

Distribuição de Entregas para Armazéns de Lojas com Camiões Elétricos

Request for Proposals

1 Objeto Pretendido

Pretende-se o desenvolvimento de um **protótipo** para um sistema de planeamento de distribuição de entregas entre armazéns utilizando uma frota de veículos elétricos. O sistema será denominado EletricGo.

O protótipo inicial deve ser constituído pelos seguintes módulos:

- Gestão de armazéns
- Logística
- Planeamento de distribuição

Tratando-se de um sistema protótipo, é aceitável que apenas algumas funcionalidades estejam implementadas, devendo constar no relatório de proposta quais as funcionalidades implementadas.

2 Descrição geral

A empresa EletricAcme, S.A¹. pretende um sistema que lhe permita gerir a sua frota de camiões elétricos na distribuição de mercadorias entre os vários armazéns da empresa.

A empresa tem lojas numa série de municípios (Arouca; Espinho; Gondomar; Maia; Matosinhos; Oliveira de Azeméis; Paredes; Porto; Póvoa do Varzim; Santa Maria da Feira; Santo Tirso; São João da Madeira; Trofa; Vale de Cambra; Valongo; Vila do Conde; Vila Nova de Gaia) e todas as lojas têm um armazém, onde estão produtos para irem depois para venda na loja.

Devido à existência do porto de Leixões, a loja de Matosinhos foi escolhida para ter o armazém principal, onde chegam lotes de produtos para depois irem para os armazéns das lojas nos vários municípios onde a empresa tem lojas. Este armazém é também a sede da empresa onde se situa o Centro de Processamento de Dados (CPD), ao qual estão ligados postos em todos os armazéns.

Um armazém é caracterizado por:

- Identificador do armazém, ex., “M01”
- Designação, ex., “Maia Norte”
- Endereço, ex., “Av Frederico Ulrich, Zona industrial I, 4444-999”
- Coordenadas geográficas (latitude e longitude)

A empresa dá prioridade a produtos que afetem o menos possível o ambiente e também por essa razão optou por fazer as entregas entre o armazém de Matosinhos e os armazéns dos outros

¹ Empresa fictícia

municípios através de uma frota de camiões elétricos. Para isso tomou a decisão de colocar junto ao armazém de todas as lojas sistemas de carregamento rápido, para, quando for necessário, os camiões elétricos poderem ter as suas baterias carregadas.

Os camiões elétricos têm as seguintes características:

- Tara (peso do camião sem carga, ou seja, vazio): ex., 7,5 toneladas
- Capacidade de Carga (a massa que pode ser transportada no camião): ex., 4,3 toneladas
- Carga máxima do conjunto de baterias elétricas do camião (energia acumulada nas baterias): ex., 80 kWh (quilo watt hora)
- Autonomia do camião com toda a capacidade de carga (ex., 4,3 toneladas) e com as baterias elétricas completamente carregadas: ex., 100 km
- Tempo de carregamento rápido das baterias do camião (para carregar as baterias desde o mínimo de carga elétrica recomendado, 20%, até um valor padrão de 80%): ex., 1 hora

Todos os dias a empresa irá planear as entregas necessárias aos vários armazéns/lojas tendo por base as previsões de vendas e encomendas efetuadas².

O plano de entregas inclui assim a lista de entregas com a seguinte informação:

- Identificador da entrega, ex., “220909/1”
- Data da Entrega (dia, mês, ano)
- Massa da entrega (em kg, associada ao peso dos produtos a entregar)
- Armazém para efetuar a entrega: identificador da loja
- Tempo para colocar uma entrega no camião (em minutos)
- Tempo para retirar a entrega do camião (em minutos)

Por exemplo, a entrega com identificador “220909/1” deve ser feita até ao dia 3 de outubro de 2022 e tem uma massa de 200 kg, devendo ser entregue na Trofa, sendo o tempo de colocação dos produtos no camião de 9 minutos e de retirada da encomenda do camião de 12 minutos³.

Este plano de entregas será a base para o módulo de planeamento da frota. Para tal a empresa já tem definidos os melhores caminhos entre pares de armazéns e pretende saber qual a melhor sequência de viagem que permita garantir todas as entregas e minimizar vários parâmetros operacionais (ex., carga utilizada dos camiões, distância total percorrida).

