

PROJECTO DE UM PARQUE DE ESTACIONAMENTO

JOÃO FILIPE PIRES DA COSTA

Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professor Doutor Carlos Manuel Rodrigues

FEVEREIRO DE 2008

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ mipec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Carlos Rodrigues, pela excelente orientação, dedicação e motivação que me proporcionou durante a realização deste trabalho, muito obrigado.

Ao meu pai, pela paciência e todo o apoio que me prestou durante a realização deste projecto. À minha irmã e à minha mãe pela compreensão e motivação.

Aos professores e funcionários da secção de Vias de Comunicação da FEUP.

À Mariana, também pela paciência, análise crítica e pela ajuda na redacção deste projecto.

Ao Gordo, ao Jorge, ao Daniel, à Catarina e ao Pedro Miguel, pelas pequenas ajudas que juntas se transformaram numa grande ajuda.

Aos meus amigos.

A todos, muito obrigado por tudo.

RESUMO

O tráfego rodoviário tem vindo, ao longo dos últimos anos, a ser altamente penalizado pelo crescente e insustentado número de veículos circulantes. Esta situação torna-se ainda mais problemática nos centros das grandes cidades, assistindo-se frequentemente a dificuldades na acessibilidade e mobilidade do cidadão comum. Este é um problema que tem merecido real interesse nas actuais medidas de mobilidade, dado o seu impacto negativo sobre a gestão do tráfego, nomeadamente ao nível da sua fluidez. As recentes políticas de mobilidade têm vindo a implementar novas medidas que permitam uma correcta gestão do tráfego urbano, assumindo o estacionamento um importante papel.

A aplicação de um conceito alargado de estacionamento vai muito além da simples tentativa de aproximar a oferta de estacionamento da procura existente. Assiste-se cada vez mais a uma constante necessidade de diminuir, canalizar e gerir o tráfego urbano, devendo ser aplicadas medidas de estacionamento individualizadas e adaptadas a cada situação. Sendo assim, os lugares de estacionamento devem ser criteriosamente dimensionados e localizados.

O principal objectivo deste trabalho foi o de caracterizar a situação actual do estacionamento, dando especial enfoque ao estacionamento em parque. Após uma breve abordagem da procura e da oferta de estacionamento, foram contemplados os diversos princípios construtivos inerentes à planificação de um parque de estacionamento em edifício. Tendo por base a consulta de diversa documentação, legislação vigente e manuais técnicos, foi possível sistematizar a informação recolhida, fazendo um ponto da situação para esta tipologia de estacionamento.

Por fim, foi elaborado um projecto de um parque de estacionamento para veículos ligeiros, aplicando os conceitos estudados. Foram propostas duas soluções distintas apresentando diferentes disposições geométricas das plataformas, do esquema de circulação e dos lugares de estacionamento, tendo sido devidamente justificada a escolha da solução mais viável. Este projecto contemplou a circulação interna dos veículos e dos peões, tendo em conta as múltiplas condicionantes relativas ao uso do parque por parte de qualquer utilizador. Foi ainda proposto um esquema de sinalização e de alguns equipamentos de gestão de parques, passíveis de ser aplicados na solução escolhida.

PALAVRAS-CHAVE: estacionamento, oferta, edifício, parque, projecto.

ABSTRACT

In recent years, road traffic has become increasingly penalized by the unsustainable growth of the number of circulating vehicles. This situation becomes even more challenging in major city centres, leading to frequent difficulties in the accessibility and mobility of the common citizen. This is a problem which has deserved a special focus in current mobility measures, given its negative impact on traffic management, namely on its fluidity. Recent mobility policies have implemented new measures that allow an adequate management of urban traffic, with parking playing an important role.

The application of an enlarged concept of parking goes far beyond the attempt to approximate parking supply with the existing demand. There is a growing need for diminishing, canalizing and managing urban transportation, and parking measures should be tailored and adapted for each situation. Accordingly, parking spaces must be criteriously located and dimensioned.

The main aim of this work was to characterize the current situation of parking, with an emphasis on multi-storey parking lots. First, we performed a brief analysis of the dynamics of parking supply and demand. Second, we addressed the diverse building principles inherent to the planning of a multi-storey parking lot. Based on multiple documentation, current legislation and technical manuals, it was possible to systematize the collected information, providing a perspective on the present situation for this type of parking.

Finally, we developed a parking project for cars, applying the studied concepts. We advanced two different solutions, with distinctive geometric dispositions of platforms, circulation schemes and parking spaces. One of these proposals was selected as the most viable, and the reasons for this choice were discussed. This project considered inner vehicle and pedestrian circulation, taking into account the multiple requirements related to the universal use of the park. In addition, we suggest signalling and management equipments schemes that can be applied to the chosen solution.

KEYWORDS: parking, supply, multi-storey, parking lot, project.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v

1. INTRODUÇÃO 1

2. CARACTERIZAÇÃO DA PROCURA E DA OFERTA DE ESTACIONAMENTO 3

2.1 PROCURA	3
2.1.1 VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM A PROCURA	4
2.1.2 TIPOS DE UTILIZADORES	6
2.1.3 METODOLOGIAS DE DETERMINAÇÃO DA PROCURA.....	7
2.1.3.1 Inquéritos por entrevista	8
2.1.3.2 Métodos de Observação	9
2.2 OFERTA	9
2.2.1 TIPOLOGIA DA OFERTA	10
2.2.1.1 Uso	10
2.2.1.2 Local	10
2.2.1.3 Veículos	11
2.2.2 DETERMINAÇÃO DA OFERTA	12
2.2.3 GESTÃO DA OFERTA	12
2.2.3.1 Quantidade da Oferta – Índices de Oferta de Estacionamento	13
2.2.3.2 Localização Espacial	16
2.2.3.3 Acessos	16
2.2.3.4 Preço	17

3. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS 21

3.1 PARQUES DE ESTACIONAMENTO CONVENCIONAIS	21
3.1.1 PLATAFORMAS.....	21
3.1.2 RAMPAS	22

3.1.2.1	Tipos de Rampas.....	23
3.1.2.2	Características Geométricas das Rampas	29
3.1.3	LUGARES E FAIXAS DE RODAGEM	32
3.1.4	ESQUEMAS DE CIRCULAÇÃO E POSICIONAMENTO DOS LUGARES	40
3.1.4.1	Circulação com dois sentidos de tráfego.....	41
3.1.4.2	Circulação com um sentido de tráfego	41
3.1.4.3	Circulação em sentidos mistos (um e dois sentidos)	42
3.1.4.4	Circulação em um ou dois sentidos.....	42
3.1.5	RAIOS DE CURVATURA	43
3.1.6	ENTRADAS/SAÍDAS.....	44
3.1.7	SINALIZAÇÃO	45
3.1.8	EQUIPAMENTOS DE GESTÃO DE PARQUES.....	45
3.1.8.1	Barreira Entrada/Saída.....	45
3.1.8.2	Estação Entrada/Saída.....	46
3.1.8.3	Caixa de Pagamento Automático	47
3.1.8.4	Caixa Central de Pagamento.....	47
3.1.8.5	Vídeovigilância e Monitorização	48
3.1.8.6	Painéis Informativos	48
3.1.8.7	Sistemas de Detecção de Lugares Livres	48
3.1.8.8	Sistemas de Reconhecimento de Matrículas	49
3.1.9	EXIGÊNCIAS ESPECIAIS	49
3.2	SISTEMAS AVANÇADOS DE ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS	51
3.2.1	GENERALIDADES.....	51
3.2.2	ELEMENTOS BÁSICOS	52
3.2.3	ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS	53
3.2.4	VARIANTES DO ESTACIONAMENTO AUTOMÁTICO	53
4.	PROJECTO	55
4.1	INTRODUÇÃO.....	55
4.2	PRINCÍPIOS GERAIS.....	55
4.3	PRINCÍPIOS GEOMÉTRICOS.....	56
4.3.1	LUGARES DE ESTACIONAMENTO	57
4.3.2	ENTRADAS E SAÍDAS	57

4.3.3	VIAS DE CIRCULAÇÃO.....	57
4.3.4	CAMINHOS DE EVACUAÇÃO	58
4.3.5	ESCADAS E ELEVADORES.....	58
4.3.6	EXIGÊNCIAS ESPECIAIS	59
4.3.7	INSTALAÇÕES	59
4.4	CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA	60
4.4.1	SOLUÇÃO A.....	60
4.4.1.1	Lugares de estacionamento	60
4.4.1.2	Entradas e Saídas.....	61
4.4.1.3	Vias de circulação	61
4.4.1.4	Escadas e elevadores	62
4.4.1.5	Caminhos de evacuação	64
4.4.1.6	Exigências Especiais.....	65
4.4.1.7	Instalações	66
4.4.2	SOLUÇÃO B	68
4.4.2.1	Lugares de estacionamento	68
4.4.2.2	Entradas e Saídas.....	68
4.4.2.3	Vias de circulação	69
4.4.2.4	Escadas e elevadores	71
4.4.2.5	Caminhos de evacuação	72
4.4.2.6	Exigências Especiais.....	74
4.4.2.7	Instalações	74
4.5	COMPARAÇÃO ENTRE AS SOLUÇÕES A E B	75
4.6	SINALIZAÇÃO	77
4.6.1	SINALIZAÇÃO VERTICAL.....	77
4.6.2	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL.....	80
4.6.3	ESQUEMAS DE SINALIZAÇÃO.....	82
4.7	EQUIPAMENTOS.....	86
5.	CONCLUSÕES	89
	BIBLIOGRAFIA.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Crescimento do parque automóvel em Portugal ACAP (2006).....	3
Fig. 3.1 – Pisos completos (ASVV, 1998).....	22
Fig. 3.2 – Pisos parciais alternados (ASVV, 1998).....	22
Fig. 3.3 – Rampas rectas separadas paralelas (Balsells, 2004)	23
Fig. 3.4 – Rampas rectas separadas opostas (Balsells, 2004).....	24
Fig. 3.5 – Rampas rectas adjacentes paralelas (Balsells, 2004)	24
Fig. 3.6 – Rampas rectas adjacentes opostas (Balsells, 2004).....	25
Fig. 3.7 – Rampas rectas separadas paralelas (TET, 1970).....	25
Fig. 3.8 – Rampas rectas separadas e adjacentes paralelas (Balsells, 2004)	26
Fig. 3.9 – Rampas helicoidais adjacentes paralelas (TET, 1970).....	26
Fig. 3.10 – Rampas helicoidais adjacentes opostas (TET, 1970).....	27
Fig. 3.11 – Rampas com estacionamento adjacente adjacentes e paralelas (TET, 1970)	27
Fig. 3.12 – Rampas com estacionamento adjacentes opostas (ASVV, 1998).....	28
Fig. 3.13 – Rampas de estacionamento adjacente helicoidais (Balsells, 2004)	28
Fig. 3.14 – Zonas críticas de colisão entre veículo e rampa.....	30
Fig. 3.15 – Valores sugeridos para inclinações de rampas.....	31
Fig. 3.16 – Relação entre largura dos lugares e largura das faixas de acesso	32
Fig. 3.17 – Definições e esquemas de arrumação	33
Fig. 3.18 – Diferentes soluções de disposição dos veículos (TET, 1970).....	40
Fig. 3.19 – Circulação com dois sentidos de tráfego (ASVV, 1998)	41
Fig. 3.20 – Circulação com um sentido de tráfego (ASVV, 1998)	41
Fig. 3.21 – Circulação em sentidos mistos (ASVV, 1998)	42
Fig. 3.22 – Circulação em um ou dois sentidos.....	42
Fig. 3.23 – Raios internos e externos descritos por um veículo em curva	43
Fig. 3.24 – Barreira de entrada/saída (Misco21, 2007).....	46
Fig. 3.25 – Estação entrada/saída (Misco21, 2007)	46
Fig. 3.26 – Caixa de pagamento automático (Misco21, 2007).....	47
Fig. 3.27 – Caixa central de pagamento (Misco21, 2007)	47
Fig. 3.28 – Painéis informativos.....	48
Fig. 3.29 – Sistemas de detecção de lugares livres (Misco21, 2007).....	49
Fig. 3.30 – Sistema de reconhecimento de matrículas	49

Fig. 3.31 – Dimensões de dois lugares acessíveis contíguos.....	50
Fig. 4.1 – Esquema base – Solução A	60
Fig. 4.2 – Localização da entrada e saída – Solução A	61
Fig. 4.3 – Esquema de circulação – Solução A	62
Fig. 4.4 – Localização das escadas e elevadores – Solução A	63
Fig. 4.5 – Caminhos de evacuação no piso inferior – Solução A.....	64
Fig. 4.6 – Caminhos de evacuação nos pisos superiores – Solução A	65
Fig. 4.7 – Exigências especiais – Solução A	66
Fig. 4.8 – Localização das instalações – Solução A.....	67
Fig. 4.9 – Esquema base – Solução B.....	68
Fig. 4.10 – Localização das entradas/saídas – Solução B.....	69
Fig. 4.11 – Esquemas de circulação pisos intermédios – Solução B.....	70
Fig. 4.12 – Esquema de circulação piso inferior – Solução A.....	70
Fig. 4.13 – Localização das escadas e elevadores – Solução B.....	72
Fig. 4.14 – Caminhos de evacuação piso inferior – Solução B	73
Fig. 4.15 – Caminhos de evacuação pisos superiores – Solução B	73
Fig. 4.16 – Exigências especiais – Solução B	74
Fig. 4.17 – Localização das instalações – Solução B	75
Fig. 4.18 – Passagem de peões	77
Fig. 4.19 – Paragem obrigatória em cruzamentos ou entroncamentos	78
Fig. 4.20 – Sentido Proibido.....	78
Fig. 4.21 – Trânsito proibido a peões	78
Fig. 4.23 – Proibição de exceder a velocidade máxima de 10 km/h.....	79
Fig. 4.24 – Sentido obrigatório.....	79
Fig. 4.25 – Deficiente	80
Fig. 4.26 – Direcção de via de acesso.....	80
Fig. 4.27 – Linha de paragem com símbolo “STOP”	80
Fig. 4.28 – Setas de selecção	81
Fig. 4.29 – Guias	81
Fig. 4.30 – Marcas de estacionamento	81
Fig. 4.31 – Guias dos caminhos de evacuação	82
Fig. 4.32 – Símbolo internacional de acessibilidade	82
Fig. 4.33 – Esquema de sinalização – Piso 0.....	83

Fig. 4.34 – Esquemas de sinalização – Pisos 1, 2 e 3.....	84
Fig. 4.35 – Esquemas de sinalização – Piso 4.....	85
Fig. 4.36 – Esquema de localização dos equipamentos de gestão.....	88

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Tipologia da procura de estacionamento (Seco, 2004).....	5
Quadro 2.2 – Valores observados de distâncias médias de percurso por motivo (Seco, 2004).....	6
Quadro 2.3 – Distâncias médias de percurso por duração média da actividade (Seco, 2004).....	6
Quadro 2.4 – Tipologia da oferta (Seco, 2004)	11
Quadro 2.5 – Índices de oferta de estacionamento sugeridos para áreas não centrais (Seco, 2004)	14
Quadro 2.6 – Índices de oferta de estacionamento sugeridos para áreas centrais (Seco, 2004).....	15
Quadro 2.7 – Hierarquia de utilizadores preferenciais para diferentes zonas (Seco, 2004)	17
Quadro 2.8 – Preço do estacionamento na via em diferentes cidades europeias (COST, 342)	18
Quadro 2.9 – Oferta de estacionamento recomendável por tipo de zona (Seco, 2004).....	19
Quadro 3.1 – Características do veículo de projecto (ASVV, 1998).....	33
Quadro 3.2 – Caracterização do estacionamento longitudinal (0°).....	35
Quadro 3.3 – Caracterização estacionamento oblíquo (30°).....	36
Quadro 3.4 – Caracterização estacionamento oblíquo (45°).....	37
Quadro 3.5 – Caracterização estacionamento oblíquo (60°).....	38
Quadro 3.6 – Caracterização estacionamento de topo (90°).....	39
Quadro 3.7 – Lugares reservados para pessoas com mobilidade reduzida.....	50
Quadro 4.1 – Relação área/lugares para diferentes configurações	56
Quadro 4.2 – Principais diferenças entre A e B.....	76

1

INTRODUÇÃO

Os principais elementos que compõem a infra-estrutura rodoviária de um sistema de transporte são as faixas de rodagem, destinadas à circulação dos veículos, e os espaços destinados ao estacionamento. Entre estes, o conceito de estacionamento pode revelar-se de grande importância na organização espacial de uma cidade. Assim, e tendo em conta que o estacionamento está presente no início e fim de cada deslocação e que, por outro lado, durante a maior parte da vida útil do automóvel ele está imobilizado, compreende-se a importância do estacionamento na definição da política de mobilidade ou mesmo na política urbana de uma cidade.

É fácil compreender que a existência ou ausência de espaço destinado ao estacionamento, quer na via pública quer em espaços particularmente destinados a esse fim, atrai ou não automóveis e entre estes estados extremos existe uma gama infinita de soluções que é necessário escolher com base nos objectivos que se pretende atingir.

Comparando com outros tipos de soluções existentes para o controlo dos volumes de tráfego em zonas urbanas mais sensíveis, a gestão do estacionamento oferece a vantagem de uma maior flexibilidade e facilidade de implementação das medidas mais adequadas. Por outro lado, pode ainda constituir uma importante fonte de receita que poderá ser canalizada para o financiamento de outros sectores do sistema de transportes (por exemplo transportes públicos) que por norma são deficitárias. A grande dificuldade para o êxito da política de estacionamento que se pretenda concretizar, e que a pode comprometer irremediavelmente, reside na exigência de uma fiscalização eficaz, o que não é uma tarefa fácil de executar, particularmente quando o estacionamento se localiza na via pública.

Com este trabalho, pretende-se analisar as disposições construtivas dos parques de estacionamento, destinados a veículos ligeiros, de forma a maximizar o aproveitamento do espaço, bem escasso em zonas urbanas consolidadas, respeitando a legislação em vigor, bem como desenvolver o projecto de um parque de estacionamento.

Assim, após esta introdução onde se procurou fazer o enquadramento do tema, segue-se o **capítulo 2** dedicado à caracterização da oferta e procura de estacionamento, descrevendo-se para cada um dos casos as diferentes tipologias existentes. O **capítulo 3** destina-se a apresentar as disposições construtivas de cada componente, em particular no que se refere às características geométricas não apenas do estacionamento propriamente dito, mas também dos elementos que influenciam a operação, nomeadamente: entrada e saída de veículos e respectivo controlo, circulação interna e disposição dos lugares de estacionamento. Ainda neste capítulo apresenta-se o tipo de equipamento habitualmente utilizado na gestão do tráfego em parque e termina-se com uma descrição de sistemas avançados para o estacionamento de veículos. No **capítulo 4** apresenta-se o projecto de um parque de estacionamento para cerca de 400 veículos ligeiros, desenvolvido tendo em conta as disposições construtivas

analisadas anteriormente e as boas práticas aplicáveis a este tipo de empreendimento. Por último, no **capítulo 5** apresentam-se as principais conclusões inerentes a este trabalho.

2

CARACTERIZAÇÃO DA PROCURA E DA OFERTA DE ESTACIONAMENTO

2.1 PROCURA

Nos últimos anos tem-se verificado um aumento da taxa de motorização (número de automóveis por habitante) e um uso excessivo do automóvel, fazendo com que a procura do estacionamento cresça a um ritmo elevado. Em Portugal o número de veículos ligeiros foi multiplicado praticamente por dez nos últimos 30 anos conforme mostra a figura 2.1. Este aumento da procura, representado pelo aumento do número de viagens e pelas deslocações cada vez mais longas exigiria actualmente, para manter as mesmas condições de fluidez de escoamento, uma rede rodoviária que por razões económicas, sociais e ambientais é impossível oferecer. Desta forma, não havendo espaço disponível para satisfazer a procura, são cada vez mais frequentes e penalizantes os efeitos negativos do tráfego rodoviário, ao nível da segurança, do ambiente e da eficiência/congestionamento. A solução tem de passar pela redução do número de automóveis a circular, pelo que se necessita de adoptar um conjunto de medidas coerente com a estratégia fixada.

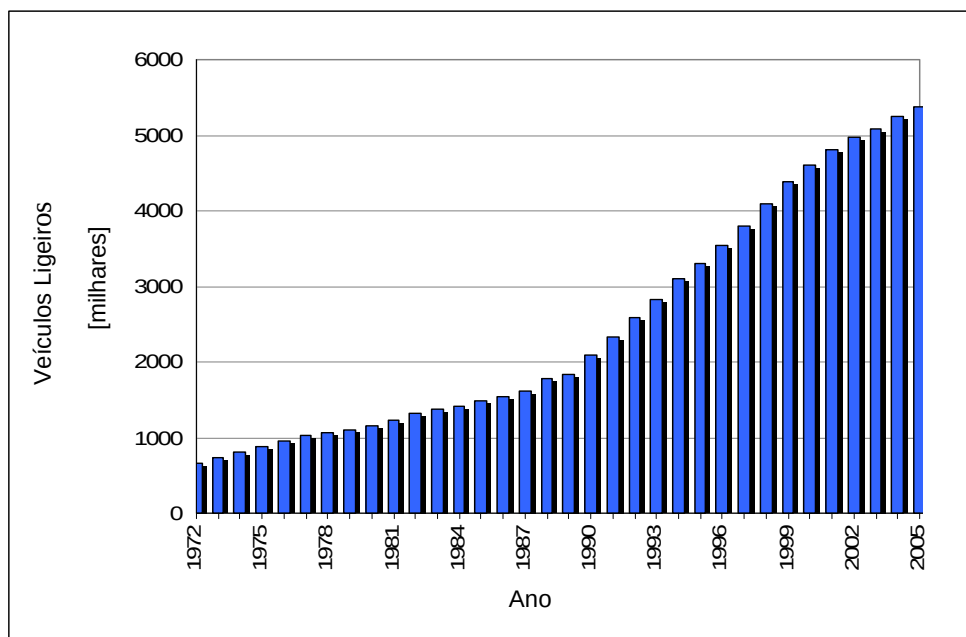


Fig. 2.1 – Crescimento do parque automóvel em Portugal ACAP (2006)

Numa cidade, a necessidade de estacionar por parte dos condutores dos veículos circulantes representa a procura de estacionamento. Na determinação desta é necessário saber, no tempo e no espaço, o momento em que o condutor tenciona estacionar o seu veículo. No caso do condutor não ser bem sucedido devido à saturação do sistema, isto é, no caso de necessitar percorrer um caminho mais longo do que o esperado na procura do lugar, estes movimentos desnecessários sob o ponto de vista da acessibilidade irão influenciar a circulação da rede viária. Assim sendo, o processo de estacionamento inicia-se no momento exacto em que um condutor decide estacionar e termina no instante em que o veículo abandona o lugar de estacionamento.

