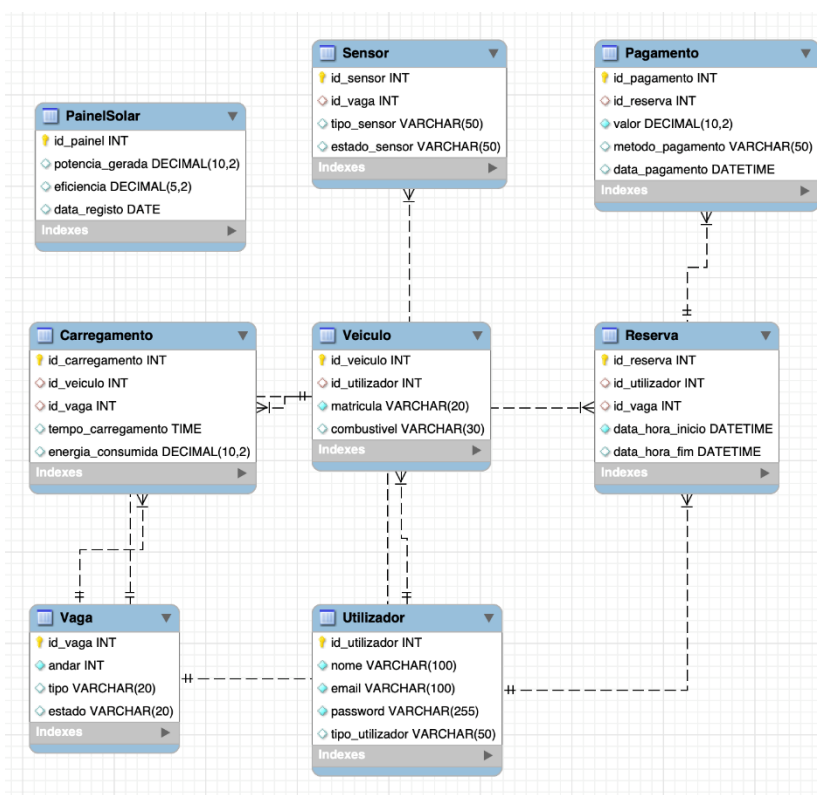
A base de dados serve como suporte fundamental ao funcionamento do sistema, armazenando todas as informações necessárias para gerir utilizadores, veículos, vagas, reservas, pagamentos e sensores. O modelo foi desenvolvido a partir da lista de requisitos funcionais do projeto e tem como objetivo garantir consistência, escalabilidade e integridade dos dados.

### 7.2 Entidades Principais e Atributos

Tabela Normalizada até a 3 forma de Normal

A	B	C	D
Entidade (Tabela)	Chave Primária	Atributos (Colunas)	Chaves Estrangeiras
Utilizador	id_utilizador	nome, email, password, tipo_utilizador	-
Veiculo	id_veiculo	matrícula, combustivel	id_utilizador
Vaga	id_vaga	andar, tipo (normal/VE), estado (livre/ocupada/reservada)	N/A
Reserva	id_reserva	data_hora_inicio, data_hora_fim	id_utilizador, id_vaga
Carregamento	id_carregamento	tempo_carregamento, energia_consumida	id_veiculo, id_vaga
Pagamento	id_pagamento	valor, metodo_pagamento, data_pagamento	id_reserva
Sensor	id_sensor	tipo_sensor (ocupação/luz), estado_sensor	id_vaga
PainelSolar	id_painel	potencia_gerada, eficiencia, data_registo	N/A

