**Conclusão**

O projeto integrador da unidade curricular de LPI II pôs à prova algumas competências adquiridas ao longo do curso. Aplicaram-se conhecimentos das unidades curriculares das áreas de controlo, eletrónica, máquinas elétricas, instrumentação e sensores, entre outras. Foi um projeto ímpar comparativamente a projetos já realizados porque envolveu um maior conhecimento de várias áreas e requereu muito trabalho autónomo.

Ao longo da conceção do projeto foram sugeridas várias ideias. Algumas destas, foram descartadas numa fase inicial, ao passo que outras apenas foram postas em causa já durante o desenvolvimento do projeto. Numa primeira fase, pensou-se em fazer um trajeto sem interseções, em que o DWR saía de um local, percorria o único percurso existente, parando nos locais determinados até chegar ao final do trajeto. Só mais tarde se chegou à conclusão de que, do ponto de vista prático, esta não era a melhor abordagem. Obrigaria o DWR a percorrer a totalidade do percurso, mesmo que, apenas, se quisesse entregar algum produto num dos quartos mais próximos. Era uma abordagem muito pouco eficiente, além de que provocaria uma perda drástica da autonomia útil do DWR. Assim, surgiu a ideia de acrescentar um sistema de deteção de cruzamentos que permitisse a programação de rotas. Com isto, o sistema torna-se mais flexível e eficiente, tornando o produto mais apelativo. Após a aprovação desta ideia, surgiu a necessidade de identificar e distinguir os cruzamentos e quartos. Num primeiro momento, chegou-se a pensar em fazer a distinção através de um sensor de cores. No entanto, além de ser uma abordagem que poderia trazer resultados pouco precisos, era muito limitadora em relação ao número de combinações únicas. Pensou-se, ainda, em usar a tecnologia RFID apenas nos cruzamentos e marcas de deteção (não identificação) de quartos. Esta marca seria detetada per um dos sensores do *array* do QTR-8A, reduzindo o número de etiquetas RFID que seriam necessárias adquirir. Com base no número de quartos detetados saber-se-ia o quarto em que seria necessário fazer paragem. Porém, chegou-se à conclusão que era uma abordagem que acrescentaria alguma complexidade ao sistema e era mais passível de falhas de leitura ao longo do período de operação do DWR, muito difíceis de identificar e controlar. Para evitar estes problemas, estabeleceu-se que se iria usar a tecnologia RFID em todos os cruzamentos e quartos, permitindo uma identificação precisa e um número de combinações únicas praticamente infinita.

Relativamente ao tempo despendido no desenvolvimento do projeto, visto que todo o grupo se juntou para trabalhar em horários definidos, todos os elementos do grupo trabalharam o mesmo número de horas. Após o desenho e conceção que foi desenvolvido em conjunto, o grupo foi dividido em duas equipas de trabalho, sendo que uma se dedicou à implementação do controlo dos motores e outra ao desenvolvimento da máquina de estados que controla o estado de funcionamento do robô. Assim, foram contabilizadas, individualmente, um total de 250 horas, como mostrado na Tabela 8.1. Em suma, este projeto foi desafiante, revelando a sua importância na formação enquanto futuros engenheiros.

Tabela 8.1 - Número de horas despendidas por elemento

|  |  |
| --- | --- |
| Nome | Número de Horas |
| Bruno Silva | 250 |
| Diogo Fernandes | 250 |
| Duarte Rodrigues | 250 |
| Francisco Salgado | 250 |
| João Miranda | 250 |
| José Abreu | 250 |

**Sugestões de trabalho futuro**

Durante a realização deste projeto, foram feitas opções que ditaram um rumo. Poder-se‑iam ter tomado outras opções que modificariam os resultados obtidos. Este projeto não representa o fim de uma ideia, é, apenas, uma implementação de um conceito. Assim, neste subcapítulo são feitas algumas sugestões de, não só, melhorias à implementação desenvolvida, mas também de novas abordagens para esta ideia.

Uma das possíveis alterações seria usar células de carga que detetam a colocação de um tabuleiro sobre o DWR ao invés de usar de um botão de pressão para iniciar a marcha. Estas detetariam a colocação e/ou remoção de produtos no DWR enviando sinais ao sistema que agiria em conformidade.

Um dos pontos que poderia ser melhorado, prende-se com o algoritmo de controlo do módulo seguidor de linha. Quando o DWR se encontra numa trajetória reta, a velocidade de rotação dos motores está longe de ser a máxima permitida. Tal como implementado atualmente, isto é necessário para ser possível fazer a compensação nas trajetórias curvas. Seria possível aumentar a velocidade de rotação dos motores quando os últimos valores do erro fossem próximo de nulo para valores mais próximos da velocidade máxima, e reduzir para valores que permitem o ajuste da trajetória quando os últimos valores do erro não fossem próximos de zero. Outras melhorias seriam substituir a tecnologia *Bluetooth* por tecnologia WI-FI, permitindo um maior alcance nas comunicações, e adicionar mais sensores de obstáculos de modo a cobrir uma maior área de deteção.

Além de modificações e melhorias poder-se-iam acrescentar novas funcionalidades ao DWR. Uma delas seria a implementação de um mecanismo de controlo remoto, através do qual uma pessoa responsável controlaria o percurso do robô até ao local pretendido. Teria de ser adicionada uma câmara ao robô, sendo a imagem transmitida para o comando, ou algum dispositivo eletrónico com ecrã, que o utilizador estivesse a utilizar. Outro acréscimo prende-se com a criação de uma base de dados para uma maior automatização do processo e de algoritmos de mapeamento de percursos com base nas paragens a efetuar. Seria também interessante que o DWR pudesse estimar se carga atual das baterias seria ou não suficiente para completar a trajetória pretendida.