2.1.1 VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM A PROCURA

O condutor comum, quando pretende estacionar o seu veículo, inicia a procura do lugar em zonas próximas ao destino final e só na ausência de espaços livres é que irá procurar outros lugares de menor “utilidade” (considerada como o inverso da distância), mas sempre situados dentro de uma determinada área próxima ao local pretendido.

Em geral, associa-se a procura a uma determinada área, o que exige a definição de um zonamento para a área em estudo, que considere, para além da ocupação do uso do solo e das suas características gerais, as condições socio-económicas dos ocupantes dos veículos.

No que se refere às actividades, a sua duração influencia significativamente a forma da área. Assim, quanto maior for a duração da actividade, maior será a distância que o condutor aceita percorrer a pé. Na mesma ordem de ideias, para actividades com duração curta (compras rápidas, cafés, etc.), o condutor exige uma grande proximidade do lugar de estacionamento ao seu destino. Além da duração, a urgência das actividades e o tipo de cargas associadas a estas (peso e volume) também são factores que podem influenciar a definição da área. Para actividades com um carácter de urgência grande ou naquelas em que estão associadas cargas com volumes consideráveis, a exigência de proximidade irá ser maior por parte dos condutores.

No que diz respeito às características sócio-económicas dos ocupantes dos veículos, a determinação da área de procura é influenciada principalmente pela mobilidade dos ocupantes e pelo seu nível social. Naturalmente, os condutores de um nível social elevado não consideram as mesmas possibilidades de estacionamento que os condutores com mais dificuldades financeiras. Os condutores com menos capacidades financeiras irão procurar um lugar em zonas onde o estacionamento é mais barato, não se importando de caminhar mais para chegar ao local que desejam com o benefício de poupar no combustível e na tarifa de estacionamento. A relação dos ocupantes dos veículos com a área evidencia que tanto os ocupantes muitos novos (crianças pequenas), como os ocupantes idosos e outros de mobilidade reduzida necessitam de uma maior aproximação do estacionamento ao destino final.

A zona onde se desloca o utente do estacionamento também influencia a definição da área, sendo os principais factores a considerar a dimensão do agregado populacional e a acessibilidade pedonal. Estudos realizados nos EUA comprovam que quanto maior é a dimensão do aglomerado urbano maior será a disponibilidade dos utentes para percorrer maiores distâncias. A acessibilidade pedonal existente também pode influenciar a geometria da área. Na generalidade, caminhos pedonais com passeios largos, com bom ambiente e facilidades de atravessamentos de ruas garantem que a circulação das pessoas se efectua com segurança e comodidade. Assim, as viagens a pé tornam-se mais atractivas aumentando a disposição das pessoas para efectuar viagens pedonais mais extensas.

As duas principais variáveis que caracterizam a procura são a duração do estacionamento e a distância deste ao destino pretendido. A duração do estacionamento (Quadro 2.1) reporta-se principalmente à

tipologia da procura, sendo considerado como estacionamento de curta duração aquele cuja actividade não ultrapassa uma hora, estacionamento de média duração quando este se prolongar de uma a quatro horas e de longa duração nos casos em que a permanência do veículo no lugar exceda as quatro horas. (Seco, 2004)

Quadro 2.1 – Tipologia da procura de estacionamento (Seco, 2004)

Classificação	Duração Aproximada	Exemplos
Curta Duração	<5 minutos	Entrada e saída de passageiros; Multibanco; compra de jornal
	5 – 30 minutos	Compras rápidas; pagamento de serviços; entregas de produtos
	30 – 60 minutos	Compras; pagamento de serviços; refeições rápidas
Média Duração	1 – 2 horas	Consultas; reuniões breves; lazer
	2 – 4 horas	Compras; lazer; reuniões; turismo
Longa Duração	4 – 8 horas	Emprego; turismo
	>8 horas	Residentes; nocturno

No que diz respeito à localização do estacionamento é necessário ter em conta a distância que as pessoas estão dispostas a andar desde o estacionamento até chegarem ao destino e vice-versa. Com base em estudos efectuados nos EUA e na Austrália, estas distâncias são dependentes tanto da dimensão do aglomerado, como do tipo e duração das actividades daquele. Os valores recomendados para essas distâncias são apresentados nos quadros seguintes (Quadro 2.2 e 2.3), podendo afirmar-se que estas distâncias aumentam com a duração média das actividades e com a dimensão do aglomerado populacional, variando consideravelmente com a actividade a desempenhar. Em geral considera-se ser cerca de 300/400 m o valor limite para a distância pedonal entre o local do estacionamento e a origem/destino, o que representa um tempo de viagem que não ultrapassa os 5 minutos.

Quadro 2.2 – Valores observados de distâncias médias de percurso por motivo (Seco, 2004)

Dimensão do Aglomerado	Trabalho [m]	Compras [m]	Vendas e Serviços [m]	Distâncias pedonais aceitáveis nos EUA [m]
25 000 – 50 000 (EUA)	120	90	65	105
100 000 – 250 000 (EUA)	160	160	70	160
<500 000 (Austrália)	215	200	130	225
>500 000 (EUA)	210	200	125	230

Quadro 2.3 – Distâncias médias de percurso por duração média da actividade (Seco, 2004)

Local	Duração média das Actividades		
	<15 [min]	1-2 [h]	7-8 [h]
Austrália	110 m	175 m	240 m

2.1.2 TIPOS DE UTILIZADORES

A procura de lugares de estacionamento pode ser diferenciada consoante o tipo de utilizadores. Neste tema e agregando alguns aspectos mencionados anteriormente são apresentadas as classes de utentes do estacionamento mais comuns. Assim, na generalidade, podem ser definidos quatro grandes grupos de utilizadores:

- Residentes;
- Fornecedores;
- Clientes;
- Trabalhadores.

Como já foi referido, o estacionamento dos residentes é caracterizado pela sua elevada duração de permanência. Trata-se de um tipo de estacionamento muito regular, cuja taxa de ocupação é bastante acentuada no período pós-laboral (entre as 19 e as 8 horas) e, devido a esse facto, as necessidades de estacionamento são durante o período nocturno, não sendo influenciadas pela qualidade dos serviços de transportes colectivos existentes.

Quanto aos fornecedores, a duração de estacionamento é reduzida mas a exigência de proximidade é muito elevada. O serviço de transportes colectivos também não influencia as necessidades destes utilizadores pois as cargas transportadas implicam o uso de transporte individual, geralmente veículos

de mercadorias. Na maioria dos casos, o tempo de estacionamento não ultrapassa os 30 minutos, sendo esse limite frequentemente exigido pelos Regulamentos Municipais de Cargas e Descargas, como é o caso da cidade de Lisboa. Além disso, segundo o mesmo regulamento, para as diferentes classes de veículos (pequena, média e grande dimensão) são impostos diferentes períodos de funcionamento e até restrições de circulação em alguns tipos de artérias.

O tipo de estacionamento correspondente aos clientes é mais difícil de caracterizar em termos temporais. A duração e localização destes dependem de inúmeros factores relacionados com o motivo da viagem que, por sua vez, está estreitamente ligada ao tipo de actividades existentes e aos seus horários de funcionamento. Esta classe de utilizadores apresenta menores dependências das características da oferta de estacionamento, podendo em alguns casos decidir por alterar o seu destino. Uma boa política de transportes colectivos poderá dissuadir o uso do automóvel por parte de alguns destes utilizadores.

Os trabalhadores, a par dos residentes, têm tempos de permanência elevados o que se traduz numa baixa rotatividade dos lugares de estacionamento. Durante o dia podem ser distinguidos dois picos no estacionamento, o primeiro, da procura de lugar, normalmente entre as 8 e as 10 horas e o segundo, correspondente à saída do lugar, entre as 17 e as 19 horas. Tal como os clientes, estes utilizadores apresentam predisposição para alterar o meio de transporte.

2.1.3 METODOLOGIAS DE DETERMINAÇÃO DA PROCURA

Os métodos utilizados para a quantificação da procura, para além de permitirem analisar a distribuição no tempo e no espaço da procura de estacionamento, devem possibilitar a localização de eventuais pólos geradores de estacionamento (centros comerciais, universidades, recintos desportivos, etc.) e se possível identificar as tipologias das viagens.

As metodologias de recolha de informação podem ser divididas em dois grupos principais: os inquéritos por entrevista e os métodos de observação.

Os inquéritos por entrevista são mais utilizados quando se pretende estudar a procura de estacionamento em zonas de grandes dimensões, nas quais se espera que haja mudanças significativas na oferta de estacionamento. Quando se entra em contacto directo com o condutor, é possível ficar a conhecer a origem e destino da viagem, o motivo da viagem, a frequência e duração do estacionamento, a existência ou não de espaços alternativos e as distâncias percorridas a pé. A quantificação do potencial da procura também pode ser determinado, nos casos em que o inquérito aos condutores contenha perguntas sobre eventuais cenários futuros. Na elaboração das perguntas destes inquéritos, devem ser tomadas as medidas necessárias para fazer com que os erros relativos a respostas que levem a interpretações desviadas sejam minimizados. Deste modo as perguntas devem ser precisas, directas e simples de maneira a não dificultar nem influenciar a opinião do condutor.

Por outro lado, os métodos de observação são normalmente aconselhados quando o estudo do estacionamento apenas diz respeito a uma determinada zona. Neste caso, os comportamentos das deslocações dos condutores não são analisados, focando-se apenas os dados relativos ao número de utilizadores do estacionamento e correspondentes fluxos e durações.

2.1.3.1 Inquéritos por entrevista

A recolha de informação pode ser realizada directamente no local de estacionamento, por meio de um questionário colocado nos veículos, através de entrevistas realizadas nos locais de destino ou então através de entrevistas ao domicílio. Seguidamente descreve-se de forma sumária cada uma das modalidades.

⇒ Entrevista directa na área de estacionamento

Os condutores são entrevistados de preferência à saída do estacionamento onde podem ser obtidas outras informações por observação do inquiridor (natureza do estacionamento, número de ocupantes, tipo de veículo, etc.). As perguntas usualmente feitas dizem respeito aos motivos da viagem, a origem/destino, os lugares visitados, a duração e frequência do estacionamento, a distância percorrida a pé, bem como outras zonas possíveis de estacionamento. É um método bastante aconselhável pois a presença do inquiridor possibilita esclarecimentos de dúvidas que possam surgir ao entrevistado. A realização destas entrevistas geralmente exige a contratação de recursos humanos pelo que se torna num método bastante dispendioso. Além disso, é necessário que se tomem precauções para que sejam fiáveis os resultados obtidos.

⇒ Questionário de resposta paga

Estes questionários podem recolher mais informações que os anteriores, visto serem normalmente mais extensos. Esta metodologia consiste na colocação do questionário nos veículos que se encontram estacionados. Para uma correcta análise dos dados é necessário identificar a localização do veículo e a hora a que foram colocados os diferentes inquéritos. Este método é mais económico do que o da entrevista directa, pois a mão-de-obra requerida é menor. Apesar dos questionários não acarretarem custos aos inquiridos, existe uma elevada percentagem de questionários não entregues. O grau de veracidade das respostas e o correcto preenchimento destes pode tornar-se num obstáculo.

⇒ Entrevista no local de destino

As entrevistas são feitas a todo o tipo de utentes junto ao local de destino. Assim, além da procura actual referenciada pelos condutores de veículos estacionados no local, é possível obter-se uma estimativa da procura suprimida nas respostas relativas aos não condutores ou a outros utilizadores que não tenham garantido estacionamento na zona. A oferta de outras alternativas também pode ser posta em questão, avaliando-se assim a procura potencial da área em questão.

⇒ Entrevista ao domicílio

Os questionários são enviados para as moradas dos entrevistados que após responderem os reencaminham para o pesquisador. Tal como os questionários de resposta paga, o índice de retorno é baixo e a qualidade da totalidade das respostas não está garantida. As entrevistas são mais extensas de maneira a que a quantidade de informação obtida possa ser superior à de outro método. Esta metodologia é muito dispendiosa e requer um universo de estudo muito grande, pelo que em muitos casos são anexados a outro tipo de estudos relativos a modos de transporte diferentes.

2.1.3.2 Métodos de Observação

Os métodos de observação podem ser do tipo contagens por patrulha ou contagens de cordão, descrevendo-se a seguir as especificidades de cada um.

⇒ Contagens por patrulha

Este método consiste na divisão por zonas da área em estudo e na recolha de informação espacial e temporal do estacionamento existente. Esta recolha de informação é realizada percorrendo pequenos circuitos a pé ou de automóvel, em determinados intervalos de tempo de amplitude superior ao tempo que se demora a efectuar o circuito. Estes circuitos constituem, para efeito de estudo do estacionamento, a amostra da zona respectiva, pelo que devem ser cuidadosamente escolhidos, de forma que se possa considerar a informação recolhida como representativa do que acontece na zona.

A informação deve caracterizar o tipo de estacionamento que se realiza nas zonas em questão, identificando para cada uma delas e por período de observação o número total de lugares ocupados e vazios em cada volta dada ao circuito, bem como a legalidade do estacionamento (nos casos de estacionamento ilegal é aconselhável diferenciar os veículos que impedem a normal circulação dos restantes). O tratamento dos dados e a obtenção de resultados é relativamente simples e é possível verificar a distribuição espacial dos veículos estacionados nos diversos espaços disponíveis, a duração do estacionamento e respectiva rotatividade. Como desvantagens este método apresenta o risco de não serem contabilizados os dados dos estacionamentos de curta duração se os intervalos de observação forem desproporcionados e ainda o facto da recolha de dados ser exaustiva.

⇒ Contagens de Cordão

Neste caso são contabilizados nos postos de contagem todos os veículos que entram e saem de uma determinada área fechada. Esta contagem é feita pelo registo parcial ou total das matrículas dos veículos através dos contadores (ou de câmaras de vídeo) posicionados nos diversos postos. A informação obtida por este método não regista a distribuição espacial dos veículos dentro da área em questão, sendo de resto semelhante à informação obtida pelo método da patrulha. Em locais como parques de estacionamento ou onde a área é pouco extensa, a utilização deste método torna-se conveniente pois o levantamento de dados não é tão exaustivo nem existe perda de fiabilidade nos resultados alcançados. A contabilização dos estacionamentos de curta duração também pode registar erros, principalmente se a área a considerar for grande e houver atravessamentos lentos.

2.2 OFERTA

O planeamento da oferta de estacionamento deve ser realizado com grande cuidado, sem nunca esquecer as possíveis articulações do estacionamento com as restantes envolventes do sistema viário. Para tal, é necessário ter em consideração os diferentes tipos de uso do solo, os sistemas de transportes colectivos existentes e a circulação do tráfego rodoviário. Como primeira solução poder-se-ia tentar equilibrar a oferta com a procura, ou seja, responder com a criação de lugares de estacionamento às necessidades de estacionamento existentes. Actualmente, com a necessidade de restringir o tráfego automóvel nos centros urbanos, estão a ser implementadas políticas de estacionamento que incentivam o uso de outros meios de transporte. Na maioria dos casos em que a procura é muito elevada a solução passa pela implementação de estacionamento pago e limitado, fazendo com que a sua aplicação garanta níveis de saturação e de rotação satisfatórios. Para garantir os efeitos desejados, deve-se ter

especial atenção ao sistema de fiscalização das políticas impostas, fazendo com que este seja eficaz, credível e simples.

2.2.1 TIPOLOGIA DA OFERTA

Nesta secção são apresentados e caracterizados os diversos tipos de estacionamento existentes, bem como a relação entre a tipologia da oferta e a estrutura urbana onde estão localizados.

De um modo geral podem considerar-se dois tipos de estacionamento: o estacionamento na via e o estacionamento fora da via. O primeiro é mais vulgar quando se pretende satisfazer as necessidades do estacionamento de estabelecimentos comerciais ou áreas residenciais. Nestes casos, o resultado é frequentemente uma instalação com grandes extensões e em muitos casos com pouca consideração pelos impactos visuais negativos. É uma solução cómoda do ponto de vista do utilizador mas quando mal empregue pode interferir no normal funcionamento das vias de circulação. No estacionamento fora das vias há uma maior concentração de lugares de estacionamento separando-se claramente a função de circulação da função de estacionamento permitindo uma melhor gestão deste com soluções adaptadas às necessidades locais. De seguida apresentam-se os diversos tipos de estacionamento tendo em conta o tipo de **uso**, o **local** e os diferentes tipos de **veículos**.

2.2.1.1 Uso

No que diz respeito ao tipo de uso o estacionamento pode ser subdividido em:

- Estacionamento público – destina-se a qualquer utilizador, fazendo apenas a distinção relativamente ao tipo de veículos. Normalmente nas zonas de maior procura este tipo de estacionamento não é gratuito;
- Estacionamento privativo – reservado aos respectivos proprietários, pelo que este estacionamento não se dirige indiscriminadamente a qualquer utilizador;
- Estacionamento de admissão reservada – tal como o estacionamento privativo, este só pode ser utilizado por determinados condutores. Normalmente é utilizado pelos estabelecimentos comerciais, desportivos, culturais, entre outros, de forma a proporcionar estacionamento gratuito aos seus frequentadores.

2.2.1.2 Local

No que concerne à localização, o estacionamento pode ser na via ou fora da via, designando-se:

- Estacionamento na via – como o próprio nome indica este estacionamento existe ao longo das vias. Geralmente são estacionamentos públicos salvo qualquer regulamentação que indique o contrário;
- Estacionamento fora da via – este tipo de estacionamento, face à crescente procura tem vindo a ser cada vez mais utilizado. Engloba os parques de estacionamento (de um só piso, normalmente à superfície e ao ar livre) e os auto-silos (edifícios que compreendem vários pisos de estacionamento que podem ser subterrâneos ou em elevação; entretanto, as novas técnicas que começam a ser usadas nos dias de hoje permitem a arrumação dos veículos por meio mecânico).

2.2.1.3 Veículos

O estacionamento pode ainda ser classificado em função do tipo de veículos, que, pelas suas dimensões e funcionalidades, requer um espaço de estacionamento diferente. Sendo assim, convém distinguir o estacionamento para:

- Veículos ligeiros (diferenciando os veículos com pessoas de mobilidade reduzida, táxis, etc.);
- Motociclos e/ou bicicletas;
- Veículos pesados (terminais de veículos industriais, de autocarros, etc.)

Em relação a este último caso assume especial relevância, pela função que desempenham no abastecimento e distribuição de produtos nos aglomerados urbanos, os lugares para cargas e descargas.

No Quadro 2.4 apresentam-se os diferentes tipos e oferta de estacionamento tendo em conta a sua localização, a quem se destinam e respectivas condições de utilização, o proprietário e as opções de exploração.

Quadro 2.4 – Tipologia da oferta (Seco, 2004)

Localização	Na Via				Em Parque				
Uso	Público				Privado		Público		
Propriedade	Pública				Privada	Privada	Pública		
Exploração	Pública	Pública ou por privada			Privada	Privada	Privada	Pública	
Condições de Utilização	Gratuito	Pago	Avença	Controlo de duração	Gratuito	Pago	Pago	Gratuito	Pago

No Quadro 2.4, o estacionamento em parque corresponde ao estacionamento já anteriormente mencionado por estacionamento fora de via. Este tipo de estacionamento liberta espaço na via pública, permite uma informação fácil sobre os lugares e a sua fiscalização não acarreta grandes custos. No entanto, e principalmente nos casos em que é edificado, exige um espaço significativo que não é fácil encontrar principalmente em áreas urbanas centrais com limitações de área disponível para estes fins. Tal pode implicar a mobilização de um grande investimento financeiro. Por outro lado, e principalmente no caso de ser acima do solo, pode pelo seu volume causar um impacte visual negativo considerável. Constitui a solução mais vulgar quando se pretendem satisfazer as necessidades do estacionamento de estabelecimentos.

Por outro lado, o estacionamento nas vias é normalmente aplicado nas artérias das cidades, sendo soluções de baixo custo de instalação e garantindo uma grande proximidade aos locais, tornando-os mais acessíveis. Não deve ser usado nas vias de hierarquia superior (vias estruturantes) pois os movimentos de entrada e saída dos lugares podem provocar atritos na circulação. Além disso, e como existem incertezas na existência e localização dos lugares vagos, o condutor que tenciona estacionar

pode afectar o tráfego na área pois a sua circulação torna-se lenta. As soluções de fiscalização apresentam custos significativos, mas com a ajuda das novas tecnologias podem ser bastante eficazes.

2.2.2 DETERMINAÇÃO DA OFERTA

A determinação da oferta é normalmente realizada por observação directa e consiste no levantamento dos principais dados relativos a um sistema de estacionamento. Para tal, é necessário obter informações sobre o tipo, a classificação, a sinalização e as regras de estacionamento e sobre as características do local envolvente. Geralmente, quando se estuda um estacionamento na via, os dados que são mais relevantes na determinação da oferta dizem respeito a informações sobre:

- o número de lugares;
- o sistema tarifário;
- as limitações da duração de estacionamento;
- os lugares de estacionamento reservado;
- os acessos pedonais (passeios e passadeiras);
- os locais e condições de funcionamento das carga e descarga;
- os locais de paragem de outros meios de transporte (táxis, autocarros, etc.);
- o tipo e características das vias (número, sentidos e larguras das vias);
- outros factores locais.

Por outro lado, quando se pretende caracterizar a oferta num estacionamento fora da via, são necessárias informações sobre:

- os tipos de estacionamento (à superfície, elevados ou subterrâneos);
- os usos e propriedades dos locais em estudo (públicos ou privados);
- as limitações no tempo de estacionamento;
- o número e dimensões dos lugares;
- os números e locais dos acessos rodoviários e pedonais ao parque;
- os tipos de tarifação;
- as restrições do estacionamento.