### 7.3 Diagrama ER



## 7.4 Lista de Queries Usadas para extrair dados

```
-- Listar todas as vagas livres por andar
SELECT andar, id_vaga, tipo
FROM Vaga
WHERE estado = 'livre'
ORDER BY andar ASC;

-- Contagem total de vagas ocupadas vs Livres
SELECT estado, COUNT(*) AS total
FROM Vaga
GROUP BY estado;

-- Encontrar vagas de carregamento (VE) que estão atualmente Livres
SELECT id_vaga, andar
FROM Vaga
WHERE tipo = 'VE' AND estado = 'livre';

-- Histórico de consumo de energia por veículo
SELECT id_veiculo, SUM(energia_consumida) AS total_kwh
FROM Carregamento
GROUP BY id_veiculo;

-- Calcular a taxa de ocupação total (em porcentagem)
SELECT
  (COUNT(CASE WHEN estado = 'ocupada' THEN 1 END) * 100.0 / COUNT(*)) AS taxa_ocupacao_percent
FROM Vaga;

-- Valor total faturado por método de pagamento
SELECT metodo_pagamento, SUM(valor) AS total_recebido
FROM Pagamento
GROUP BY metodo_pagamento;

-- Análise de transações por método de pagamento
SELECT
  metodo_pagamento,
  COUNT(*) AS total_transacoes,
  SUM(valor) AS total_faturado
FROM Pagamento
GROUP BY metodo_pagamento
ORDER BY total_faturado DESC;

-- Histórico de pagamentos realizados por utilizadores
SELECT
  u.nome AS nome_utilizador,
  p.valor,
  p.metodo_pagamento,
  p.data_pagamento,
  r.id_reserva
FROM Pagamento p
JOIN Reserva r ON p.id_reserva = r.id_reserva
JOIN Utilizador u ON r.id_utilizador = u.id_utilizador
ORDER BY p.data_pagamento DESC;

-- Calcular o valor estimado de cada reserva concluída (tarifa fixa de 2.00 por hora)
SELECT
  r.id_reserva,
  u.nome AS cliente,
  r.data_hora_inicio,
  r.data_hora_fim,
  -- Calcula a diferença em horas e multiplica pela tarifa
  ROUND(TIMESTAMPDIFF(MINUTE, r.data_hora_inicio, r.data_hora_fim) / 60 * 2.00, 2) AS valor_estimado
FROM Reserva r
JOIN Utilizador u ON r.id_utilizador = u.id_utilizador
WHERE r.data_hora_fim IS NOT NULL;

-- Consultar todas as reservas ativas de um utilizador específico (ex: id 1)
SELECT r.id_reserva, v.andar, v.id_vaga, r.data_hora_inicio
FROM Reserva r
JOIN Vaga v ON r.id_vaga = v.id_vaga
WHERE r.id_utilizador = 1 AND r.data_hora_fim IS NULL;

-- Total de energia gerada pelos painéis nos últimos 7 dias
SELECT SUM(potencia_gerada) AS total_energia_gerada
FROM PainelSolar
WHERE data_registro >= DATE_SUB(CURDATE(), INTERVAL 7 DAY);
```

Para melhor visualização clicar aqui:

[https://github.com/andre111991/Base-de-Dados-Documents/blob/main/queries\\_AMA.sql](https://github.com/andre111991/Base-de-Dados-Documents/blob/main/queries_AMA.sql)

## 7.5 Modelo de Dados Não Relacional

```
// Utilizadores
{
  "_id": "65af...123",
  "nome": "João Silva",
  "email": "joao@email.com",
  "tipo utilizador": "cliente",
  "veiculos": [
    {
      "matricula": "AA-00-BB",
      "combustivel": "Gasolina"
    },
    {
      "matricula": "EV-11-CC",
      "combustivel": "Elétrico"
    }
  ]
}

//Reservas e Pagamentos
{
  "_id": "99bb...456",
  "utilizador_id": "65af...123",
  "vaga": {
    "numero": 15,
    "andar": 0,
    "tipo": "VE"
  },
  "periodo": {
    "inicio": "2025-05-20T10:00:00Z",
    "fim": "2025-05-20T12:30:00Z"
  },
  "pagamento": {
    "valor": 5.00,
    "metodo": "MB WAY",
    "status": "pago"
  }
}

//Monitorização dos Sensores
{
  "timestamp": "2025-05-20T14:00:05Z",
  "tipo dispositivo": "sensor_vaga",
  "vaga_id": 15,
  "leitura": "ocupado",
  "dados_adicionais": {
    "intensidade_luz": "baixa",
    "bateria_sensor": "85%"
  }
}
```

Para melhor visualização clicar aqui:

[https://github.com/andre111991/Base-de-Dados-Documentos/blob/main/modelo\\_dados\\_NR.json](https://github.com/andre111991/Base-de-Dados-Documentos/blob/main/modelo_dados_NR.json)

## **CONCLUSÃO**

O Sistema Inteligente de Estacionamento propõe uma solução tecnológica completa que une gestão automatizada, sustentabilidade e segurança.

A base de dados modelada a partir dos requisitos garante o suporte necessário para o funcionamento eficiente do sistema, permitindo que todas as funcionalidades operem de forma integrada e confiável.

Com este modelo, o projeto assegura uma implementação moderna e escalável, adequada aos desafios da mobilidade urbana e da eficiência energética