A informação que a empresa possui sobre os melhores caminhos entre dois armazéns são os seguintes:

- Identificação do armazém de partida
- Identificação do armazém de chegada
- Distância (em km)
- Tempo (em minutos) para percorrer a distância com o camião completamente cheio, ou seja, com a carga de 4,3 toneladas
- Energia gasta da bateria para percorrer essa distância com o camião completamente cheio (em kWh)

² A funcionalidade de planeamento deste módulo está fora do âmbito deste protótipo, sendo necessário apenas a introdução dos dados de entregas.

³ Embora estes tempos dependam também das outras encomendas que estão no camião e do modo como são colocadas, para âmbito deste protótipo não se tratará do planeamento espacial de colocação e retirada de cargas no camião.

- Tempo extra se for necessário um carregamento extra da bateria (este dado é apenas diferente de 0 quando a carga das baterias a 80% feita previamente não é suficiente para percorrer completamente o troço, como por exemplo para um camião que carrega 4,3 toneladas e que tem de ir da Póvoa do Varzim para Arouca)

Por exemplo, o troço entre a Maia e Espinho com a distância de 31 km é percorrido pelo camião em 53 minutos quando o camião está completamente cheio e gasta 25 kWh de energia da bateria.

O tempo da deslocação e a energia consumida da bateria quando o camião não está completamente cheio serão menores que os valores indicados numa relação que terá a ver com a tara do camião e a carga (em kg) transportada⁴.

Antes de ir de um armazém para outro devemos ter a certeza de que o camião tem carga suficiente nas baterias para fazer o trajeto, não devendo chegar ao mesmo com menos de 20% da carga das baterias (16kWh), caso as baterias não tenham carga suficiente para tal deverá ser feito um carregamento rápido das baterias até ao valor de 80% da energia das mesmas (64 kWh). Assume-se que o tempo necessário nessa carga está em relação direta com uma carga de 20% a 80% das baterias demorar 1 hora, por exemplo, se as baterias do camião estiverem 30% então a carga até aos 80% demorará 50 minutos⁵. Note, ainda, que essa carga pode começar a ser feita mal o camião chegue ao armazém e em simultâneo com a retirada da encomenda para o armazém.

A empresa começa a fazer as entregas com os camiões a sair do armazém de Matosinhos a partir da manhã e o camião vai percorrer um caminho indo de um armazém para outro, de entre os armazéns que tem de visitar para fazer as entregas, retornando no final ao armazém de Matosinhos.

No final das entregas do dia o camião recebe as encomendas para o dia seguinte e durante a noite as baterias sofrem um processo de carga mais lenta (mais barata e que poupa mais as baterias em termos de duração de vida das mesmas) e que leva as mesmas ao nível de 100%.

Relativamente à infraestrutura, a empresa aceita um máximo tempo tolerável de inoperacionalidade (MTD) de 2h e um tempo máximo de disrupção (MTPD) de 5h. Dada a sua área de negócio a infraestrutura em operação normal deve estar em funcionamento contínuo, 7x24. Por uma questão de continuidade de negócio deve existir um mecanismo de *mirroring* dos dados do sistema para um sistema externo.

Assim, preconiza-se um sistema semelhante ao da figura seguinte.

⁴ Notar que há outras variáveis que condicionariam o tempo e a energia despendidos no mesmo troço, nomeadamente a velocidade do camião, mas por simplificação não iremos considerar o impacto dessas outras variáveis