2.2.3 GESTÃO DA OFERTA

Como já foi mencionado, nas últimas décadas tem-se verificado um aumento do uso de transporte particular. Sendo assim, urge implementar políticas que visem otimizar a utilização da oferta de estacionamento. A existência de uma política de estacionamento devidamente integrada e coordenada com as restantes estratégias de gestão de mobilidade assume-se como um valioso instrumento para inverter, ou pelo menos atenuar, o condicionamento da qualidade de vida dos cidadãos, devido ao aumento do congestionamento rodoviário, do estacionamento ilegal e do aumento da poluição atmosférica e sonora, com maior incidência em centros urbanos de média e grande dimensão.

Os instrumentos de gestão da mobilidade à disposição dos municípios são parte integrante de qualquer política de gestão de estacionamento, podendo distinguir-se quatro mecanismos (Seco, 2004):

- Controlo da quantidade da oferta de diferentes tipos de lugares de estacionamento;
- Controlo da localização espacial dos lugares de estacionamento;
- Controlo das condições de acesso aos lugares e estacionamento;
- Controlo do preço a pagar.

2.2.3.1 Quantidade da Oferta – Índices de Oferta de Estacionamento

Dos instrumentos de gestão de estacionamento, os índices de oferta de estacionamento são os que maior potencial revelam para controlar os níveis de utilização do automóvel, particularmente nos espaços urbanos mais sensíveis. A sua quantificação apresenta-se como uma das melhores medidas para implementar uma política de mobilidade coerente e sustentável.

As opções em termos de política de estacionamento devem ser adequadas à área em questão, sendo que para áreas centrais e não centrais essas opções devem ser claramente diferentes. Estas opções devem ter em conta as condições intrínsecas de cada área, nomeadamente o potencial de acessibilidade rodoviária resultante da capacidade oferecida pela rede rodoviária, a qualidade de serviço oferecida pelos modos alternativos de transporte (nomeadamente os transportes colectivos), a capacidade ambiental e os estilos de vida assumidos pelos cidadãos.

Cronologicamente é possível definir três momentos no recurso a índices de oferta de estacionamento. A introdução dos índices de 1ª geração reflectia uma determinada lógica de organização da mobilidade, onde se pretendia facilitar a circulação nas vias urbanas, transferindo os automóveis estacionados nas bermas e nas próprias vias para fora destas; esta introdução foi conseguida através da imposição de índices de oferta de estacionamento *mínimos* aos novos empreendimentos. Este é o tipo de metodologia actualmente ainda adoptado na maioria das cidades portuguesas.

A imposição dos índices *mínimos* começou a ser criticada por não se mostrar adaptada ao aumento de fluxo de tráfego nos centros das cidades e consequente aumento do congestionamento e “invasão” dos espaços públicos pelo automóvel, apresentando-se frequentemente desajustada à rede viária existente. Os índices mínimos tendiam a ser demasiadamente elevados, esquecendo que não é nem necessário, nem desejável, assumir que o essencial da acessibilidade é garantido pelo transporte privado. Desta forma, os índices de 2ª geração correspondem à introdução de uma nova política de gestão de estacionamento, adoptando uma gama de valores balizados por valores *mínimos*, que garantem o serviço das funções vitais não servidas por outros modos de transporte, e *máximos*, que reflectem um ambiente urbano acima do qual são postas em causa as capacidades viárias, sociais e ambientais existentes (Seco, Gonçalves, 2005). Os limites máximos são definidos em função de várias características de cada espaço urbano: nível de organização e consolidação das zonas edificadas, potencial de desempenho da rede viária, nível de acessibilidade global oferecido pelos diversos modos de transporte existentes ou planeados, nível de oferta de estacionamento já existente ou licenciado para a zona, e em função do tipo de vivência urbana desejada. Os índices de 2ª geração são ainda utilizados em muitas cidades dos países desenvolvidos.

Recentemente, começou a ser sugerida a aplicação de uma 3ª metodologia. Esta metodologia, apesar de teoricamente muito apelativa, reveste-se de algumas dificuldades de implementação, inviabilizando a sua aplicação prática, mais ou menos generalizada. Os índices de oferta de estacionamento de 3ª geração visam de uma forma mais directa a relação que deverá existir entre, por um lado, os níveis de

oferta de estacionamento automóvel nos diferentes empreendimentos, e, por outro lado, as capacidades real e ambiental das redes viárias da cidade, o nível de acessibilidade oferecido por modos alternativos ao transporte particular e o nível de consciência ambiental dos cidadãos.

De uma maneira geral, nas zonas urbanas menos centrais ou em zonas não urbanas devem ser definidos índices *mínimos* de oferta de estacionamento, já que se assume que o essencial da mobilidade de média/longa distância com destino nessas zonas continuará a ser, geralmente, assegurado por transporte particular. No Quadro 2.5 apresentam-se valores de índices mínimos de estacionamento para zonas não centrais em função dos diferentes empreendimentos.

Quadro 2.5 – Índices de oferta de estacionamento sugeridos para áreas não centrais (Seco, 2004)

Índices de Estacionamento para Espaços Sujeitos a Índices Mínimos			Oferta Normal de Estacionamento	Estacionamento Público	Zonas de Serviço
			(min.)	(min.)	
Residencial ou equiparado					
	Habitacões T3 ou superior	lug/fogo	2,5	30%	-
	Habitacões inferiores a T3	lug/fogo	1,5		
Serviços					
	<= 2500 m² a.b.c.	lug/100m² a.b.c.	4	80%	2,5 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 25 m²
	> 2500 m² a.b.c. (necessidade de Estudo de Tráfego)	lug/100m² a.b.c.	2		
Comercial (se > 2500 m² a.b.c. - necessidade de Estudo de Tráfego)					
	Retalhista < 500 m² a.b.c.	lug/100m² a.b.c.	3,5	80%	10 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 50 m²
	Shopping / Centro Comercial	lug/100m² a.b.c.	4		
	Grossista e hipermercados	lug/100m² a.b.c.	3		
Industrial ou equiparado					
	Indústria	lug/100m² a.b.c.	2,5	20%	5 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 70 m²
Salas de uso público					
	Discotecas	lug/100m² a.pública	12	80%	2,5 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 25 m²
	Cinemas	lug/cadeira	0,3		
	Teatros / Salas de Espetáculos	lug/cadeira	0,35		
	Museus / Galerias	lug/100m² a.b.c.	4		
	Bibliotecas	lug/100m² a.b.c.	3		
Hotelaria					
	Hotéis de 4/5 estrelas	lug/quarto	1,25	80%	2,5 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 140 m² + 1 Autocarro / 100 quartos com um mínimo de 1 Autocarro se > 40 quartos
	Hotéis inferiores a 4 estrelas e equiparados	lug/quarto	1		
Restauração					
	Restaurante	lug/100m² a.pública	25	80%	10 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 20 m²
	Bar / Café				
Equipamentos para prestação de Serviços de Saúde					
	Hospitais	lug/cama	2	80%	5 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 50 m²
	Clínicas e centros de saúde	lug/consultório	2		
Equipamentos de ensino					
	Superior	lug/estudante	0,3	50%	2,5 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 25 m²
	Secundário e básico	lug/estudante	0,1		
	Primário e pré-primário	lug/sala de aula	1		

Por oposição, nas áreas centrais, com alternativas sustentáveis de mobilidade de qualidade média a alta, devem ser definidas *gamas de valores* (índices mínimos e máximos) a aplicar nos diversos tipos de uso do solo. No Quadro 2.6 são apresentados os índices máximos e mínimos que devem ser aplicados em zonas centrais em função dos diferentes empreendimentos.

Quadro 2.6 – Índices de oferta de estacionamento sugeridos para áreas centrais (Seco, 2004)

Índices de Estacionamento para Espaços Sujeitos a Índices Mínimos e Máximos			Oferta Normal de Estacionamento		Estacionamento Público	Zonas de Serviço
			(min.)	(máx.)		
Residencial ou equiparado						
	Habitacões T3 ou superior	lug/fogo	1,25	2	33%	-
	Habitacões inferiores a T3	lug/fogo				
Serviços						
	<= 2500 m² a.b.c.	lug/100m² a.b.c.	1,5	2	80%	2,5 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 25 m²
	> 2500 m² a.b.c. (necessidade de Estudo de Tráfego)	lug/100m² a.b.c.	1	1,5		
Comercial (se > 2500 m² a.b.c. - necessidade de Estudo de Tráfego)						
	Retalhista < 500 m² a.b.c.	lug/100m² a.b.c.	1	1,75	80%	10 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 50 m²
	Shopping / Centro Comercial	lug/100m² a.b.c.		2		
	Grossista e hipermercados	lug/100m² a.b.c.		1,5		
Industrial ou equiparado						
	Indústria	lug/100m² a.b.c.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Salas de uso público						
	Discotecas	lug/100m² a.pública	3	6	80%	2,5 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 25 m²
	Cinemas	lug/cadeira	0,08	0,15		
	Teatros / Salas de Espetáculos	lug/cadeira	0,15	0,25		
	Museus / Galerias	lug/100m² a.b.c.	1	2		
	Bibliotecas	lug/100m² a.b.c.	0,75	1,5		
Hotelaria						
	Hotéis 4/5 estrelas	lug/quarto	0,6	1,25	80%	2,5 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 140 m² + 1 Autocarro/100 quartos com um mínimo de 1 Autocarro se > 40 quartos
	Hotéis inferiores a 4 estrelas e equiparados	lug/quarto	0,5	1		
Restauração						
	Restaurante	lug/100m² a.pública	6	12	80%	10 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 20 m²
	Bar / Café					
Equipamentos para prestação de Serviços de Saúde						
	Hospitais	lug/cama	0,7	1	80%	5 m² / 100 m² a.b.c. com um mínimo de 50 m²
	Clínicas e centros de saúde	lug/consultório	0,7	1		
Equipamentos de ensino						
	Superior	lug/estudante	0,08	0,15	50%	2,5 m²/100 m² a.b.c. com um mínimo de 25 m²
	Secundário e básico	lug/estudante	0,03	0,05		
	Primário e pré-primário	lug/sala de aula	0,25	0,5		

2.2.3.2 Localização Espacial

A localização do estacionamento depende das condições de circulação do tráfego, pelo que o número de lugares deve estar de acordo com a capacidade das vias que o servem, assegurando condições para que as entradas e saídas se processem de modo a minimizar o impacto na circulação. Como já foi referido na secção da procura, deve igualmente atender-se às distâncias pedonais que os ocupantes dos veículos estão dispostos a percorrer, admitindo-se como valores limites 300 m para estacionamento de curta e média duração e 500 a 600 m para os de longa duração. (Seco, 2004)

2.2.3.3 Acessos

O controlo do acesso aos locais de estacionamento pode desempenhar um importante papel no desenvolvimento económico-social e garantir uma distribuição equitativa dos recursos disponíveis. As soluções devem ser inseridas na política de estacionamento da zona em questão, considerando sempre as suas envolventes e tentando valorizar os lugares existentes nas zonas menos congestionadas. No entanto, ao restringirem-se os lugares de estacionamento em zonas de muita procura deve ter-se o cuidado de tentar minimizar os prejuízos económicos, que podem comprometer a competitividade dessas zonas.

Este controlo pode ser feito através de vários esquemas possíveis que especificam o tipo de utilizador e o período durante o qual pode utilizar um determinado espaço de estacionamento. Entre outras destacam-se as seguintes intervenções (Seco, 2004):

- Autorizações de estacionamento (gratuito, a preço simbólico ou reduzido) na via a residentes;
- Implementação de parques de estacionamento para uso exclusivo de residentes;
- Limitação do estacionamento (incentivando a rotatividade e o estacionamento de curta duração);
- Implementação de locais exclusivos para cargas e descargas (podendo ser utilizados como vias adicionais nas horas de ponta);
- Implementação de lugares reservados a pessoas com deficiência, veículos prioritários ou autoridades, etc.

Sempre que não é possível satisfazer toda a procura é importante definir regras que estabeleçam a prioridade de utilização dos lugares de estacionamento, tendo em conta os objectivos que se pretendem alcançar para essas áreas. Surge assim, o conceito de utilizador preferencial, conforme se mostra no Quadro 2.7, organizado segundo os actuais princípios de revitalização das áreas centrais das cidades.

Assim, para os diferentes tipos de utilizadores, identificados anteriormente, devem ser propostas diferentes prioridades de estacionamento para cada zona específica de uma cidade.

Além disso, e tendo em conta a importância do comércio para a vitalidade de um local é necessário garantir determinadas condições de estacionamento e/ou de transportes alternativos, tanto para os comerciantes e clientes como para os fornecedores. Aos fornecedores devem ser assegurados lugares de estacionamento próximos dos locais de carga e descarga, sendo necessário por vezes impor limites de tempo para a duração do estacionamento e/ou restrições horárias.

Por outro lado, no que diz respeito aos trabalhadores o estacionamento nos centros urbanos deve ser limitado, pois este caracteriza-se pela sua elevada rigidez. Nestes casos será necessário ter uma oferta de transportes colectivos de grande qualidade de maneira a incentivar o uso destes. Assim, e ao contrário do que tem sido feito nas últimas décadas, torna-se necessário atrair pessoas para os centros históricos das cidades sob pena de estes se degradarem económica e socialmente.

Quadro 2.7 – Hierarquia de utilizadores preferenciais para diferentes zonas (Seco, 2004)

Centros Urbanos	Zonas Residenciais	Zonas Industriais	Em Geral
Residentes	Residentes	Acesso a mercadorias	Pessoas com deficiência
Fornecedores (cargas e descargas)	Visitas	Prestação de Serviços	Serviços essenciais Serviços de emergência
Clientes do comércio e/ou serviço	Prestadores de serviços	Trabalhadores	Entidades Oficiais Utilizadores de veículos mais sustentáveis

2.2.3.4 Preço

A quantia paga pelo utilizador do estacionamento influencia principalmente a utilização dos lugares, o tipo de utilizador e, de uma maneira, geral o custo da sua viagem. Este instrumento pode ser usado para aumentar a rotatividade fomentando o estacionamento de curta duração. Além disso e com a criação de um tarifário atractivo para determinados grupos de pessoas é possível ir de encontro ao conceito de “utilizadores preferenciais” favorecendo assim determinado tipo de utilizadores. A tarifação é variável dependendo do local de estacionamento, da zona envolvente e do país ou da cidade em questão, assumindo valores mais ou menos elevados consoante se pretende restringir ou facilitar o estacionamento em diferentes áreas. No Quadro 2.8 apresentam-se as variações da tarifação do estacionamento na via em diferentes cidades europeias, para o ano 2002.

Quadro 2.8 – Preço do estacionamento na via em diferentes cidades europeias (COST, 342)

País	Cidade	Tarifa/ Hora (€)
Áustria	Viena	0,87
Bélgica	Bruxelas	0,50
França	Paris	1,00 – 2,00 – 3,00
França	Lyon	1,50 – 5,00
Alemanha	Bremen	0,60 – 1,50
Alemanha	Colónia	1,00 – 2,00
Alemanha	Estugarda	0,20 – 2,00
Alemanha	Munique	2,00 – 2,50
Irlanda	Dublin	1,00 – 1,90
Holanda	Amesterdão	1,60 – 2,50
Holanda	Maastricht	1,40
Portugal	Lisboa	0,50
Espanha	Madrid	0,60 – 1,20
Espanha	Barcelona	0,90 – 1,20

Existem vários modelos de tarifação aplicáveis, que obviamente dependem do tipo de estacionamento (fora da via ou na via) e que podem ser constante por unidade de tempo, sujeitas a um agravamento ou decréscimo progressivo por unidade de tempo, ou ainda variáveis por classes de trabalhadores.

No Quadro 2.9 apresenta-se numa forma resumida os diferentes tipos de oferta que é possível ter em função das características das zonas que se podem distinguir numa cidade.

Quadro 2.9 – Oferta de estacionamento recomendável por tipo de zona (Seco, 2004)

Zona	Localização	Duração	Acesso	Tarifação
Áreas Periféricas	Na via	Média/Longa Duração	Livre	Tarifas baixas
	Em Parque (Park&Ride)	Longa Duração	Livre, mas preferencialmente para funcionários	Tarifa baixa com direito a título de transporte para as áreas centrais
Área Centrais	Na via	< 1 Hora	Livre	Tarifas elevadas e crescentes no tempo
		Fora da Hora de Ponta	Carga e Descargas	Gratuito
		Longa Duração	Residentes	Gratuitos, com tarifa simbólica ou reduzida
	Em Parque	< 2 Horas	Livre	Tarifas elevadas e crescentes no tempo
		< 3 a 4 Horas	Livre	Tarifas moderadas e crescentes no tempo
		Longa Duração	Residentes	Gratuitos, com tarifa simbólica ou reduzida
			Funcionários	Tarifas elevadas (se houver alternativas em termos de acessibilidade)
Áreas Residenciais Periféricas	Na via	Média Duração	Visitantes, Cargas e Descargas	Gratuitos
		Longa Duração	Residentes (podem ser reservados)	Gratuitos
	Em Parque	Longa Duração	Residentes	Gratuitos, com tarifa simbólica ou reduzida

3

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

3.1 PARQUES DE ESTACIONAMENTO CONVENCIONAIS

No pré-dimensionamento de parques de estacionamento em edifícios (auto-silos), destinados a veículos ligeiros, o projectista pode deparar-se com algumas dificuldades no planeamento do parque devido à vasta gama de soluções. Este problema pode parecer, à partida, de menor importância, mas pode revelar-se de alguma complexidade. Deste modo, sugere-se que as diferentes opções sejam avaliadas, ponderando-se com bom senso e recorrendo à experiência da equipa projectista e ainda à análise de soluções similares adoptadas, com vista a seleccionar o conjunto das melhores alternativas tendo por base as condicionantes existentes. Alguns dos aspectos primários na elaboração de um projecto de um parque de estacionamento em edifício são o dimensionamento, a organização espacial do parque e dos seus acessos, a disposição dos lugares, o posicionamento das rampas e um conjunto de pormenores técnicos que serão tratados de forma detalhada mais à frente neste capítulo.

3.1.1 PLATAFORMAS

O layout de um parque de estacionamento depende principalmente do número de lugares de estacionamento previsto e da sua disposição. Em planta, os parques de estacionamento podem ter as mais variadas configurações sendo a configuração rectangular a preferencial, existindo também alguns exemplos de parques circulares.

Nos parques com configuração rectangular o projectista pode escolher entre dois tipos de estruturas. Existem casos em que o estacionamento é feito em pisos sobrepostos, designados habitualmente por Pisos Completos (Fig. 3.1), sendo atribuído o nome de Pisos Parciais Alternados (Fig. 3.2) quando estes são separados por “meios pisos”. Se no primeiro caso existe uma maior área por piso destinada ao estacionamento, no segundo caso, para além de um menor trajecto inter-piso, pode alcançar-se uma menor área bruta por lugar, pois as rampas ao serem mais curtas (o desnível a vencer é metade) podem ter inclinações mais acentuadas, pelo que o espaço que ocupam será menor.

Nos parques circulares em planta é habitual os pisos serem sobrepostos fazendo-se a ligação entre estes por rampas helicoidais com se poderá ver mais à frente.

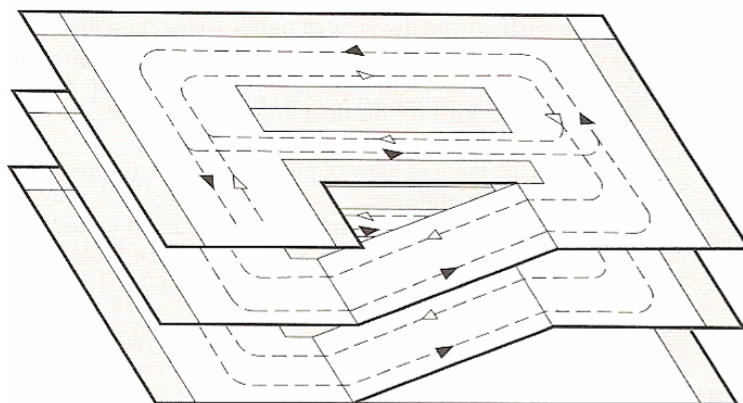


Fig. 3.1 – Pisos completos (ASVV, 1998)

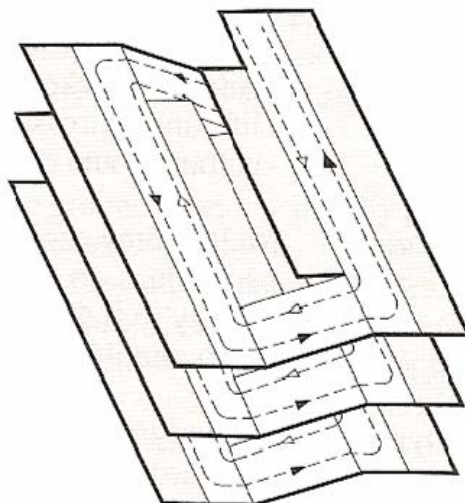


Fig. 3.2 – Pisos parciais alternados (ASVV, 1998)

Para o dimensionamento das plataformas nos auto-silos, as Técnicas de Engenharia de Trânsito (TET) sugerem alguns valores baseados em normas aplicadas nos EUA. Assim sendo, o número máximo de pisos de um auto-silo é 6 e com uma capacidade mínima de 200 veículos. As alturas livres mínimas serão de 2,70 m para o R/Chão e 2,30 m para os restantes pisos.

Segundo o manual *Recommendations for Traffic Provisions in Built-up Areas* (ASVV Manual), as alturas livres entre dois pisos são de 2,30 m, havendo a possibilidade de se aplicar no mínimo 2,10 m.

3.1.2 RAMPAS

A rampa é a infra-estrutura que permite o acesso dos veículos aos diferentes pisos, sendo determinante para a fluidez do tráfego que circula num edifício. Para garantir um maior conforto e segurança ao condutor estas devem ter um traçado em planta suave.

Em primeiro lugar, no que diz respeito à geometria, as rampas podem subdividir-se em rampas rectas e rampas helicoidais. À primeira vista, não existem grandes diferenças a não ser na sua própria geometria embora o tipo de rampa adoptado tenha implicações diversas. Nas rampas helicoidais, o

comportamento do condutor é mais defensivo provavelmente pelo receio de embater nas paredes laterais. Além disso, estas rampas, nos casos em que a configuração do parque é rectangular, localizam-se numa das extremidades do parque o que implica um aumento da distância de acesso aos lugares de estacionamento. Por outro lado, quando o parque de estacionamento num edifício fica situado nos pisos superiores, o acesso a esses pisos deve ser feito por rampas helicoidais sob pena do uso de rampas rectas ter que vencer grandes inclinações. Também nestas situações as rampas rectas ocupariam áreas consideráveis quando comparadas com o espaço que as rampas helicoidais necessitam.

As rampas também podem ser divididas em relação à sua proximidade relativa. Neste caso, estas podem ser adjacentes, quando são sobrepostas entre os diferentes pisos sendo que o acesso aos diferentes pisos se faz por uma única zona. Quando a entrada e saída num piso se situa em zonas opostas, as rampas definem-se como rampas separadas.

Por último, pode-se definir a rampa com estacionamento adjacente quando a rampa serve tanto de via de acesso como de plataforma ao estacionamento, caso contrário diz-se rampa livre.

3.1.2.1 Tipos de Rampas

Tendo em conta as definições das rampas apresentadas anteriormente, é possível classificar as mesmas quanto ao seu tipo. Todas estas definições estão interligadas entre si, apresentando-se seguidamente uma breve análise de exemplos mais usuais, adoptados nos parques de estacionamento contemporâneos. Assim, as rampas dividem-se em três grandes grupos: **rampas rectas**, **rampas helicoidais** e **rampas com estacionamento adjacente**.

⇒ Rampas Rectas

Piso Completo com rampas separadas paralelas (Fig. 3.3)

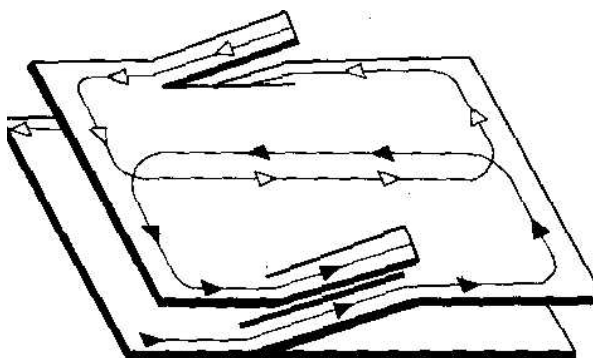


Fig. 3.3 – Rampas rectas separadas paralelas (Balsells, 2004)

As rampas de subida estão situadas em zonas opostas às rampas de descida. Esta solução apresenta uma configuração em que não é necessário efectuar um circuito completo para mudar de piso. O circuito implica a realização de quatro curvas de 90°, além do inconveniente dos cortes de trânsito existentes nos diferentes pisos.

Piso Completo com rampas separadas opostas (Fig. 3.4)

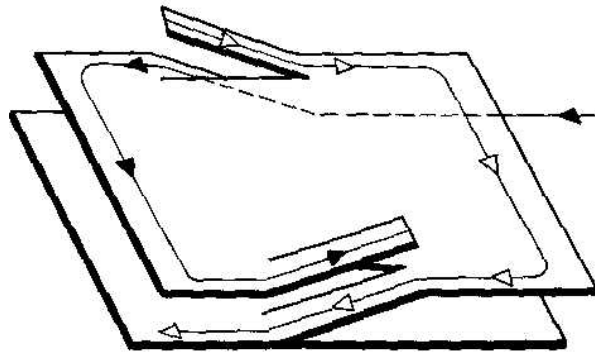


Fig. 3.4 – Rampas rectas separadas opostas (Balsells, 2004)

As rampas de subida são sobrepostas às rampas de descida. Este tipo de solução oferece ao condutor a vantagem de não ter de efectuar um circuito completo para a transição entre os diferentes pisos, garantindo assim uma maior economia do trajecto.

Piso Completo com rampas adjacentes paralelas (Fig. 3.5)

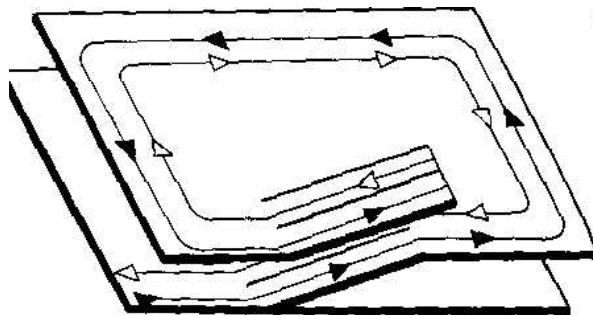


Fig. 3.5 – Rampas rectas adjacentes paralelas (Balsells, 2004)

Correspondem a uma única rampa com dois sentidos de circulação. Neste caso a entrada e saída em cada piso situam-se no mesmo local. Além de o condutor ter que efectuar um trajecto mais extenso, esta solução induz o uso de dois sentidos de circulação nas faixas de acesso, implicando assim um incremento no número de pontos de conflito entre os veículos que circulam e os que efectuem as manobras de entrada e saídas dos lugares.

Piso Completo com rampas adjacentes opostas (Fig. 3.6)

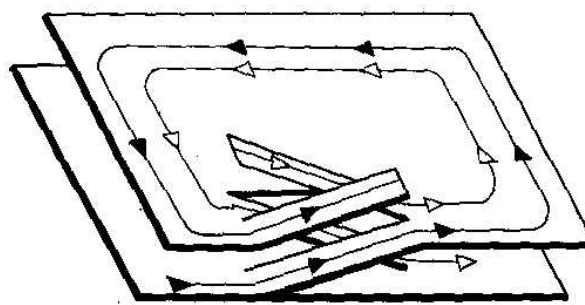


Fig. 3.6 – Rampas rectas adjacentes opostas (Balsells, 2004)

As rampas de subida estão localizadas lado a lado com as de descida. Este esquema também apresenta os inconvenientes da solução anterior, pese embora neste caso a circulação dos veículos seja favorecida pelo facto de as entradas e saídas serem efectuadas em diferentes arruamentos.

Piso Parcial Alternado com rampas separadas paralelas (Fig. 3.7)

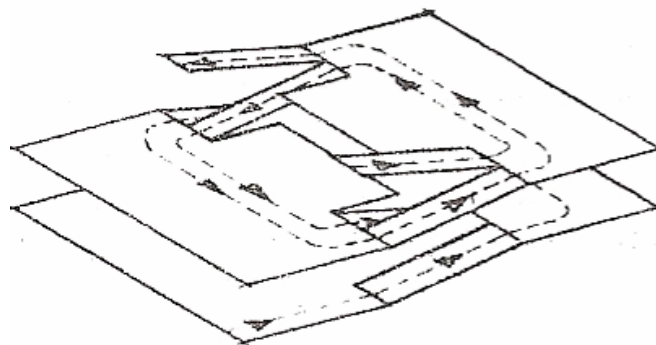


Fig. 3.7 – Rampas rectas separadas paralelas (TET, 1970)

As rampas de subida e de descida estão localizadas em ambos os lados dos diferentes pisos. As rampas têm um sentido de trânsito e a circulação nos pisos faz-se concêntrica, com os veículos que sobem a utilizar os mesmos arruamentos dos veículos que descem. Com a utilização dos pisos alternados o desnível entre estes irá ser menor, logo o comprimento das rampas também diminui podendo utilizar-se uma maior inclinação.

Piso Parcial Alternado com rampas separadas e adjacentes paralelas (Fig. 3.8)

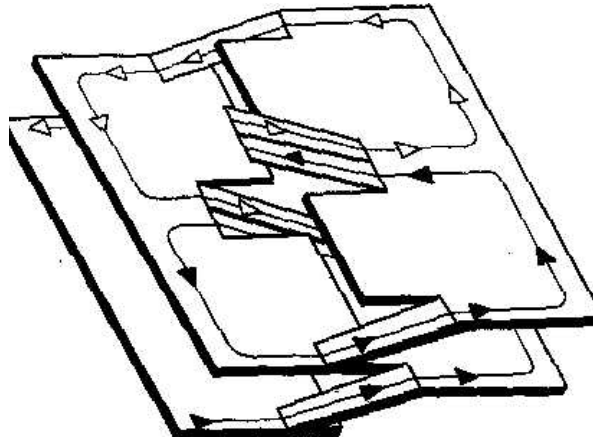


Fig. 3.8 – Rampas rectas separadas e adjacentes paralelas (Balsells, 2004)

As rampas laterais são rampas separadas paralelas enquanto que as centrais são rampas adjacentes. Neste caso, tal como o anterior existe um bom aproveitamento da superfície do local conferindo assim uma boa economia ao trajecto efectuado.

⇒ Rampas Helicoidais

Rampas Adjacentes Paralelas (Fig. 3.9)

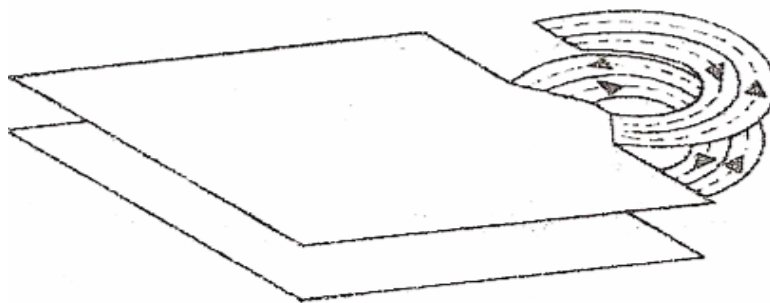


Fig. 3.9 – Rampas helicoidais adjacentes paralelas (TET, 1970)

Corresponde a uma única rampa com dois sentidos de circulação. As entradas e saídas nos diferentes pisos estão situadas no mesmo local, coincidindo sempre com uma volta completa da hélice. Com esta solução os diferentes pisos podem ser alcançados directamente, não havendo necessidade de circular nos pisos intermédios. A subida deve fazer-se preferencialmente pelo lado exterior vencendo assim menores inclinações.

Rampas Adjacentes Opostas (Fig. 3.10)

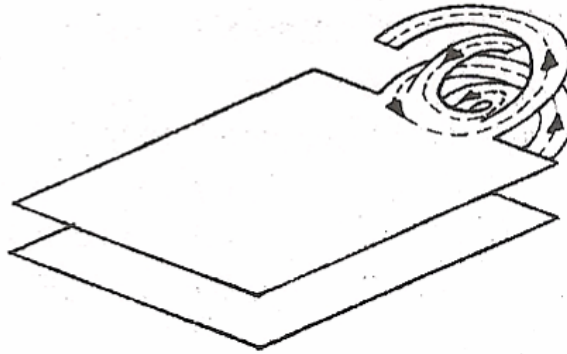


Fig. 3.10 – Rampas helicoidais adjacentes opostas (TET, 1970)

Existem duas rampas concêntricas, sendo uma destinada à entrada de veículos e a outra ao movimento de saída. A principal diferença em relação ao caso anterior é que este tipo de configuração exige uma maior área de construção da torre, permitindo o uso de inclinações mais suaves.

⇒ Rampas com estacionamento adjacente

Rampas Adjacentes Paralelas (Fig. 3.11)

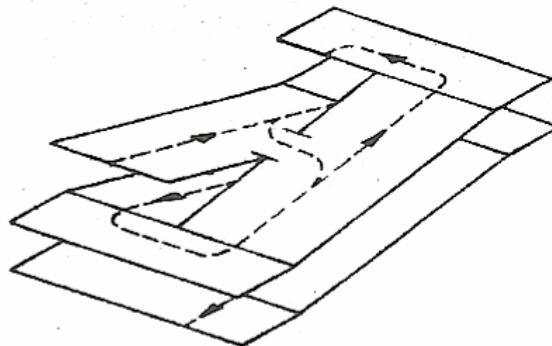


Fig. 3.11 – Rampas com estacionamento adjacente adjacentes e paralelas (TET, 1970)

Os lugares de estacionamento dos veículos estão inseridos na própria rampa. As inclinações permitidas nas rampas são menores para as manobras de estacionamento se fizerem de um modo simples e seguro. Apresentam o inconveniente da entrada e saída se efectuarem pelo mesmo ponto, além da utilização de dois sentidos de circulação nas faixas de acesso. Apesar disso estas rampas optimizam a superfície total necessária por lugar de estacionamento.

Rampas Adjacentes Opostas (Fig. 3.12)

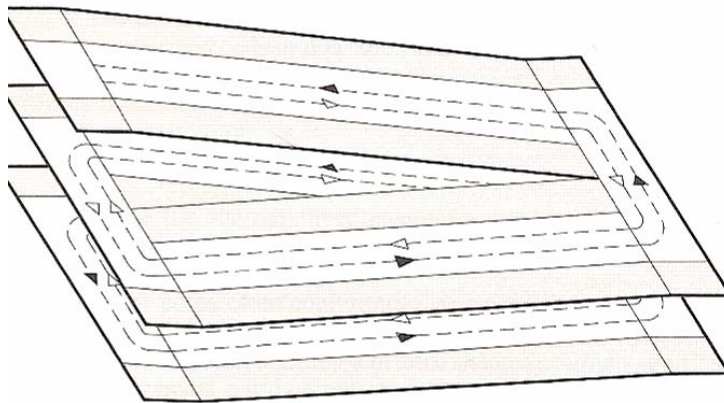


Fig. 3.12 – Rampas com estacionamento adjacentes opostas (ASVV, 1998)

As rampas estão entrelaçadas e sobrepostas. Neste caso deixa de existir a circulação nos dois sentidos e a entrada e saída já se fazem em pontos separados. Em relação ao caso anterior este esquema apresenta uma solução mais vantajosa.

Rampas Adjacentes Helicoidais (Fig. 3.13)

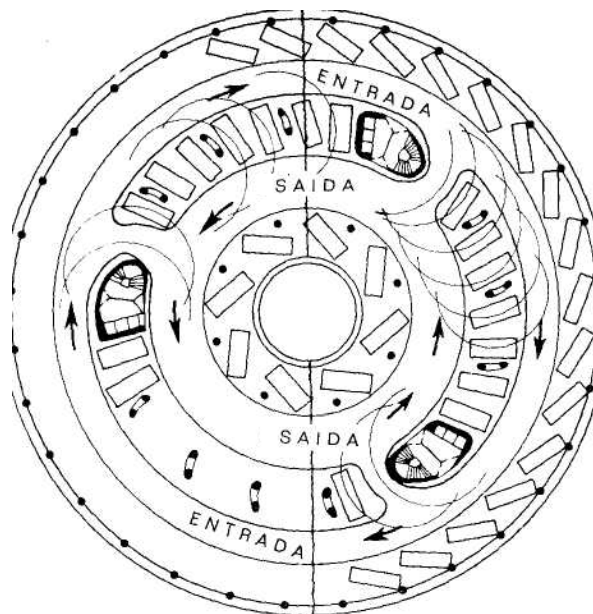


Fig. 3.13 – Rampas de estacionamento adjacente helicoidais (Balsells, 2004)

As rampas de entrada e saída dos veículos estão separadas mas são concêntricas. A rampa interior deve destinar-se à saída dos veículos e a exterior à sua entrada, garantindo assim que as maiores inclinações se verifiquem nos movimentos descendentes. Com o uso deste tipo de rampas obtém-se uma circulação de veículos mais favorável além de se otimizar o aproveitamento do espaço. A

utilização de lugares de estacionamento inclinados (com um ângulo recomendado de 45 a 60° entre a linha central da rampa e os lugares), como demonstra a figura, facilita as manobras de estacionamento.

3.1.2.2 Características Geométricas das Rampas

No dimensionamento das rampas a utilizar em parques de estacionamento é necessário ter em conta as características dos veículos, bem como as características do pavimento usado. Os principais limites impostos (que irão ser apresentados mais à frente) dizem respeito às larguras das rampas, às inclinações máximas que essas vias devem ter e ao modo como estas concordam com as plataformas.

A largura da rampa deve permitir que a circulação dos veículos seja feita de uma forma segura e sem obstáculos, dependendo principalmente do número de vias de circulação que irão ser usadas e das dimensões dos veículos.

No que diz respeito às inclinações, os limites propostos dependem de um conjunto de factores relacionados principalmente com as características físicas dos veículos e do pavimento e também com os critérios de segurança e comodidade. Assim, torna-se necessário diferenciar os declives sugeridos para as rampas com estacionamento adjacente e os limites das rampas que são usadas apenas para a circulação dos veículos. No que diz respeito ao primeiro caso e sabendo que a resistência total à tracção num determinado veículo é dada por:

$$\varphi = P(W_m \pm 0,01 * i + 0,11 * j) + W_a \quad (1)$$

Em que:

- φ [N] – esforço de tracção necessário para vencer a resistência global
- P [N] – peso do veículo
- W_m [N/N] – resistência ao movimento
- i [%] – declive do trainel
- j [m/s²] – aceleração
- W_a [N] – resistência do ar

E que quando o veículo está imobilizado, o esforço de tracção (φ) e a resistência ao ar são valores nulos, então:

$$W_m = 0,01 * i$$

Considerando que a resistência ao movimento para veículos ligeiros é na ordem de 0,02 N/N obtém-se uma inclinação do trainel igual a 2%. Então, a inclinação máxima de um trainel deve ser inferior a 2% para que a resistência ao movimento seja suficiente para manter um veículo imobilizado, sem necessidade de recorrer ao travão. Obviamente, na prática os condutores utilizam o travão pelo que os valores recomendados para as inclinações podem ser mais acentuados. Assim, neste caso, em que o estacionamento se faz nas rampas, os valores sugeridos não devem ultrapassar os 6% quer por motivos de segurança (eventual falta de travões), quer sobretudo por motivos de comodidade.

No caso em que as rampas são utilizadas apenas como meio de circulação dos veículos, na teoria e devido às características do motor dos veículos ligeiros, estes conseguiriam subir rampas na ordem dos 30 %, dependendo obviamente do tipo de veículo. O problema põe-se sobretudo ao nível da aderência

que se poderá mobilizar que, esta sim, limita o valor máximo do declive. De qualquer forma, com condições de aderência razoáveis e dado que se trata de parques cobertos podem-se admitir valores máximos na ordem dos 20 %.

Por fim, os limites propostos para a concordância entre dois traneis com diferentes inclinações (por exemplo entra a rampa e a plataforma) devem ser respeitados para prevenir eventuais danos nos veículos e também para tornar a condução mais segura, alargando o campo de visibilidade. Estes limites vão depender da diferença de inclinação entre a rampa e a plataforma, sendo o principal objectivo suavizar a transição entre os dois traneis. A não utilização desta regra, como se pode ver na figura 3.14, pode fazer com que um condutor no seu movimento ascendente, numa rampa com elevada inclinação, embata com a parte frontal do veículo no início do tranel e/ou com a parte inferior do mesmo no momento da transição para um patamar plano. No caso do movimento ser descendente, o problema repete-se, podendo haver um embate entre a parte frontal do veículo e a plataforma no fim da descida e também com a parte inferior do veículo no início da mesma. Sendo assim é necessário ter em conta algumas características dos veículos, nomeadamente a distância entre eixos, as distâncias dos eixos aos extremos do veículo (parte frontal e traseira) e a altura do chassis ao solo.

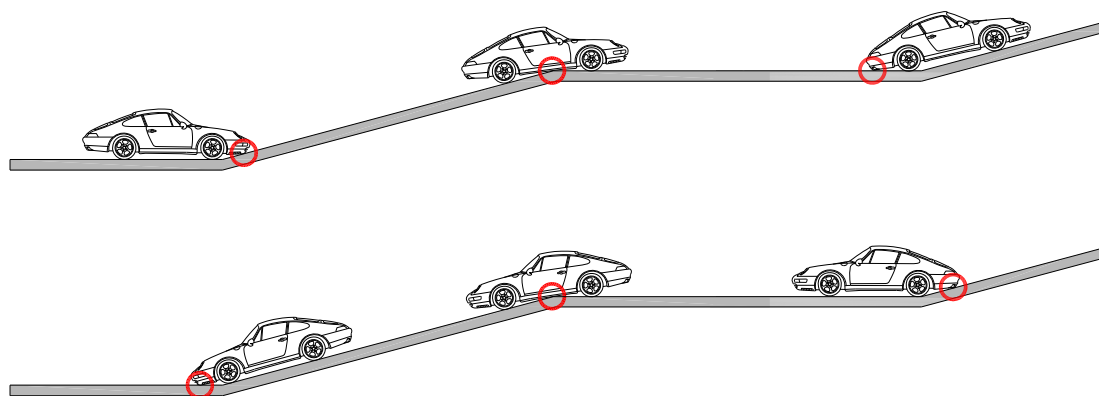


Fig. 3.14 – Zonas críticas de colisão entre veículo e rampa

Segundo as TET, nos EUA, são sugeridos os seguintes valores para as inclinações¹ e distâncias a usar no dimensionamento de rampas em auto-silos:

- Largura Mínima em Recta – 2,80 m
- Largura Mínima em Curva – 3,60 m (faixa interior) e 3,20 m (faixa exterior)
- Largura Mínima do Passeio – 0,80 m
- Raio de Curvatura Mínimo ao bordo exterior da faixa interior – 9 m
- Inclinação Máxima para rampas em cave – 12 % (17 % máx.)
- Inclinação Máxima para rampas em elevação – 12 % para grandes desenvolvimentos ou 15 % para pequenos (22 % máx.)
- Inclinação Máxima transversal para rampas helicoidais – 10 %

¹ Sempre que a inclinação ultrapasse os 12 % torna-se necessário numa extensão de 3,50 m a existência de curvas de transição ou de traneis nos extremos com inclinação reduzida a metade. No caso de haver rampas com estacionamento adjacente convém usar inclinações inferiores de modo a facilitar a manobra aos utentes

O Regulamento de Construção dos Parques de Estacionamento do Município de Lisboa aconselha que para estacionamento perpendicular ao eixo da via (estacionamento de topo) as inclinações não devem ultrapassar os 15 %, para estacionamento oblíquo ao eixo da via (até 60°) uma inclinação máxima de 16,5 % e, apenas nos casos de estacionamento paralelo ao eixo da via (estacionamento longitudinal), o uso de inclinações maiores, preferencialmente no sentido descendente. O uso destas inclinações máximas não é de todo aconselhado por se tratarem de inclinações que se consideram excessivas, podendo criar algumas dificuldades aos ocupantes dos veículos no momento de entrada e saída destes.

O ASVV Manual recomenda para parques de estacionamento em edifício inclinações de rampas dependentes do seu comprimento. Desta feita, como se pode ver na figura 3.15, para rampas com desenvolvimentos até 10 m deve-se usar uma inclinação de 14% (máx. 16%). No caso de rampas com mais de 40 m de extensão a inclinação proposta é de 8% (máx. 10%). Para rampas compreendidas entre os 10 e os 40 m de comprimento a inclinação a atribuir será entre os valores anteriormente propostos, podendo-se fazer uma interpolação linear para a sua determinação. Os valores propostos para rampas com estacionamento adjacente devem ser no máximo 6% para estacionamentos perpendiculares e para os restantes casos o declive deve estar entre os 3,5 e os 6%. Sempre que a inclinação das rampas estiver compreendida entre os 11% e os 15%, estas devem ser suavizadas, em cada um dos extremos e numa extensão de 2,75 m.