⁵ Simplificação no cálculo para efeitos do protótipo

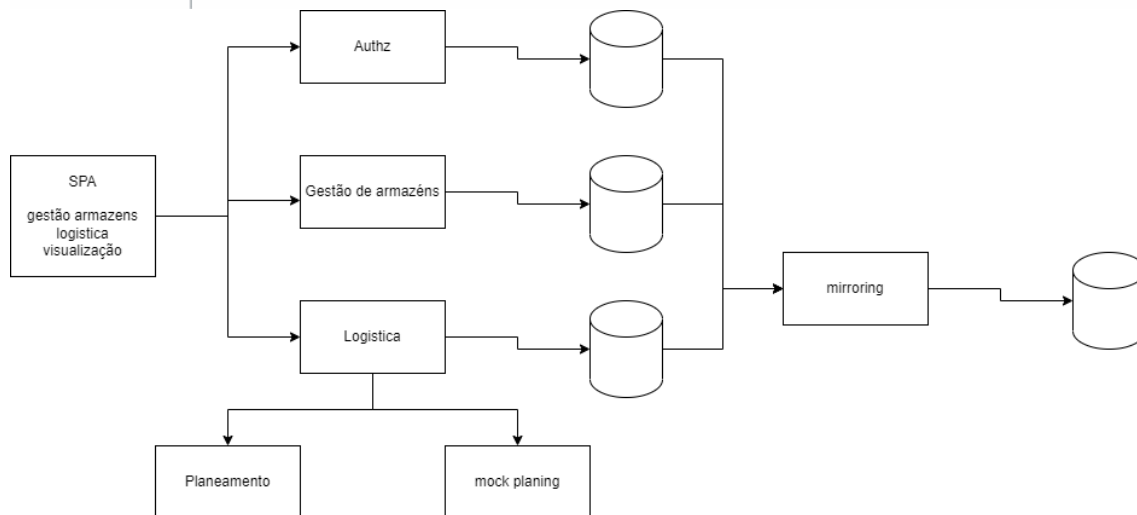


Figura 1. Visão geral do sistema

Existirão os seguintes tipos de utilizadores do sistema:

- Administrador de sistema – gere os utilizadores e autorizações dos mesmos
- Gestor de Armazém– gere os dados dos armazéns e entregas
- Gestor de frota – gere os dados dos camiões
- Gestor de Logística – gere os dados dos percursos e planeamento da distribuição

3 Requisitos

3.1 Sprint A

3.1.1 Módulo Gestão de Armazéns

1. Serviço REST de dados mestre de armazém
 - a. Criar, Listar e Editar Armazém
 - b. Criar, Listar e Editar Entrega

3.1.2 Módulo Logística

1. Serviço REST de dados mestre de logística
 - a. Criar, Listar e Editar Camião
 - b. Criar, Listar e Editar Percurso entre dois armazéns

3.2 Sprint B

3.2.1 Módulo Interface Utilizador (SPA)

1. Gestão de armazéns
 - a. Como gestor de armazém pretendo Criar um Armazém
 - b. Como gestor de armazém pretendo Criar uma Entrega
2. Logística
 - a. Como gestor de frota pretendo Criar um Camião
 - b. Como gestor de logística pretendo Criar um Percurso entre dois armazéns
 - c. Como gestor de logística pretendo obter o Planeamento da rota para 1 camião e 1 dado dia

3. Visualização 3D

- a. Como gestor de logística pretendo visualizar graficamente em 3D a rede viária. A visualização deverá ocupar a totalidade da área útil do browser. Modelar a rede viária (ver Tutorial).
- b. Como gestor de logística pretendo visualizar graficamente os armazéns existentes. Criar ou importar os modelos 3D correspondentes (por exemplo, OBJ, GLTF, 3DS ou outros).
- c. Como gestor de logística pretendo controlar a visualização. Adicionar os comandos da câmara pan, zoom e orbit⁶.

3.2.2 Módulo Logística

1. Serviço REST de dados mestre de logística
 - a. Planeamento de frota para 1 camião e 1 dado dia

3.2.3 Módulo planeamento⁷

1. Recebendo os dados das entregas a fazer por 1 camião e dos troços entre armazéns:
 - a. possam gerar todas as trajetórias possíveis através de sequências de armazéns onde deverão ser feitas as entregas
 - b. avaliar essas trajetórias de acordo com o tempo para completar todas as entregas e voltar ao armazém base de Matosinhos e escolher a solução que permite a volta do camião mais cedo
 - c. aumentar a dimensão do problema (colocando mais armazéns a visitar) e verificar até que dimensão é viável proceder do modo adotado (com um gerador de todas as soluções) efetuando um estudo de complexidade do problema
 - d. implementar heurísticas que possam rapidamente gerar uma solução (não necessariamente a melhor) e avaliar a qualidade dessas heurísticas (por exemplo, entregar no armazém mais próximo; efetuar de seguida a entrega com maior massa; combinar distância para a entrega com massa entregue)