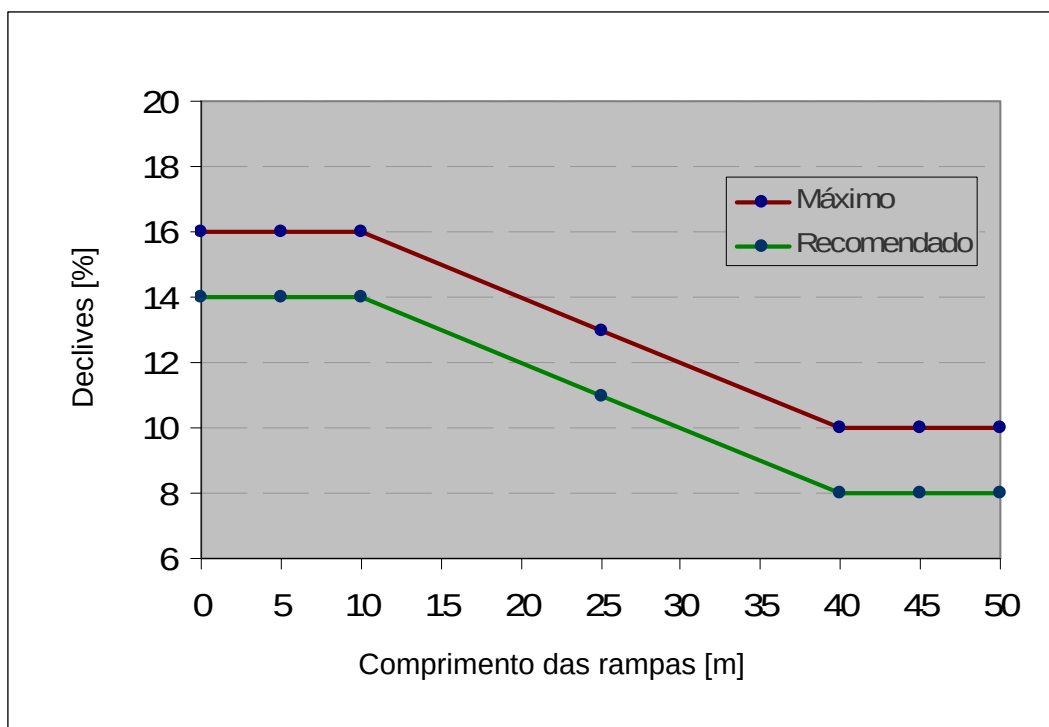


Fig. 3.15 – Valores sugeridos para inclinações de rampas

3.1.3 LUGARES E FAIXAS DE RODAGEM

Existem diferentes tipos de configurações possíveis no que diz respeito ao posicionamento dos lugares de estacionamento. Estes podem variar desde o clássico estacionamento longitudinal ao estacionamento de topo, passando pelo estacionamento em espinha. A escolha entre os diferentes tipos de posicionamento é definida pelo projectista, que, tendo em conta um conjunto de factores como as características do espaço, a capacidade de lugares pretendidos e a acessibilidade, opta pelo que pensa ser a solução mais viável adaptada à situação em concreto.

Para cada um destes casos são aconselhadas diferentes dimensões tanto para o lugar de estacionamento como para a via de acesso a esse mesmo lugar. Naturalmente estas dimensões vão depender das características físicas dos veículos, isto é, dependem principalmente da largura e comprimento dos veículos, do espaço que os condutores necessitam para efectuar as manobras, associado ao raio de viragem dos veículos, e ainda do espaço necessário para a entrada e saída da viatura quer do condutor quer dos passageiros. Além destas condicionantes importa ainda relacionar as dimensões dos lugares com as larguras das faixas de acesso. Assim, quanto menor for esta largura, menor será o espaço de manobra do veículo na via, logo convém aumentar a largura do lugar para garantir ao condutor a realização cómoda de manobras de entrada e saída no estacionamento, como se pode ver na figura 3.16.

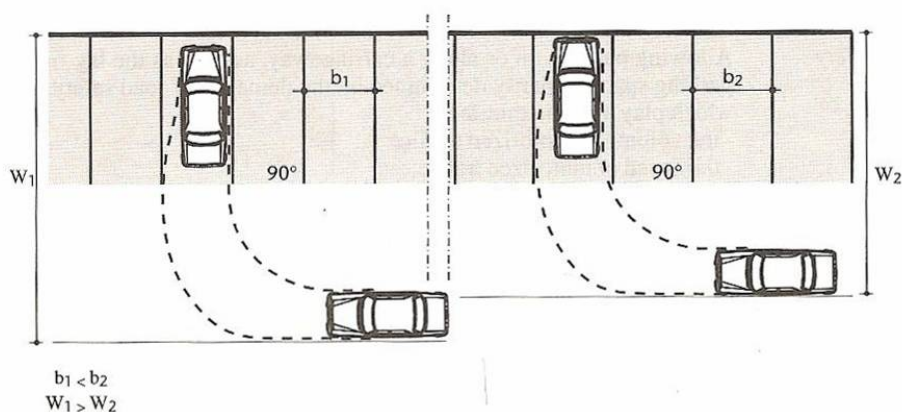
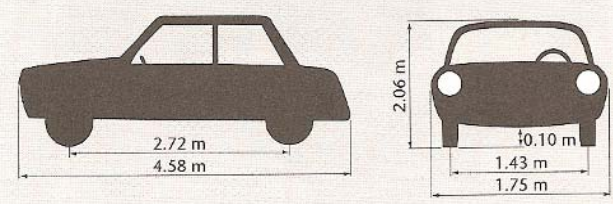


Fig. 3.16 – Relação entre largura dos lugares e largura das faixas de acesso

Na impossibilidade de garantir lugares de estacionamento com dimensões variáveis em função do tipo de veículo, optou-se por fixar as dimensões-tipo dos lugares, que representam as características espaciais dos veículos mais frequentes. Tendo em conta a diversidade de veículos nas diferentes zonas do mundo, esta análise deve ser feita considerando também a zona em questão. Existe uma diferença substancial entre as dimensões-tipo dos veículos nos EUA e na Europa, que neste tipo de estudos não deve ser esquecida. O veículo tipo considerado em projectos nos EUA tem um comprimento de 5,80 m enquanto que na Europa este valor se aproxima dos 4,60 m. A diferença entre as larguras apesar de não ser tão significativa, apresenta também valores distintos. Assim, um veículo de projecto nos EUA é dimensionado para uma largura de 2,10 m e na Europa este valor fixa-se perto de 1,80 m. Obviamente, estes valores vão influenciar as dimensões-tipo dos lugares de estacionamento. No quadro 3.1 estão representadas algumas características do veículo de projecto e correspondentes percentis, sugeridos pelo ASVV Manual.

Quadro 3.1 – Características do veículo de projecto (ASVV, 1998)

		
Características do veículo	Valor [m]	Percentil
Comprimento	4,58	95
Largura	1,75	95
Altura	2,06	100
Altura mínima do chassi ao solo	0,10	0
Diâmetro de viragem	11,35	95
Distância entre eixos	1,43	95
Distância entre rodas	2,72	95

Antes de prosseguir, convém explicitar algumas definições que são relevantes para uma boa compreensão deste tema. O **lugar de estacionamento** não é mais do que a área de pavimento destinada ao estacionamento dos veículos e é normalmente definido pela sua **largura** (Fig. 3.17 – a) e pelo seu **comprimento** (Fig. 3.17 – b). O **comprimento de faixa por lugar de estacionamento** (Fig. 3.17 – c) é o comprimento medido paralelamente à via de circulação necessário para estacionar um veículo. A **largura da faixa por lugar** (Fig. 3.17 – e) indica a largura que os lugares de estacionamento ocupam na faixa de rodagem. Designa-se por **faixa de acesso** (Fig. 3.17 – f), as faixas que dão acesso aos lugares de estacionamento e onde se fazem as manobras de entrada e saída respeitantes ao estacionamento do veículo. Ao ângulo compreendido entre a faixa de estacionamento e o lugar de estacionamento dá-se o nome de **ângulo de estacionamento** (Fig. 3.17 – d). Entende-se por **zona-base** (Fig. 3.17 – L) de estacionamento a soma das larguras da faixa de acesso e das duas faixas de estacionamento correspondentes. Designa-se por **perda de fim de faixa** (Fig. 3.17 – g) o espaço perdido no fim da zona-base, correspondente à zona do último lugar de estacionamento, sendo que este conceito se aplica apenas para estacionamentos oblíquos.

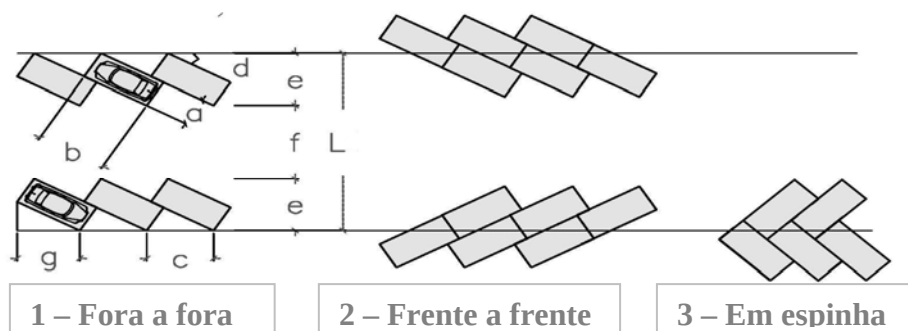


Fig. 3.17 – Definições e esquemas de arrumação

Na figura 3.17, estão também representados diferentes tipos de arrumação possíveis, considerados em TET, as quais se designam por estacionamento “fora a fora”, “frente a frente” e por “em espinha”. O uso do estacionamento frente a frente ou do estacionamento em espinha garante um melhor aproveitamento do espaço embora nalguns casos o estacionamento fora a fora seja inevitável, como nos casos em que o espaço é limitado por parede ou guarda.

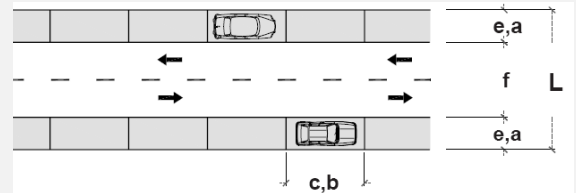
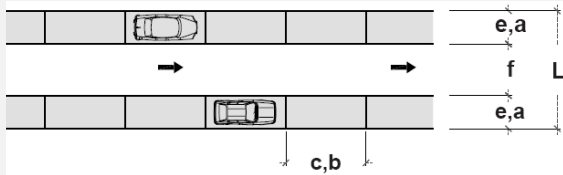
No que diz respeito ao lugar de estacionamento em si, as principais dimensões a serem consideradas no dimensionamento são o comprimento de faixa por lugar de estacionamento, que indica o comprimento medido paralelamente à faixa de acesso e a largura da faixa de estacionamento, que se traduz na largura de estacionamento medida perpendicularmente em relação à faixa de acesso. Como se verificará mais adiante, o comprimento da faixa de estacionamento irá ser tanto menor quanto maior for o ângulo de estacionamento, pois se o estacionamento for longitudinal (0°) o comprimento será aproximadamente igual ao comprimento de um veículo acrescido das parcelas referentes às manobras e para um estacionamento de topo (90°) o comprimento do lugar de estacionamento será em função da largura do veículo.

Quanto às faixas de acesso convém ter como referência a largura da faixa de acesso, que é estabelecida em função do ângulo de estacionamento e que delimita o espaço livre normal à faixa de acesso entre dois lugares de estacionamento e a largura da zona-base de estacionamento que se mede pela distância entre os eixos de duas faixas de acesso paralelas consecutivas. Na Europa, o valor referência para a largura da faixa de acesso é 6,10 m, permitindo assim a circulação de veículos em duas vias de tráfego e ainda uma margem para a circulação de peões.

De seguida, são apresentadas de forma resumida (Quadros 3.2 a 3.6) as dimensões principais, recomendadas pelo ASVV Manual e pelas TET, dos lugares e respectivos acessos para os diferentes tipos de estacionamento. Algumas dimensões propostas não são fixas pois dependem de valores que podem variar consoante os casos, cabendo ao projectista definir os valores que considerar mais adequados. As larguras das faixas de acesso dependem principalmente do ângulo escolhido e do número de vias.

Quadro 3.2 – Caracterização do estacionamento longitudinal (0°)

ESTACIONAMENTO LONGITUDINAL – 0°



Estacionamento 0°		Unidades	1 Sentido Circulação		2 Sentidos Circulação	
			ASVV	TET	ASVV	TET
a	Largura do lugar	m	1.8	2.15	1.8	2.15
b	Comprimento do lugar	m	5.5	5.6	5.5	5.6
e	Largura da faixa de estacionamento	m	1.8	2.15	1.8	2.15
c	Comprimento da faixa por lugar	m	5.5	5.6	5.5	5.6
f	Largura da faixa acesso	m	3	3.35	5	5
L	Largura da zona-base	m	6.6	7.65	8.6	9.3

Relação Área/Lugares		Unidades	ASVV	TET	ASVV	TET
Lugares por 100 metros lineares (ml)		un.	36	35	36	35
N° de zonas-base/100 ml		un.	13	11	10	9
Área das faixa de estacionamento/100 ml		m ²	360.0	430.0	360.0	430.0
Área da faixa de acesso/100 ml		m ²	300.0	335.0	500.0	500.0
Área total/100 ml		m ²	660.0	765.0	860.0	930.0
Área ocupada por lugar		m ²	18.3	21.9	23.9	26.6
Lugares aprox. por 10000 m ²		un.	468	385	360	315

Aspectos Positivos:

- Esta solução é ideal para vias estreitas e lineares;
- A área de pavimento requerida é mínima;
- Boa visibilidade tanto na entrada como na saída do lugar.

Aspectos Negativos:

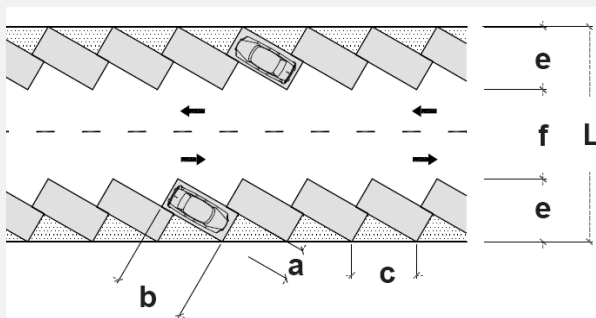
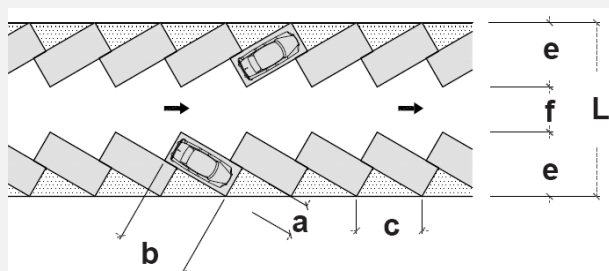
- Dificuldades acrescidas nas manobras de estacionamento;
- Uso ineficiente do espaço da via;
- Necessária mais atenção ao abrir das portas, especialmente com a circulação de veículos ciclomotores;
- O acesso e saída do carro são feitos pela faixa de acesso.

Notas:

- Os valores considerados na Relação Área/Lugares apenas são admitidos para os casos em estudo. No caso de haver apenas estacionamento em um dos lados, os valores recomendados para as larguras das faixas de acesso são iguais;
- No cálculo do número de zonas-base de estacionamento por 100 ml, admitiu-se uma largura de 1 m correspondente aos acessos pedonais entre cada uma das zonas em questão.

Quadro 3.3 – Caracterização estacionamento oblíquo (30°)

ESTACIONAMENTO OBLÍQUO – 30°



Estacionamento 30°		Unidades	1 Sentido Circulação		2 Sentidos Circulação	
			ASVV	TET	ASVV	TET
a	Largura do lugar	m	2.25	2.15	2.25	2.15
b	Comprimento do lugar	m	5	4.6	5	4.6
e	Largura da faixa de estacionamento	m	4	4.1	4	4.1
c	Comprimento da faixa por lugar	m	4.5	4.25	4.5	4.25
f	Largura da faixa acesso	m	3.5	2.75	6	5
L	Largura da zona-base	m	11.5	10.95	14	13.2

Relação Área/Lugares	Unidades	ASVV	TET	ASVV	TET
Lugares por 100 metros lineares (ml)	un.	44	47	44	47
Nº de zonas-base/100 ml	un.	7	7	6	6
Área das faixa de estacionamento/100 ml	m ²	800.0	820.0	800.0	820.0
Área da faixa de acesso/100 ml	m ²	350.0	275.0	600.0	500.0
Área total/100 ml	m ²	1150.0	1095.0	1400.0	1320.0
Área ocupada por lugar	m ²	26.1	23.3	31.8	28.1
Lugares aprox. por 10000 m ²	un.	352	329	264	282

Aspectos Positivos:

- Manobra de estacionamento simples tanto na entrada como na saída;
- Estacionamento rápido sem causar perturbação na corrente de tráfego;
- Redução da largura necessária para o layout.

Aspectos Negativos:

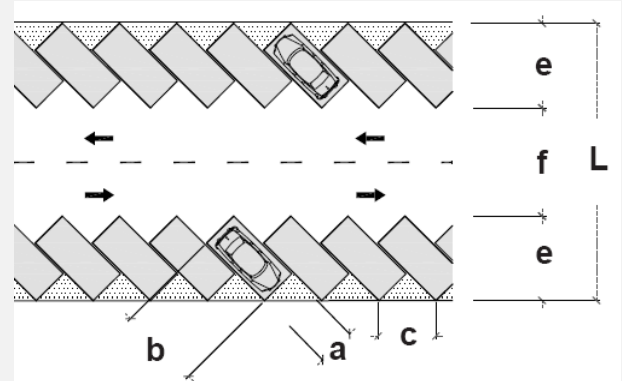
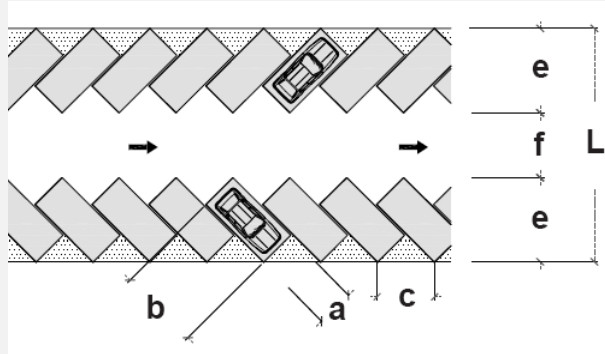
- Necessita de uma maior área de pavimento por veículo;
- Existência de espaços vazios entre veículos e limite da faixa de estacionamento;
- Visibilidade traseira deficiente mas melhor que a do estacionamento de topo.

Notas:

- Os valores considerados na Relação Área/Lugares apenas são admitidos para os casos em estudo. No caso de haver apenas estacionamento em um dos lados, os valores recomendados para as larguras das faixas de acesso são iguais;
- No cálculo do número de zonas-base de estacionamento por 100 ml, admitiu-se uma largura de 1 m correspondente aos acessos pedonais e que estas se alinham frente a frente (Fig. 3.17);
- O valor destacado a azul corresponde a um valor admitido.

Quadro 3.4 – Caracterização estacionamento oblíquo (45°)

ESTACIONAMENTO OBLÍQUO – 45°



Estacionamento 45°		Unidades	1 Sentido Circulação		2 Sentidos Circulação	
			ASVV	TET	ASVV	TET
a	Largura do lugar	m	2.25	2.3	2.25	2.3
b	Comprimento do lugar	m	5	4.6	5	4.6
e	Largura da faixa de estacionamento	m	4.4	4.9	4.4	4.9
c	Comprimento da faixa por lugar	m	3.18	3.2	3.18	3.2
f	Largura da faixa acesso	m	4	3.35	7	6
L	Largura da zona-base	m	12.8	13.15	15.8	15.8

Relação Área/Lugares		Unidades	ASVV	TET	ASVV	TET
Lugares por 100 metros lineares (ml)		un.	62	62	62	62
Nº de zonas-base/100 ml		un.	8	8	6	6
Área das faixa de estacionamento/100 ml		m ²	880.0	980.0	880.0	980.0
Área da faixa de acesso/100 ml		m ²	400.0	335.0	700.0	600.0
Área total/100 ml		m ²	1280.0	1315.0	1580.0	1580.0
Área ocupada por lugar		m ²	20.6	21.2	25.5	25.5
Lugares aprox. por 10000 m ²		un.	434	496	372	372

Aspectos Positivos:

- Manobra de estacionamento simples tanto na entrada como na saída;
- Estacionamento rápido sem causar perturbação na corrente de tráfego;
- Redução da largura necessária para o layout.

Aspectos Negativos:

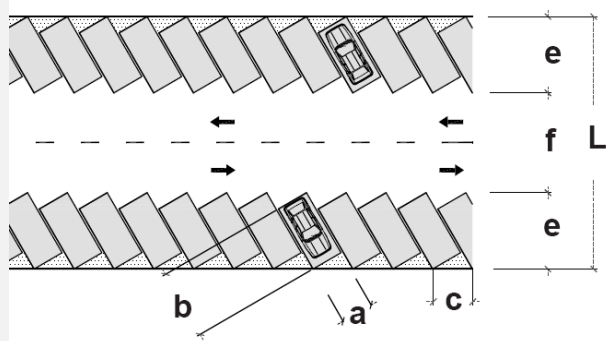
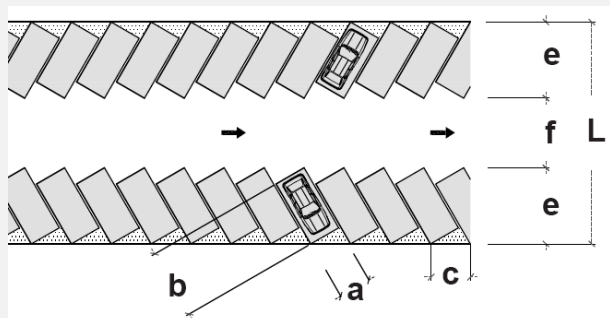
- Necessita de uma maior área de pavimento por veículo;
- Existência de espaços vazios entre veículos e limite da faixa de estacionamento;
- Visibilidade traseira deficiente mas melhor que a do estacionamento de topo.

Notas:

- Os valores considerados na Relação Área/Lugares apenas são admitidos para os casos em estudo. No caso de haver apenas estacionamento em um dos lados, os valores recomendados para as larguras das faixas de acesso são iguais;
- No cálculo do número de zonas-base de estacionamento por 100 ml, admitiu-se uma largura de 1 m correspondente aos acessos pedonais e que estas se alinham frente a frente (Fig. 3.17);
- O valor destacado a azul corresponde a um valor admitido.

Quadro 3.5 – Caracterização estacionamento oblíquo (60°)

ESTACIONAMENTO OBLÍQUO – 60°



Estacionamento 60°		Unidades	1 Sentido Circulação		2 Sentidos Circulação	
			ASVV	TET	ASVV	TET
a	Largura do lugar	m	2.25	2.3	2.25	2.3
b	Comprimento do lugar	m	5	4.6	5	4.6
e	Largura da faixa de estacionamento	m	4.8	5.1	4.8	5.1
c	Comprimento da faixa por lugar	m	2.6	2.65	2.6	2.65
f	Largura da faixa acesso	m	4.5	4.25	8	7
L	Largura da zona-base	m	14.1	14.45	17.6	17.2

Relação Área/Lugares	Unidades	ASVV	TET	ASVV	TET
Lugares por 100 metros lineares (ml)	un.	76	75	76	75
Nº de zonas-base/100 ml	un.	5	5	4	4
Área das faixa de estacionamento/100 ml	m ²	960.0	1020.0	960.0	1020.0
Área da faixa de acesso/100 ml	m ²	450.0	425.0	800.0	700.0
Área total/100 ml	m ²	1410.0	1445.0	1760.0	1720.0
Área ocupada por lugar	m ²	18.6	19.3	23.2	22.9
Lugares aprox. por 10000 m ²	un.	456	375	304	300

Aspectos Positivos:

- Manobra de estacionamento simples tanto na entrada como na saída;
- Estacionamento rápido sem causar perturbação na corrente de tráfego;
- Redução da largura necessária para o layout.

Aspectos Negativos:

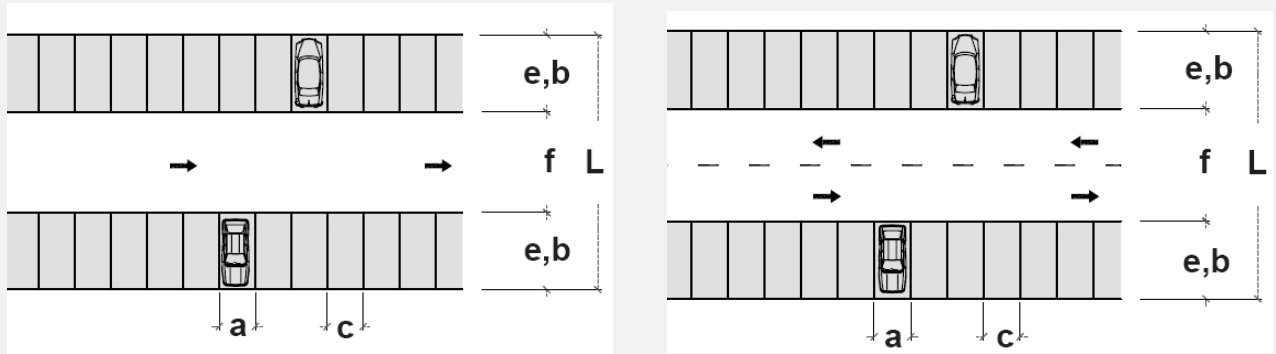
- Necessita de uma maior área de pavimento por veículo;
- Existência de espaços vazios entre veículos e limite da faixa de estacionamento;
- Visibilidade traseira deficiente mas melhor que a do estacionamento de topo.

Notas:

- Os valores considerados na Relação Área/Lugares apenas são admitidos para os casos em estudo. No caso de haver apenas estacionamento em um dos lados, os valores recomendados para as larguras das faixas de acesso são iguais;
- No cálculo do número de zonas-base de estacionamento por 100 m lineares, admitiu-se uma largura de 1 m correspondente aos acessos pedonais e que estas se alinham frente a frente (Fig. 3.17);
- O valor destacado a azul corresponde a um valor admitido.

Quadro 3.6 – Caracterização estacionamento de topo (90°)

ESTACIONAMENTO TOPO – 90°



Estacionamento 90°		Unidades	1 Sentido Circulação		2 Sentidos Circulação	
			ASVV	TET	ASVV	TET
a	Largura do lugar	m	2.25	2.3	2.25	2.3
b	Comprimento do lugar	m	5	4.6	5	4.6
e	Largura da faixa de estacionamento	m	5	4.6	5	4.6
c	Comprimento da faixa por lugar	m	2.25	2.3	2.25	2.3
f	Largura da faixa acesso	m	5	6.1	6	6.1
L	Largura da zona-base	m	15	15.3	16	15.3

Relação Área/Lugares	Unidades	ASVV	TET	ASVV	TET
Lugares por 100 metros lineares (ml)	un.	88	86	88	86
Nº de zonas-base/100 ml	un.	6	6	5	6
Área das faixa de estacionamento/100 ml	m ²	1000.0	920.0	1000.0	920.0
Área da faixa de acesso/100 ml	m ²	500.0	610.0	600.0	610.0
Área total/100 ml	m ²	1500.0	1530.0	1600.0	1530.0
Área ocupada por lugar	m ²	17.0	17.8	18.2	17.8
Lugares aprox. por 10000 m ²	un.	528	516	440	516

Aspectos Positivos:

- Adequa-se a vias de um ou dois sentidos;
- Maior número de veículos por metro linear, necessitando de uma menor área de pavimento por veículo.

Aspectos Negativos:

- Ocupa grande parte da largura da via;
- Dificuldade de manobrar para alguns condutores;
- O tráfego em dois sentidos pode criar problemas de visibilidade.

Notas:

- Os valores considerados na Relação Área/Lugares apenas são admitidos para o caso em estudo, isto é, são consideradas duas faixas de estacionamento por cada faixa de acesso. No caso de haver apenas estacionamento em um dos lados, os valores recomendados para as larguras das faixas de acesso são iguais;
- No cálculo do número de zonas-base de estacionamento por 100 ml, admitiu-se uma largura de 1 m correspondente aos acessos pedonais entre cada uma das zonas em questão;
- O valor destacado a azul corresponde a um valor admitido.

3.1.4 ESQUEMAS DE CIRCULAÇÃO E POSICIONAMENTO DOS LUGARES

A escolha da disposição dos lugares e das faixas de acesso é um tema bastante vasto, existindo uma infinidade de soluções possíveis, dependentes de um conjunto alargado de variáveis. Desde o tipo de estacionamento ao tipo de rampas, do número de vias na faixa de acesso ao número de lugares por piso e da área de construção ao número de pisos, o caminho é bastante longo e com um único objectivo, chegar a uma solução ideal. É necessário ter em conta que, como já foi referido, a escolha de uma determinada disposição é determinante no aproveitamento do espaço e na facilidade de manobra dos veículos. Considere-se uma área quadrangular com 1000 m^2 para a qual são apresentadas duas soluções de disposição dos veículos, tal como apresentado na figura 3.18. No primeiro caso, a circulação é feita em dois sentidos e o estacionamento é maioritariamente de topo. No segundo, a circulação é de um só sentido e os lugares de estacionamento têm uma orientação de 45° . Como resultado das diferentes disposições é de realçar que no primeiro caso a capacidade é de 50 veículos e no segundo caso de 35 veículos, ou seja, no primeiro caso cada veículo estacionado ocupa 20 m^2 , enquanto no segundo caso cada veículo estacionado necessita de um espaço com a área de $28,5 \text{ m}^2$, o que representa um acréscimo superior a 40%.

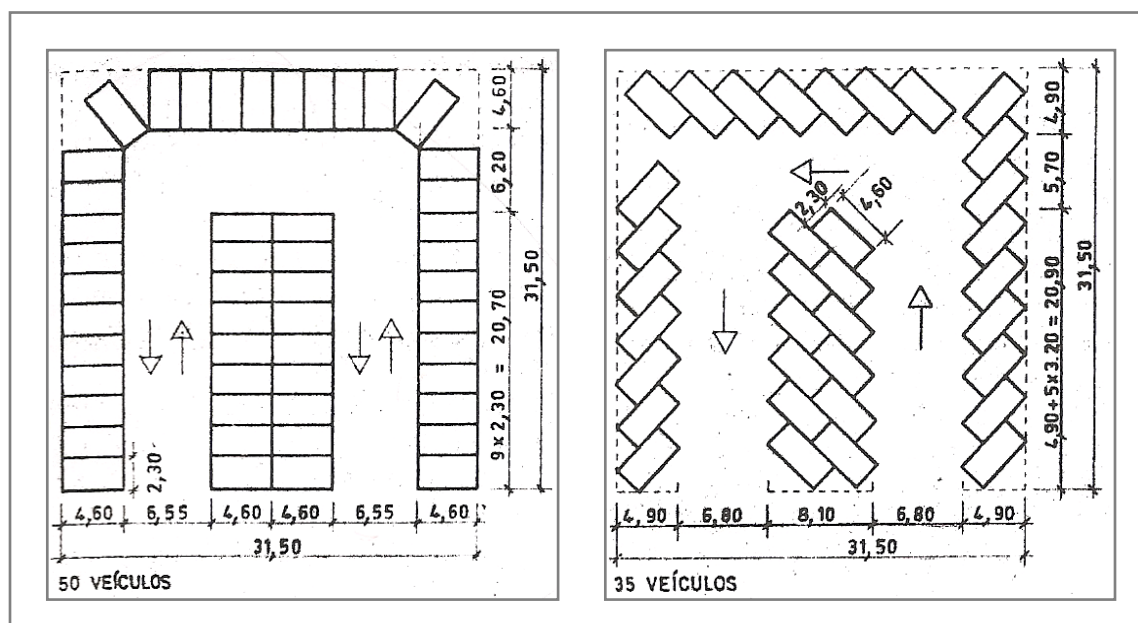


Fig. 3.18 – Diferentes soluções de disposição dos veículos (TET, 1970)

De seguida serão analisados alguns esquemas de circulação propostos pelo ASVV Manual, nos quais são referidos os seus atributos principais.

3.1.4.1 Circulação com dois sentidos de tráfego

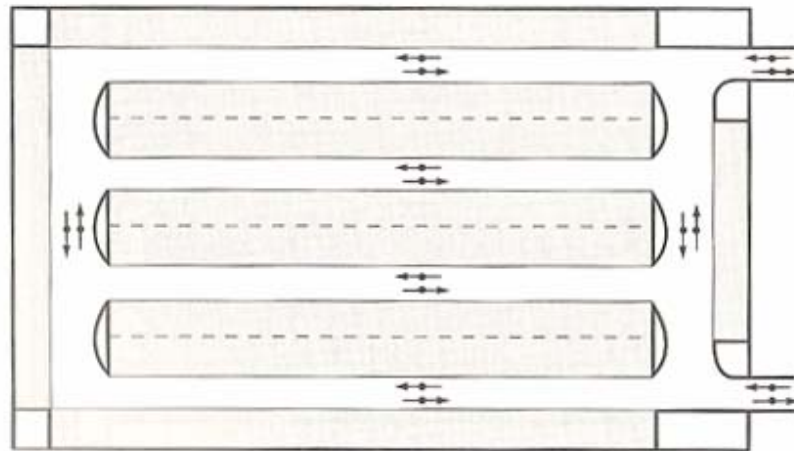


Fig. 3.19 – Circulação com dois sentidos de tráfego (ASVV, 1998)

Este esquema (Fig. 3.19) deve ser implementado em parques de estacionamento pequenos. O uso é bastante flexível, podendo-se separar as entradas das saídas e fazer uma distribuição regular do tráfego nas vias do parque. Como desvantagem aponta-se o facto do uso de dois sentidos de circulação não ser a configuração mais segura, além de não se poder canalizar o tráfego por um único percurso o que dificulta a procura dos lugares livres.

3.1.4.2 Circulação com um sentido de tráfego

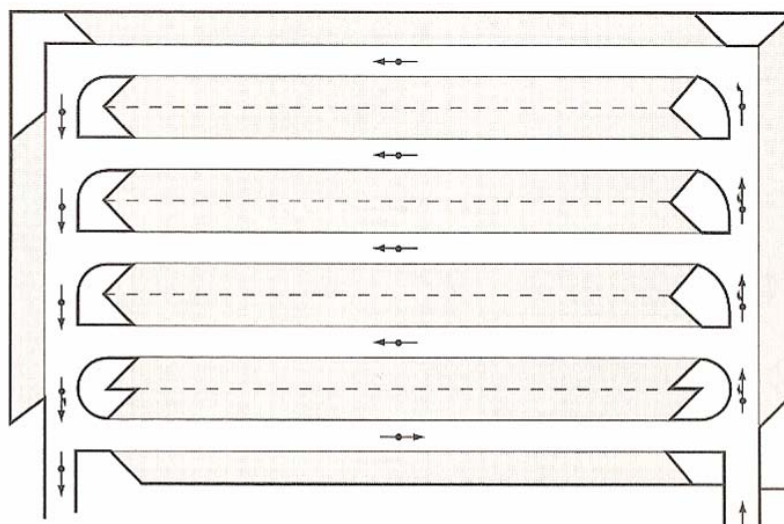


Fig. 3.20 – Circulação com um sentido de tráfego (ASVV, 1998)

Esta configuração (Fig. 3.20) é aplicável em grandes parques de estacionamento privados. Aqui o tráfego é canalizado por um único sentido, o que apresenta melhorias na segurança, diminuindo os

possíveis pontos de conflito entre os veículos circulantes e entre estes e os veículos que efectuem as manobras de entrada ou saída dos lugares de estacionamento. As entradas e saídas também estão claramente definidas e situadas em diferentes zonas. Por outro lado, a distribuição do tráfego não é regular e na procura de lugar o condutor pode ver-se obrigado a percorrer extensões consideráveis. Contudo, esta solução pode, em determinadas circunstâncias, criar alguma confusão derivada do não acatamento por parte dos condutores dos sentidos de circulação previstos.

3.1.4.3 Circulação em sentidos mistos (um e dois sentidos)

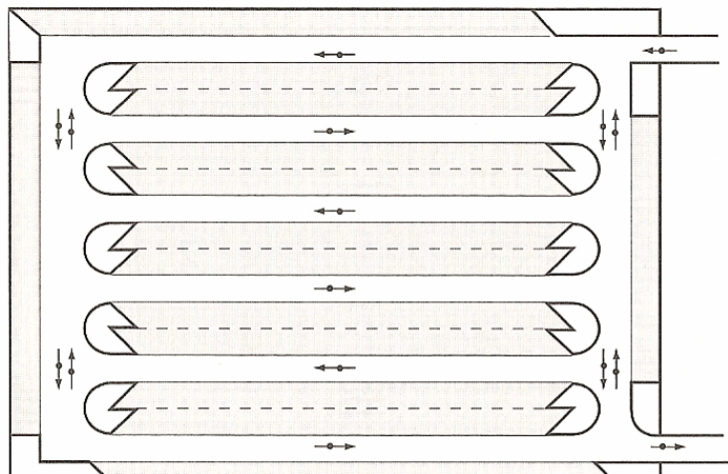


Fig. 3.21 – Circulação em sentidos mistos (ASVV, 1998)

Sistema proposto principalmente para grandes parques de estacionamento (Fig. 3.21). Nestes parques facilmente se conseguem impor diferentes zonas para as entradas e saídas, principalmente se estas se situarem nas vias de acesso de um sentido. Como já foi referido, as vias de um sentido garantem mais segurança do que as de sentido duplo. Esta configuração permite também que o condutor encontre facilmente os lugares não ocupados sem ser obrigado a percorrer trajectos extensos.

3.1.4.4 Circulação em um ou dois sentidos

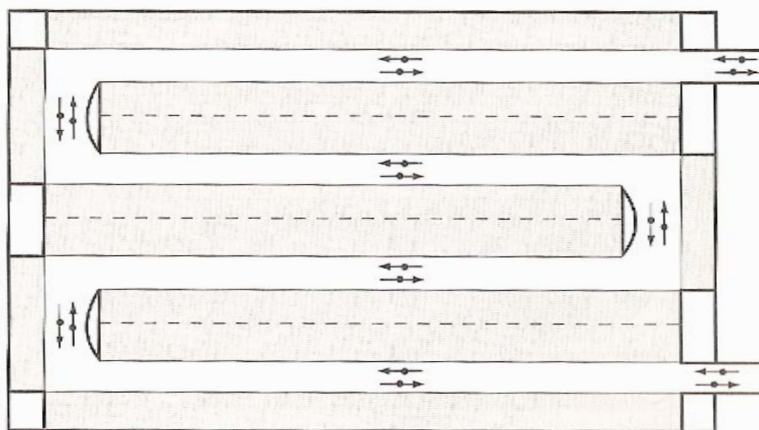


Fig. 3.22 – Circulação em um ou dois sentidos

Estes esquemas (Fig. 3.22) devem ser aplicados preferencialmente em parques de pequenas dimensões. Este é o caso em que os lugares de estacionamento livres são encontrados com maior facilidade, apesar de obrigar o condutor a percorrer uma longa distância, principalmente nos parques maiores. Como no caso anterior existe a possibilidade dos locais de entrada e saída se situarem em zonas separadas, se a circulação for apenas em um sentido. Este tipo de circulação canalizada pode fazer com que alguns condutores usem os lugares vagos como atalhos, aumentando assim a insegurança no parque. Além disso, as vias que se situam entre as várias fileiras tendem a ser usadas como lugares de estacionamento adicionais.

3.1.5 RAIOS DE CURVATURA

Este assunto apesar de não ter tanta relevância como os anteriores, pelo menos para o comum utilizador do parque, merece especial atenção por parte do projectista. Apesar do aproveitamento do espaço ser maior para raios de curvatura menores, existem limites que devem ser respeitados para facilitar a utilização do parque. Estes limites, conjuntamente com os limites referenciados para as faixas de acesso, permitem que a circulação no parque se torne mais segura e eficaz, sem haver necessidade de recurso a manobras extra por parte dos condutores.

Na trajectória curvilínea de um veículo em movimento podemos definir duas curvas cujos raios vão depender das dimensões dos veículos e do ângulo de curvatura máximo que este consegue descrever. A curva exterior indica os limites do carro da parte exterior à curva e a interior indica analogamente os limites referentes à zona interior do mesmo. Estas curvas irão ser limitadas respectivamente, pelo raio exterior e pelo raio interior. Os valores atribuídos para estes limites consideram o movimento de um veículo de projecto num parque de estacionamento, considerando uma velocidade de referência inferior à velocidade de circulação em plena via, o que se traduzirá num raio de curvatura menor.

Para uma velocidade de 10 km/h, segundo o manual ASVV um veículo de projecto ao fazer um movimento em curva correspondente a um ângulo recto descreve uma curva com aproximadamente 5,7 m de raio exterior e 3,3 m de raio interior, o que significa que a largura de ocupação é de 2,4 m, valor substancialmente maior que a largura de um veículo. Na figura 3.23 estão representados os raios que um veículo descreve em curva.

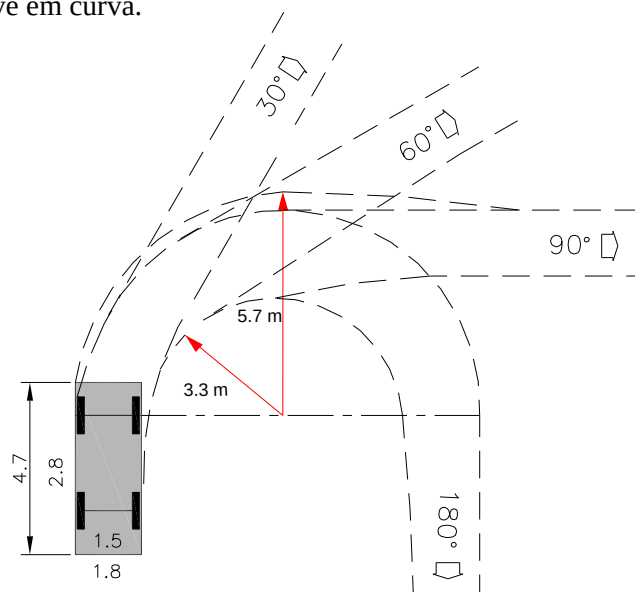


Fig. 3.23 – Raios internos e externos descritos por um veículo em curva

O ASVV Manual recomenda para os raios de curvatura mínimos os valores de 4,50 m para o raio interno e 9 m para o raio externo.

3.1.6 ENTRADAS/SAÍDAS

Os acessos aos parques de estacionamento devem ser estudados de maneira a que todos os movimentos se efectuem de forma cómoda e segura. Devem ser localizados de modo a não dificultar a circulação dos veículos na via e também de maneira a não interferir com obstáculos existentes na via pública, como é o caso dos sinais de trânsito, dos semáforos e dos postes de iluminação. Para além da implementação do menor número possível de entradas/saídas, é aconselhável que a entrada e saída do parque de estacionamento não se localizem no mesmo lado do edifício e que estas se encontrem afastadas dos cruzamentos e dos edifícios de grande movimento, diminuindo assim os pontos de conflito quer com os veículos quer com os peões. Em alguns casos torna-se necessário proibir os veículos que saem ou entram no parque de estacionamento de realizarem manobras de viragem à esquerda de forma a evitar cortes no trânsito. As larguras dos acessos devem ser estudadas em função do perfil transversal dos arruamentos e das características dos veículos, evitando manobras forçadas destes.

Em certos parques, pela sua grande procura ou por se situarem em zonas onde existem grandes volumes de tráfego, torna-se necessário o dimensionamento de espaços de espera. Este espaço consiste numa zona onde os veículos podem aguardar a sua vez de entrar no parque (ou na rua) sem impedir o movimento do restante tráfego. No caso de não existir espaço suficiente para criar estas zonas de retenção de veículos, os acessos devem ser localizados no arruamento em que o volume tráfego é menor. Esta análise deve ser feita tendo em conta as diversas variáveis em estudo. Entre elas, podem-se destacar, a procura do parque de estacionamento (principalmente durante as horas de ponta), a oferta do parque, a velocidade de circulação dos veículos nas rampas, o número de encarregados de estacionamento no parque (se existente) e a tipologia do parque de estacionamento.