3.2.4 Infraestrutura

1. *Pipeline de build* contínuo para módulo master data
2. *Deployment* automático de um dos módulos via pipeline num ambiente *cloud*
3. *Deployment* de BD num ambiente *cloud* ou na *Cloud* do DEI
4. *Deployment* de 1 (um) dos módulos na VM do DEI, com configuração de *IP filtering* para permitir apenas acesso dos IPs da rede do DEI
5. Como cliente do projeto pretendo o *Business Impact Analysis* (BIA) e a matriz de risco

3.3 Sprint C

3.3.1 Módulo Interface Utilizador (SPA)

1. Autenticação
 - a. Como administrador pretendo criar uma conta de utilizador indicando um número de telefone para contacto direto bem como o tipo de utilizador
 - b. Como administrador pretendo cancelar uma conta anonimizando os dados pessoais que tenham sido recolhidos
 - c. Como utilizador pretendo autenticar-me na aplicação via SSO (e.g. AzureAD, Google, Facebook)

⁶ Sugestão: botão direito do rato – pan; roda do rato – zoom; botão esquerdo do rato – orbit

⁷ Deverá ser desenvolvido em Prolog

2. Logística
 - a. Como gestor de logística pretendo obter o Planeamento de rota de toda a frota e visualização da melhor solução usando algoritmo genético
3. Visualização 3D
 - a. Como gestor de logística pretendo visualizar graficamente um camião de distribuição. Criar ou importar o modelo 3D correspondente (por exemplo, OBJ, GLTF, 3DS ou outro).
 - b. Como gestor de logística pretendo aumentar o realismo da representação gráfica, através de **iluminação adequada** da cena, contemplando pelo menos uma fonte de luz ambiente e uma fonte de luz direcional, com projeção de sombras;
 - c. Como gestor de logística pretendo aumentar o realismo da representação gráfica **mapeando texturas** apropriadas nos objetos constituintes da cena.
 - d. Como gestor de logística pretendo **animar interactivamente** o movimento do camião, permitindo desta forma a visualização do plano de entregas. Movimento interativo controlado pelo utilizador: usar quatro teclas de navegação⁸. Implementar a deteção de colisões, de modo a impedir que o camião ultrapasse os limites da rede viária⁹;
 - e. Como gestor de logística pretendo **animar automaticamente** o movimento do camião, permitindo desta forma a visualização do plano de entregas. Movimento automático controlado pelo computador, dispensa a implementação da deteção de colisões.
4. Como cliente do projeto pretendo um relatório que, descrevendo a solução encontrada e considerando as normas do RGPD, identifique concretamente os dados pessoais utilizados, bem como a finalidade e fundamento para o tratamento desses dados pessoais.

3.3.2 Módulo Logística

1. Serviço REST de dados mestre de logística
 - a. Planeamento de frota e persistência da solução. Utilização de módulo de planeamento em Prolog como uma estratégia e arquitetura Onion recorrendo a injeção para utilização de estratégia mock.

3.3.3 Módulo planeamento

1. Como gestor de logística pretendo uma solução para o problema usando Algoritmos Genéticos
2. Como gestor de logística pretendo predicados que permitam a atribuição de entregas a um lote de camiões (por exemplo, 3 camiões), assumindo que as entregas recebidas ultrapassam em conjunto a capacidade de carga do camião
3. Como cliente do projeto pretendo um estudo bibliográfico sobre a aplicação de uma das seguintes tecnologias a este problema: robótica inteligente; visão por computador; aprendizagem automática.

3.3.4 Infraestrutura

1. Como cliente do projeto pretendo um Plano de Recuperação de Desastre

⁸ Sugestão: tecla 'A' – rodar para a esquerda; tecla 'D' – rodar para a direita; tecla 'W' – avançar; tecla 'S' – recuar

⁹ Será fornecido um tutorial de apoio à deteção de colisões

2. Como administrador de sistemas pretendo um *Script* de *mirroring* da BD para ambiente *Cloud*