O ASVV Manual aconselha que as entradas e saídas dos parques de estacionamento devem ter pelo menos 2,20 m de largura. Este valor não contempla o espaço ocupado pelos equipamentos de acesso e/ou pagamento. No que diz respeito à altura este manual não propõe qualquer valor mas segundo o Regulamento de Construção de Parques de Estacionamento em Lisboa, o valor mínimo para o pé direito livre deve ser 2,20 m. Este valor deve ser garantido nas zonas de acção dos veículos, e se por alguma condicionante não puder ser cumprido deve ser devidamente assinalado.

Além destes valores também se deverá ter em conta os valores sugeridos pelo Decreto Regulamentar n.º 2-B/2005 de 24 de Março e pelo Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos para a localização dos acessos exteriores e para a caracterização dos arruamentos envolventes. Assim, as entradas e saídas dos veículos devem estar localizadas a uma distância superior a 10 m de um cruzamento, entroncamento ou rotunda, segundo o primeiro regulamento referido. No que diz respeito à caracterização dos arruamentos envolventes, segundo a legislação em vigor (regulamento contra incêndio), tanto as entradas como as saídas dos parques de estacionamento devem ser servidas por arruamentos que garantam o acesso, o estacionamento e as manobras das viaturas dos bombeiros. Com o objectivo de facilitar a intervenção dos bombeiros o mesmo regulamento sugere que os arruamentos ligados à via pública em apenas um dos extremos devem ter pelo menos 7 m de largura da faixa de rodagem e 3 m para o caso de ter ligação nos dois extremos. A inclinação da faixa de rodagem deve ser inferior a 15 % e em toda a sua extensão devem poder circular viaturas com 3,5 m de altura. Nos casos em que existem condições (aberturas nas paredes exteriores) para a intervenção directa dos bombeiros nos pisos situados a uma altura superior a

9 m, o uso da auto-escada é imperioso, havendo necessidade de ajustar os valores atrás referidos. Assim, as larguras das faixas de rodagem devem ser no mínimo de 4 m para os arruamentos ligados à via pública nos dois extremos e de 7 m para os casos em que a ligação se faz em apenas um dos extremos, em ambos os casos num troço rectilíneo de pelo menos 10 m. As inclinações das faixas de rodagem não devem ultrapassar os 10%. Importa ainda referir que para o uso de auto-escadas é necessário que o espaçamento entre os arruamentos e a parede do edifício deve variar entre 1 e 8 m dependendo este valor do alcance destas e da sua posição em relação à parede. Em todos os casos o estacionamento nestes arruamentos deve ser condicionado de modo a não perturbar a intervenção dos bombeiros.

3.1.7 SINALIZAÇÃO

Os objectivos principais da sinalização no interior do parque é orientar os utentes na procura de lugares, e identificar os locais de entrada e saída. Assim, devem ser adoptados dispositivos vários quer de sinalização horizontal quer vertical que devem atender ao prescrito no Regulamento de Sinalização do Trânsito – Decreto Regulamentar 22-A/98. Este regulamento apesar de não especificar devidamente a sinalização no interior de parques de estacionamento, deve ser seguido na elaboração de um projecto. As informações aos utentes devem ser claras, simples, uniformes, coerentes e estarem localizadas de modo a serem perfeitamente visíveis e identificáveis tanto pelos condutores como pelos peões que circulam no interior do parque.

3.1.8 EQUIPAMENTOS DE GESTÃO DE PARQUES

Para uma correcta gestão de um parque de estacionamento é necessário o uso de vários equipamentos. As exigências colocadas aos parques de estacionamento obrigam a que os equipamentos instalados deixem de ser meros equipamentos de controlo de entradas e saídas, para passarem a ser soluções integradas para gerir este tipo de empreendimentos. A escolha dos equipamentos a adoptar depende da funcionalidade do parque, isto é, do seu regime de exploração (se é ou não gratuito), do nível de segurança que se pretende implementar, da procura do parque, entre outros aspectos importantes que possam influenciar essa mesma escolha. Existe uma gama muito diversa de equipamentos, referindo-se apenas as funcionalidades dos que se consideram mais importantes, admitindo que para cada tipo de equipamento só se fará referência às soluções mais modernas. De realçar que nem sempre a solução apresentada é a mais viável economicamente.

3.1.8.1 Barreira Entrada/Saída

Este equipamento (Fig. 3.24) é principalmente usado nos parques pagos de forma a controlar as entradas e saídas dos veículos. A barreira de entrada controla o acesso dos veículos ao parque de estacionamento só dando permissão de entrada após a sua validação. Por sua vez, a de saída controla os veículos que abandonam o parque. Nos equipamentos mais modernos existem sensores, incorporados na própria caixa da barreira ou no pavimento, para detectar a passagem dos veículos. Assim, além de se impedir que esta colida com os veículos, possibilita-se a actualização do número de lugares vagos no parque de estacionamento e tenta-se impedir a passagem de dois veículos consecutivos sem a validação do sistema.



Fig. 3.24 – Barreira de entrada/saída (Misco21, 2007)

3.1.8.2 Estação Entrada/Saída

Este equipamento (Fig. 3.25), juntamente com a ajuda das barreiras e dos sensores, controla o fluxo de entrada de forma integral, autónoma e segura, permitindo a verificação do acesso/saída de forma prática sem haver necessidade do condutor sair da viatura. Esta validação é normalmente feita através da verificação de cartões magnéticos ou com códigos de barras. Nos casos em que é possibilitado o uso da Via Verde pelos seus aderentes ou nos casos que existem cartões de assinantes do parque deve ser inserido no sistema um leitor para a validação da respectiva entrada. De referir que neste ultimo caso é necessária a implementação de um mecanismo de segurança de *anti-passback*, que evita que um utilizador munido de um único cartão possa estacionar duas ou mais viaturas no parque, impedindo a entrada (ou saída) duas vezes consecutivas. Os equipamentos devem dispor também de dispositivos de intercomunicação para o utente poder entrar em contacto com a central em caso de anomalias e/ou dúvidas.

O mecanismo de entrada detecta a presença de um veículo e solicita ao automobilista que pressione o botão indicado na estação, para obter um bilhete. Quando o bilhete é retirado da ranhura é activado o braço da barreira de entrada e, uma vez fechada a barreira, é transmitida uma mensagem ao servidor de dados informando que o bilhete foi validado. Este sistema pode não ser o utilizado pois existem terminais que detectam automaticamente os veículos. Por sua vez, o mecanismo de saída na presença de um veículo pede ao utente que introduza o bilhete ou cartão. Ao serem aceites os bilhetes válidos, o braço da barreira de saída abre-se para permitir a saída do veículo.



Fig. 3.25 – Estação entrada/saída (Misco21, 2007)

3.1.8.3 Caixa de Pagamento Automático

Nas máquinas mais modernas (Fig. 3.26), os pagamentos podem ser efectuados com moedas, notas, cartões de crédito ou PMB e a devolução de troco é feita em notas ou moedas. O utente após introduzir o bilhete de entrada no leitor, procede ao pagamento da respectiva tarifa calculada pela caixa de pagamento automático, recebendo assim o bilhete validado e respectivo recibo se solicitado. Normalmente, existe um período de tolerância para retirar a viatura do parque após o qual é invalidada a saída do veículo. Existem ainda outros modelos que substituem as estações de saída, permitindo que o pagamento seja feito no local de saída sem o condutor necessitar de sair do carro, accionando assim o mecanismo de saída.



Fig. 3.26 – Caixa de pagamento automático (Misco21, 2007)

3.1.8.4 Caixa Central de Pagamento

A caixa central de pagamento (Fig. 3.27) é constituída por um leitor de bilhetes com teclado integrado, um display com informação para o cliente e para o operador e uma impressora de recibos. Normalmente está inserida num compartimento próximo de uma das entradas ou saídas do parque. O seu funcionamento é manual, necessitando de um ou mais funcionários que auxiliam os clientes durante o período de funcionamento do parque. Estes funcionários desempenham normalmente funções que vão desde o recebimento do pagamento por parte dos clientes mensais, até aberturas esporádicas das barreiras (por uma questão de emergência, falha do sistema de cancelas, etc.), podendo responder também a diversas contrariedades que possam surgir no funcionamento do parque. Estas instalações também devem dispor de uma central de comunicação conectada às estações de entrada/saída no parque de forma ao operador poder assistir aos clientes que o solicitarem e também para a abertura da barreira.



Fig. 3.27 – Caixa central de pagamento (Misco21, 2007)

3.1.8.5 Vídeovigilância e Monitorização

O principal objectivo do sistema de vídeovigilância é a protecção de pessoas e bens e funciona como sistema dissuasor de comportamentos ilícitos. As câmaras podem ser fixas ou rotativas, com ou sem zoom, a cores ou preto e branco, de diferentes resoluções e instaladas à vista ou embutidas. É possível monitorizar simultaneamente várias câmaras em tempo real, permitindo assim a visualização ao vivo dos movimentos ocorridos nos parques de estacionamento. Os actuais sistemas de vídeo digital permitem a visualização de imagens posteriores à sua gravação, o que ajuda a melhorar a segurança. Além disso, a colocação de câmaras visíveis em pontos estratégicos dissuade qualquer intenção de delito e proporciona aos utentes um maior sentimento de segurança.

3.1.8.6 Painéis Informativos

Os painéis informativos (Fig. 3.28) são colocados no exterior do parque para que este fique devidamente identificado. Normalmente são constituídos por um painel azul com o símbolo parque e por uma mensagem (livre ou ocupado) que indica aos condutores a existência ou não de lugares livres no interior do parque de estacionamento. Existem modelos mais recentes que permitem fazer uma avaliação do estacionamento entre diferentes parques de estacionamento indicando a disponibilidade em número de lugares e a direcção de cada um dos parques. Desta forma torna-se possível orientar os condutores para um parque de estacionamento “livre” em detrimento de um outro “completo” minimizando o trajecto efectuado.



Fig. 3.28 – Painéis informativos

3.1.8.7 Sistemas de Detecção de Lugares Livres

Este sistema ajuda o condutor, em termos de tempo e de espaço, na procura de lugar, o que se irá traduzir num aumento de conforto e de poupança de combustível, evitando que o condutor se desloque por trajectos desnecessários. Além disso, a circulação do parque também será melhorada, aumentando a sua segurança. Resumidamente, o funcionamento do sistema passa pela detecção, através de sensores, da existência ou não de veículos num lugar. Os indicadores de direcção, situados nos diferentes corredores, indicam com uma seta verde a existência de lugares vazios nesse corredor e com uma cruz vermelha o caso contrário. Os modelos mais recentes, além de indicadores de direcção, conseguem precisar o número o número de lugares vagos. Neste caso, em todos os lugares deve haver um sensor que analisa o seu estado e determina se o mesmo está livre ou ocupado.

O equipamento de detecção de lugares livres dispõe de um painel informativo (Fig. 3.29), que é colocado no interior dos parques, em zona visível, de modo a orientar e conduzir os condutores aos lugares vagos.



Fig. 3.29 – Sistemas de detecção de lugares livres (Misco21, 2007)

3.1.8.8 Sistemas de Reconhecimento de Matrículas

Os sistemas de reconhecimento de matrículas (Fig. 3.30) são actualmente utilizados quando é necessário fazer a monitorização e controlo do tráfego automóvel. O funcionamento destes sistemas passa pela captação da imagem frontal do carro (onde está inserida a matrícula), pela localização da matrícula e detecção dos caracteres e posteriormente, por um reconhecimento destes. Pode ser um instrumento bastante útil na medida em que pode validar a entrada e saída de um veículo num parque de estacionamento. Assim, no momento de entrada, é registada a matrícula, juntamente com a data e hora de chegada, numa base de dados sem qualquer intervenção humana. No momento de saída a operação repete-se sendo possível quantificar a duração do estacionamento e respectiva tarifa.

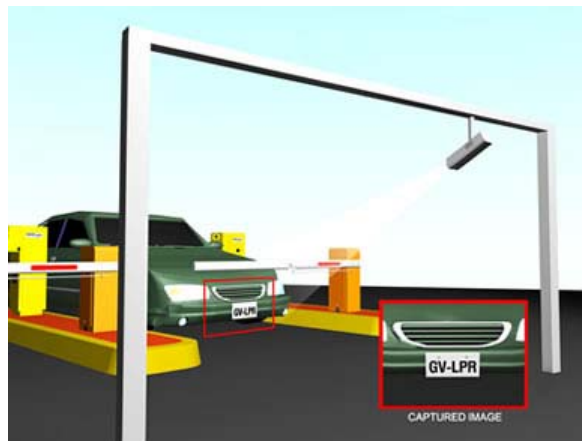


Fig. 3.30 – Sistema de reconhecimento de matrículas

3.1.9 EXIGÊNCIAS ESPECIAIS

No projecto e construção de espaços públicos, equipamentos colectivos, edifícios públicos e habitacionais, devem ser criadas condições de acessibilidade e de mobilidade para qualquer cidadão. Assim, de acordo com as normas em vigor, devem ser criadas condições de acessibilidade a pessoas de mobilidade reduzida. No que diz respeito aos parques de estacionamento, estas normas podem ser

consultadas no Decreto-Lei nº163/2006. De seguida são apresentadas as normas mais relevantes para o projecto de um parque de estacionamento.

O número de lugares reservados a pessoas com mobilidade reduzida depende principalmente da capacidade do equipamento e do seu tipo. O quadro 3.7 apresenta os valores recomendados pelo Decreto-Lei referido anteriormente no que diz respeito aos espaços destinados a estacionamento de viaturas. Convém referir que no caso do estacionamento ser reservado ao uso habitacional o mesmo documento pondera a utilização de diferentes valores.

Quadro 3.7 – Lugares reservados para pessoas com mobilidade reduzida

Nº de Lugares do Estabelecimento	Nº de Lugares Reservados para Pessoas com Mobilidade Reduzida
<10	1
11 - 25	2
26 – 100	3
101 – 500	4
>500	1 (por cada 100 lugares)

A largura dos lugares não deve ser inferior a 2,5 m e devem possuir uma faixa de acesso lateral não inferior a 1 m destinada às saídas e entradas dos veículos, podendo esta faixa ser partilhada por dois lugares contíguos. O comprimento dos lugares não deve ser inferior a 5 m. Na figura 3.31 apresentam-se os valores mínimos a adoptar num estacionamento reservado a pessoas com mobilidade reduzida.

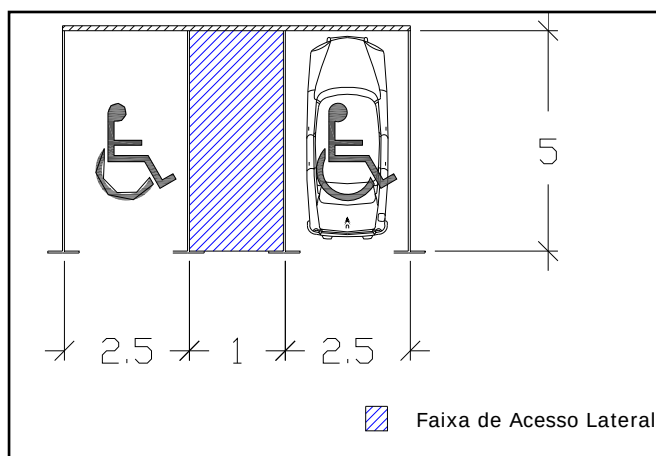


Fig. 3.31 – Dimensões de dois lugares acessíveis contíguos

A localização destes lugares deve situar-se o mais próximo possível do local de entrada/saída. No caso de haver mais de um local de entrada/saída, os lugares reservados devem ser dispersos entre eles mas sempre situados perto dos respectivos locais.

Os lugares devem ser perfeitamente sinalizados e facilmente identificáveis. Os seus limites devem ser demarcados por linhas pintadas em cor contrastante com a da restante superfície, o símbolo internacional de acessibilidade deve ser assinalado na superfície com uma dimensão não inferior a 1 m de lado (também com cor contrastante com a restante superfície) e o sinal vertical com o mesmo

símbolo deve ser colocado de maneira a ficar visível mesmo quando o veículo se encontre estacionado.

Além disso, e segundo o mesmo documento, a construção de edifícios e estabelecimentos deve assegurar pelo menos um percurso acessível, que proporcione o acesso seguro e confortável das pessoas com mobilidade condicionada entre a via pública, o local de entrada/saída principal e todos os espaços interiores e exteriores que os constituem. Assim, é necessário ter em conta os requisitos dimensionais e posicionais dos átrios, dos corredores e patamares, das escadas, das rampas, dos ascensores e/ou plataformas elevatórias, bem como dos equipamentos sanitários e de auto-atendimento, entre outros descritos nas normas.

3.2 SISTEMAS AVANÇADOS DE ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS

3.2.1 GENERALIDADES

O Estacionamento Automático é um sistema mecânico de parqueamento de veículos gerido por um dispositivo de controlo informatizado. A intervenção do utilizador é assim reduzida à entrega do seu veículo no ponto de recepção, sendo que a partir deste momento todo o procedimento é resolvido automaticamente pelo sistema, que estaciona e procede à posterior entrega do veículo.

O conceito de parques de estacionamento tem já mais de 100 anos de desenvolvimento, contemplando desde os mais elementares sistemas de empilhamento no início do século XX às mais completas famílias de sistemas com gestão informatizada actuais.

Em meados do século XIX foram dados os primeiros avanços técnicos que viriam a possibilitar a elevação segura e transporte mecânico de pessoas e objectos. As novas tecnologias impulsionaram uma autêntica revolução urbanística e arquitectónica, tornando possível a construção em altura e um aumento drástico da densidade ocupacional das cidades. Paralelamente, assistiu-se ao emergir da indústria automóvel tendo havido um crescimento significativo do número de carros circulantes no princípio do século XX.

No início dos anos 20 surgiram os primeiros sistemas de estacionamento mecanizados, ainda bastante rudimentares que pecavam pela falta de eficácia e rapidez, consistindo na sua maioria em empilhamentos verticais de automóveis.

Nos anos 30, assistiu-se ao desenvolvimento de sistemas mais sofisticados que já contavam com elementos básicos que permaneceram em uso até aos dias de hoje: cabines de recepção, elevadores, armazéns. Nesta época toda a operação subjacente ao estacionamento era manual.

As décadas seguintes trouxeram múltiplas inovações a este nível, refinando os conceitos há muito utilizados. O estacionamento automático apresenta-se, agora, como uma novidade revolucionária ligada à eclosão da aviação, transportes e comunicações.

Nos anos 70, desenvolveram-se inúmeras variantes dos sistemas tradicionais. Começa a vislumbrar-se uma nova filosofia de implantação de sistemas de estacionamento automáticos, baseada numa já ampla gama de soluções e aplicações.

Nos anos subsequentes e particularmente nos últimos 15 anos pôde testemunhar-se a incorporação plena da informática e electrónica à gestão totalmente automática dos sistemas. O uso de tecnologias de comunicação por Internet permite, actualmente, a verificação em tempo real dos parâmetros de funcionamento dos sistemas de estacionamento automáticos, o diagnóstico precoce e preventivo de problemas funcionais e a sua correcção à distância, diminuindo a interferência humana.

3.2.2 ELEMENTOS BÁSICOS

Os sistemas de estacionamento automático permitem, inegavelmente, um aumento de comodidade do condutor. O processo de estacionamento é rápido, seguro e eficaz, evitando possíveis demoras e estragos no veículo. Sucintamente, o condutor entrega o veículo num posto de recepção, onde lhe é entregue o comprovativo de entrada do automóvel, abandonando em seguida o edifício. Nesse posto, o automóvel é depositado sobre uma plataforma. Ainda nesta zona, são verificadas as dimensões do veículo através de um sistema dotado de raios laser. O veículo é deslocado horizontal ou verticalmente por meio de robot e elevadores até chegar ao lugar de estacionamento final, normalmente em estantes de aço verticais. Seguidamente far-se-á uma descrição resumida das principais componentes dos sistemas avançados de parqueamento de veículos.

⇒ Posto de recepção

Esta zona é a única visível e acessível ao utilizador do parque. Nela se realiza a entrega e recepção de veículos e se alojam os sensores que comprovam as dimensões dos veículos e a sua correcta colocação.

⇒ Plataforma de transporte

O veículo é colocado sobre a plataforma de transporte logo no posto de recepção, aí ficando durante toda a sua permanência. Este elemento permite ao sistema deslocar e depositar o veículo na zona de armazenamento.

⇒ Elevador

Os elevadores transportam os veículos até à zona de distribuição, onde são levados pelo sistema automático até ao lugar de estacionamento. O robot e os elevadores funcionam de forma independente, permitindo, assim, otimizar os tempos de reposta, visto poderem exercer funções distintas simultaneamente.

⇒ Robot

O movimento do robot é controlado pelo computador central do sistema, que pode, por sua vez, estar em ligação com uma unidade central de controlo que alerta sobre possíveis falhas e permite a sua resolução à distância, via modem. Este elemento fica encarregue de transportar o veículo do robot para o seu local de armazenamento e de fazer o percurso inverso.

⇒ Estruturas de armazenamento

As estruturas de armazenamento são frequentemente estantes de aço que funcionam como um esqueleto, suportando o espaço de armazenamento dos veículos e o sistema transportador. Estão, normalmente, concebidas em módulos desmontáveis, permitindo a sua instalação com a obra civil totalmente acabada.

3.2.3 ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS

Com o crescente número de veículos circulantes e com a larga ocupação dos centros urbanos é necessário arranjar soluções eficazes, que permitam otimizar o espaço do parque e o tempo do utilizador. O espaço tem vindo a tornar-se cada vez mais escasso e valioso.

Estes novos parques de estacionamento revestem-se de inúmeras vantagens, nomeadamente:

- Optimização da capacidade de armazenamento: como não utiliza rampas e zonas de trânsito, reduz consideravelmente o espaço utilizado. Uma instalação robotizada pode multiplicar por três o número de lugares de estacionamento. Note-se que o espaço de estacionamento propriamente dito também diminui consideravelmente, sendo nestes casos similar às dimensões do veículo;
- Comodidade do utilizador: deixa de ser necessária a procura de lugar de estacionamento livre, tornando-se num mecanismo de fácil e rápido uso. Quanto às entradas e saídas de veículos estas tornam-se simples, obviando possíveis pontos de conflito comuns nos parques tradicionais;
- Facilidade de acesso: normalmente o acesso ao parque é ao nível da estrada;
- Alto nível de segurança do condutor: através do uso de sistemas automáticos o utilizador deixa de ser parte activa, pelo que não necessita entrar nas instalações do parque;
- Alto nível de segurança do veículo: dado que toda a circulação de veículos é realizada de forma automática, o automóvel fica protegido contra possíveis estragos, furto ou acções de vandalismo;
- Diminuição do impacto ambiental: redução da poluição acústica, menores emissões de CO₂ e menores gastos de energia eléctrica, não necessitando de iluminação interior;
- Possibilidade de instalação em zonas irregulares.

Quanto às desvantagens apontam-se as seguintes:

- Necessidade de estudos económicos rigorosos: avaliar a viabilidade do projecto devido ao investimento necessário para aquisição dos mecanismos;
- Manutenção da maquinaria: várias revisões periódicas para a prevenção de futuras avarias;
- Manutenção das instalações: verificação das instalações eléctricas, de vigilância e dos alarmes, além de assegurar a limpeza e desinfeção;
- Serviço ao cliente 24h: serviço permanente de cargos técnicos especializados para dar uma resposta rápida a uma eventual avaria;
- Eficácia condicionada: a afluência de um grande número de utentes ao parque pode limitar a eficácia destes parques, principalmente em horas de ponta.

3.2.4 VARIANTES DO ESTACIONAMENTO AUTOMÁTICO

Existe ainda outro tipo de sistema avançado de estacionamento, funcionalmente mais próximo do estacionamento convencional, que comporta, no entanto, mecanismos que lhe conferem algum automatismo. Este tipo de estacionamento é designado por semi-automático e pode permitir o estacionamento em dois ou três níveis diferentes (cave, rés-do-chão e piso superior) sem haver

necessidade da construção de outro piso. Com esta configuração pode alcançar-se o triplo de lugares que um parque de estacionamento convencional suporta.

Neste caso, o condutor entra no parque pela rampa de acesso e situa o veículo na plataforma, num lugar que esteja disponível. Dependendo do sistema instalado, o carro pode ser movido lateral e/ou verticalmente, deixando vago o lugar correspondente ao piso de circulação. Na hora de levantamento do veículo, o mecanismo é activado e aquele posiciona-se no lugar inicial. Este tipo de estacionamento, tal como o automático, dispõe de inúmeras configurações possíveis. Na sua generalidade todas elas permitem uma optimização do espaço quando comparadas com o estacionamento convencional. Para tal contribuem os factos de não necessitarem de rampas de acesso, de a circulação de veículos estar confinada a um só piso por cada três níveis de estacionamento possíveis e de permitir que o estacionamento seja implementado em locais com problemas de proximidade ao nível freático, por requerem uma menor altura de escavação. Além disso, e tal como nos estacionamentos automáticos, existe um menor risco de acidentes entre veículos e a exposição destes a roubos ou furtos também é menor.

4

PROJECTO

4.1 INTRODUÇÃO

Pretende-se elaborar o projecto de um parque de estacionamento destinado a veículos ligeiros, adoptando as melhores práticas em estudos deste tipo, tendo sido considerados os seguintes elementos iniciais:

⇒ Área

O espaço disponível para a construção do parque de estacionamento tem, em planta, uma forma rectangular com aproximadamente 45 m de frente e 55 m de profundidade, situando-se num terreno plano.

⇒ Volumetria

Atendendo à envolvente urbana da zona onde se localiza o parque de estacionamento, a altura máxima do edifício não poderá ultrapassar os 15 m.

⇒ Acessos

O parque de estacionamento só poderá ser acessível, quer por veículos ligeiros, quer por peões, pela Rua X, arruamento existente contíguo ao parque do lado Este. Esta rua tem uma faixa de rodagem de 7 m e passeios em ambos os lados com 1,5 m de largura e tem dois sentidos de circulação.

⇒ Capacidade

De acordo com as características da zona urbana e das actividades que aí se desenvolvem e atendendo ainda à ausência de oferta de estacionamento na zona, estimou-se que a capacidade do parque deverá propiciar o estacionamento de cerca de 400 veículos ligeiros.

4.2 PRINCÍPIOS GERAIS

Perante os dados iniciais enunciados anteriormente, foi concebida uma solução base que compreende um parque de estacionamento elevado, com um número de pisos limitado pela volumetria imposta, de forma a dar resposta à oferta de lugares de estacionamento pretendidos. Com o objectivo de separar as duas correntes de tráfego – a de entrada e a de saída de veículos no parque – minimizando ou mesmo eliminando os conflitos entre veículos com objectivos distintos, a localização das entradas e saídas dos veículos devem ser completamente separadas por acessos devidamente localizados. Por outro lado, os acessos de peões ao parque devem ser projectados com segregação completa dos acessos dos veículos.

A fim de serem respeitados os requisitos legais aplicáveis foi consultada a seguinte legislação:

- Decreto-Lei nº163/2006, de 8 de Agosto – Acessibilidade de Espaços Públicos, Equipamentos Colectivos e Edifícios Públicos e Habitacionais;
- Decreto-Lei nº66/95, de 8 de Abril – Regulamento de Segurança contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos;
- Decreto Regulamentar Nº 2-B/2005 de 24 de Março – Regulamento das condições de utilização dos parques e zonas de estacionamento automóvel.

4.3 PRINCÍPIOS GEOMÉTRICOS

Tendo em conta o espaço disponível para o parque de estacionamento, realizou-se um estudo preliminar com vista à escolha da configuração de estacionamento que conduzisse ao melhor aproveitamento desse espaço. Assim, e de acordo com o que foi analisado em 3.1.3, foi possível comparar os diferentes layouts, apresentando-se no quadro 4.1 um resumo das capacidades atendendo aos sentidos de circulação nas faixas de rodagem e ao ângulo de estacionamento. Este quadro foi realizado tendo por base a informação disponibilizada no capítulo 3 (Quadros 3.2 a 3.6) considerando os valores recomendados pelo ASVV Manual.

Quadro 4.1 – Relação área/lugares máximos para diferentes configurações

	Relação Área/Lugares	1 Sentido Circulação		2 Sentidos Circulação	
		A=55m B=45m	A=45m B=55m	A=55m B=45m	A=45m B=55m
0°	Lugares por A metros lineares	20	16	20	16
	Nº de zonas-base por B metros lin.	6	8	5	6
	Lugares aprox. por A x B m ²	120	128	100	96
30°	Lugares por A metros lineares	24	20	24	20
	Nº de zonas-base por B metros lin.	3	4	3	3
	Lugares aprox. por A x B m ²	72	80	72	60
45°	Lugares por A metros lineares	34	28	34	28
	Nº de zonas-base por B metros lin.	3	4	2	3
	Lugares aprox. por A x B m ²	102	112	68	84
60°	Lugares por A metros lineares	42	34	42	34
	Nº de zonas-base por B metros lin.	3	3	2	3
	Lugares aprox. por A x B m ²	126	102	84	102
90°	Lugares por A metros lineares	48	40	48	40
	Nº de zonas-base por B metros lin.	3	3	2	3
	Lugares aprox. por A x B m ²	144	120	96	120

Assim, considerando apenas como critério o máximo aproveitamento de espaço para o estacionamento de veículos, constata-se que a melhor solução é a que corresponde a um ângulo de estacionamento de 90° (estacionamento perpendicular). Esta configuração, considerando um sentido de circulação, permite que num espaço de 45 x 55 m² seja possível criar mais de 120 lugares de estacionamento, ao contrário das outras soluções (que na sua grande maioria não chega aos 100 lugares). A solução de estacionamento longitudinal também apresenta resultados satisfatórios, mas a sua escolha acarreta vários inconvenientes, nomeadamente dificuldades acrescidas nas manobras de estacionamento, uso ineficiente do espaço da via e o facto de o acesso aos veículos se fazer pelas faixas de circulação, obrigando os ocupantes a terem mais atenção ao sair ou entrar no veículo. De salientar que os resultados obtidos foram apenas utilizados como ponto de partida para a definição da futura esquematização do parque de estacionamento pelo que não consideram os valores referentes aos

restantes elementos físicos do mesmo. Sendo assim, a configuração da solução proposta obedece aos princípios geométricos gerais que a seguir se descrevem e justificam.

4.3.1 LUGARES DE ESTACIONAMENTO

Os **lugares de estacionamento** deverão ter dimensões mínimas, em planta, de $2,25 \times 5 \text{ m}^2$ e serão dispostos perpendicularmente à faixa de circulação, de forma a otimizar o espaço disponível. Os valores referidos no ASVV Manual e em TET, indicados no Quadro 3.6 apresentado em 3.1.3, são respectivamente $2,25 \times 5 \text{ m}^2$ e $2,3 \times 4,6 \text{ m}^2$.

Neste projecto, a dimensão dos lugares de estacionamento será de $2,5 \times 5 \text{ m}^2$. Apesar dos valores recomendados, pelos manuais consultados, serem inferiores, optou-se pela utilização de lugares com maiores dimensões, particularmente no que diz respeito à largura. Esta escolha teve como principal razão o facto de neste projecto não serem dimensionados os elementos referentes à estrutura do edifício (pilares, paredes, lajes, etc.). Assim, as dimensões dos lugares podem ser posteriormente ajustadas sem grande prejuízo de capacidade do parque de estacionamento.

4.3.2 ENTRADAS E SAÍDAS

A localização das **entradas e saídas** será no piso térreo, na fachada de 45 m contígua à Rua X, devido às imposições referidas no início do capítulo. A entrada será localizada antes da saída de forma a impedir que haja “cruzamentos” no arruamento entre os veículos que saem do parque e os que entram. O acesso de entrada de veículos irá ser realizado por duas faixas, aumentando a capacidade de espera na entrada do parque, fazendo assim com que o tráfego viário e pedonal que circula na Rua X não seja afectado, principalmente nos períodos de maior afluência. No caso da saída, a capacidade de espera será inferior pois apenas foi considerada uma faixa. Os problemas que possam surgir em horas de ponta não irão afectar os veículos e pessoas que circulam no arruamento exterior e, além disso, minimizam-se os pontos de conflito entre os veículos que saem do parque e os que circulam na rua, sendo menores do que no caso em que haja duas faixas de saída.

Os raios internos de entrada serão de 6 m e os de saída serão de 3,5 m, valores estes aconselhados pelo ASVV Manual. Na entrada adoptam-se valores maiores para os raios já que facilitam a inserção dos veículos e consequentemente contribuem para uma circulação mais fluida dos veículos. Por outro lado, a saída dever-se-á realizar com velocidade mais reduzida pelo que é aconselhável que os raios sejam menores de forma a dificultar a inserção dos veículos e consequentemente obrigar à prática de menores velocidades. Além disso, e com base no mesmo manual, a largura das faixas de acesso, tanto para a entrada como para a saída, será de 2,4 m e a largura do passeio onde se irão encontrar os equipamentos de gestão (barreiras e máquinas de entrada/saída) terá 1 m. Como raio exterior para as faixas de entrada adoptou-se o valor de 12 m. Com a utilização destes valores as entradas e saídas do parque de estacionamento fazem-se por acessos amplos, tornando-se cómodas para qualquer utilizador.

4.3.3 VIAS DE CIRCULAÇÃO

As **faixas de circulação** serão de sentido único e terão no mínimo 5 m de largura. Esta largura é suficiente para canalizar o tráfego num único sentido e fazer com que as manobras dos veículos para a entrada e saída dos lugares possam ser feitas com facilidade e segurança. No presente projecto, as faixas de acesso aos lugares de estacionamento terão uma largura de 6 m nos casos em que existe

estacionamento em um ou em ambos os lados dessa mesma faixa. Este valor poderá ser sujeito a alterações devido à localização dos caminhos de evacuação, mas não sendo nunca inferior aos 5 m de largura mínima referidos. Nos casos em que não existe estacionamento, esta largura poderá ter valores mínimos de 3 m.

Os raios de curvatura em todos os caminhos de circulação serão os sugeridos pelo ASVV Manual: o raio interior mínimo utilizado será de 4,5 m e o exterior igual a 9 m.

As **rampas** de ligação entre os diferentes pisos serão rectas e tal como as faixas de circulação terão apenas um sentido de circulação. A utilização de rampas helicoidais não será equacionada por estas não garantirem os mesmos níveis de conforto e segurança aos condutores e, além disso, a geometria e características do parque não incentivam o uso destas. Os valores sugeridos em TET indicam que as rampas rectas devem ter um declive não superior a 17% e uma largura superior a 2,80 m.

A **altura livre** mínima de cada piso deverá ser, segundo o ASVV Manual, de 2,30m, tendo como valor mínimo 2,10 m. Em TET sugere-se que o piso térreo deverá ter uma altura livre mínima de 2,70 m e 2,30 m nos restantes pisos. Neste projecto será considerada uma altura livre entre cada piso de 2,30 m, sendo a altura total de cada piso de 2,80 m, considerando-se assim uma parcela de 0,50 m para a estrutura.

4.3.4 CAMINHOS DE EVACUAÇÃO

Os **caminhos de evacuação** deverão ter, no mínimo, 1 m de largura livre de circulação e uma altura livre de 2 m. De acordo com Art.12º do Regulamento de Segurança contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos, a largura de passagem ao longo das passadeiras (caminhos de evacuação) deve ser livre de qualquer obstáculo até à altura de 2 m e ter no mínimo 0,90 m de largura não comprometida pela abertura de portas. A saída para o exterior dos pisos ou sector deve ser feita por escadas, mas nos casos em que existe ligação directa por rampa com o exterior, a evacuação pode ser feita por passeio, marginando a rampa, de largura não inferior a 0,90 m e sobrelevado de, pelo menos, 0,08m em relação à rampa. Em cada piso, o número de saídas para o exterior deve ser calculada de maneira a que a distância a percorrer ao longo das passadeiras de circulação pedonais entre qualquer ponto do piso ou sector e uma saída não exceda 40 m, no caso de haver um percurso alternativo para outra saída, nem exceda 25 m no caso contrário (Art.13º - Regulamento de Segurança contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos).

4.3.5 ESCADAS E ELEVADORES

A colocação de **escadas** e de **ascensores** no interior do parque deve permitir que estes sirvam todos os pisos. Segundo o Art.14º do Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos, os parques com dois ou mais pisos devem dispor de escadas protegidas, enclausuradas ou não enclausuradas. A colocação dos elevadores torna-se obrigatória em parques com quatro ou mais pisos, segundo o Art.24º do mesmo regulamento. A localização das escadas deve permitir que as distâncias anteriormente referidas para os caminhos de evacuação sejam satisfeitas.

As escadas devem ser dimensionadas tendo em conta as normas técnicas para melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada, contempladas no anexo do Decreto-Lei nº163/2006, de 8 de Agosto. A largura dos lanços, a largura dos patamares e a sua profundidade devem ser superiores a 1,2 m, segundo a lei em vigor. Os degraus devem ter um cobertor e um espelho com dimensões não inferiores a 0,28 m e não superiores a 0,18 m, respectivamente. As escadas devem

possuir corrimãos contínuos ao longo dos lanços e em ambos os lados, ao vencerem desníveis superiores a 0,4 m. O Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos que, para além de alguns destes aspectos, salienta ainda que as escadas não devem ter um declive superior a 78%, o número de degraus por lanço deve estar compreendido entre 3 e 25 e a altura livre das escadas deve ser no mínimo de 2 m. As portas das escadas devem ser de batente, de fecho automático, abrindo no sentido da saída proporcionando assim uma rápida evacuação em situações de emergência. Assim, no piso da entrada/saída, a porta abrirá no sentido de saída da caixa de escadas e nos pisos superiores no sentido de entrada na caixa de escadas.

Os elevadores, verificando as normas de acessibilidade, devem ser munidos de uma porta de correr horizontal com movimento automático que deixe uma largura útil de entrada de 0,8 m segundo a legislação aplicável e devem conter uma cortina de luz *standard* que imobilize as portas e o andamento da cabina. As dimensões interiores, segundo a legislação em vigor, não devem ser inferiores a 1,1 m de largura e a 1,4 m de profundidade. Os patamares diante das portas devem ter dimensões que permitam inscrever zonas de manobra, de uma pessoa em cadeira de rodas, para a rotação de 360°, ou seja, num diâmetro de 1,5 m. De referir ainda que, segundo o Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos, um dos elevadores deve ser destinado a uso exclusivo por parte dos bombeiros em caso de incêndio, tendo por isso que obedecer aos critérios descritos nesse regulamento. Ficam obviamente por analisar alguns detalhes de acessibilidade (altura dos corrimões, dos dispositivos de comando dos elevadores, entre outros), tanto para o dimensionamento das escadas como dos elevadores, cujas normas referidas aconselham e que certamente serão aplicados num projecto deste tipo.

4.3.6 EXIGÊNCIAS ESPECIAIS

O número de lugares de estacionamento reservados para **pessoas de mobilidade reduzida** será de quatro unidades de acordo com a legislação em vigor (Decreto-Lei nº163/2006, de 8 de Agosto), localizados ao longo do percurso mais curto até à entrada/saída do espaço de estacionamento. Estes lugares devem ter uma largura útil não inferior a 2,5 m, com uma faixa lateral de acesso de largura não inferior a 1 m e um comprimento útil não inferior a 5 m. No caso de serem contíguos a faixa de acesso lateral pode ser partilhada por ambos os lugares. Segundo a mesma legislação, os percursos pedonais devem ter em todo o seu desenvolvimento um canal de circulação contínuo e desimpedido de obstruções com uma largura não inferior a 1,2 m, medida ao nível do pavimento.

4.3.7 INSTALAÇÕES

No piso térreo serão criadas **instalações** para serem usadas pelos funcionários do parque e instalações sanitárias de uso público. O compartimento dos funcionários estará localizado perto do local de entrada ou de saída, com boa visibilidade para os acessos do parque de estacionamento. Assim permite-se uma rápida intervenção em caso de avarias dos equipamentos de gestão do parque ou em caso de necessidade de auxílio aos utilizadores e criam-se condições adequadas de vigilância. As instalações sanitárias serão localizadas também no piso térreo, em locais acessíveis e facilmente identificáveis de modo a não obrigar os utilizadores a percorrerem distâncias longas ou desnecessárias. De referir ainda que para estas instalações não foram inicialmente arbitradas quaisquer dimensões, uma vez que estas estarão sempre dependentes do espaço disponível, embora devam garantir a comodidade dos utilizadores.

4.4 CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA

Na elaboração deste projecto foram estudadas duas soluções alternativas que irão ser apresentadas, analisadas e comparadas no presente capítulo. A primeira, solução A, corresponde a um parque de estacionamento com pisos completos e a segunda, solução B, compreende pisos parciais alternados (“meios pisos”). As duas soluções terão o mesmo tipo de equipamentos para os utentes e funcionários do parque, havendo apenas algumas diferenças na localização dos mesmos por imposição dos esquemas de circulação que obviamente irão ser diferentes para os dois casos estudados.

Qualquer uma das soluções cumpre os princípios geométricos acima enunciados e para cada uma serão apresentadas as várias etapas da sua elaboração.

4.4.1 SOLUÇÃO A

4.4.1.1 Lugares de estacionamento

Como já foi referido os lugares de estacionamento serão perpendiculares às faixas de circulação e irão dispor de $2,5 \times 5 \text{ m}^2$, estando a sua disposição de acordo com o ilustrado na figura 4.1.

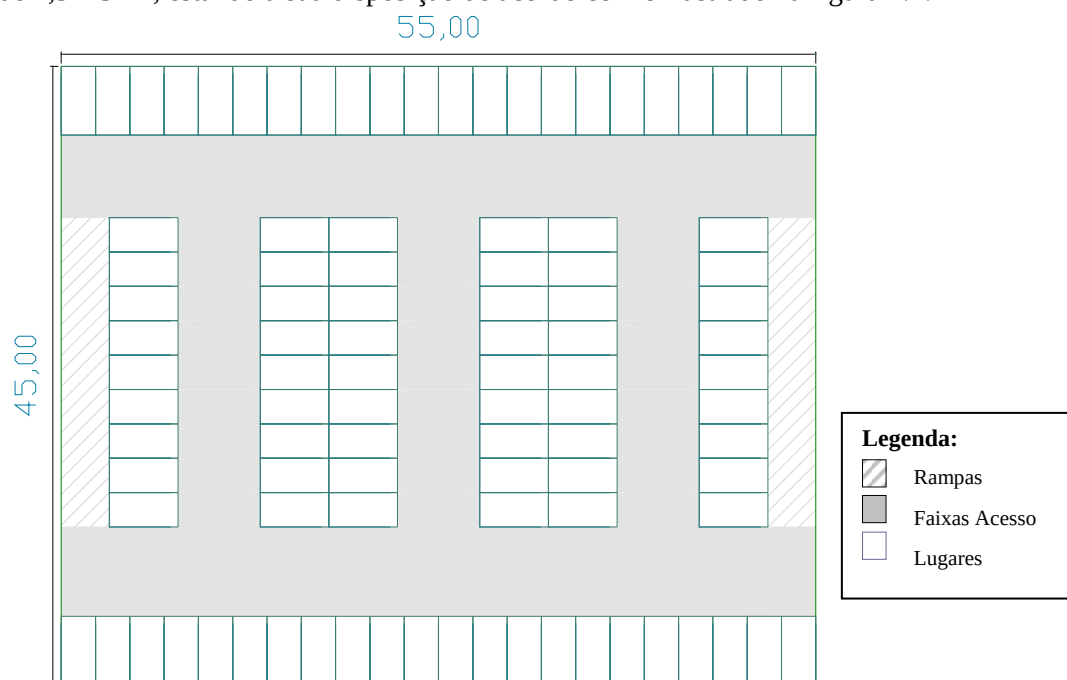


Fig. 4.1 – Esquema base – Solução A

Com esta disposição será possível obter uma capacidade de 98 lugares por piso. Obviamente este número não será definitivo pois nesta primeira análise foram apenas admitidas as áreas correspondentes às faixas de circulação (acrescentado em 1 m de largura para caminhos de evacuação) e às rampas. Sendo assim, com a colocação dos restantes elementos do parque de estacionamento, o número de lugares irá certamente diminuir, principalmente no que diz respeito aos lugares do primeiro piso onde o espaço ocupado pelas entradas e saídas é significativo.

4.4.1.2 Entradas e Saídas

A entrada realiza-se por duas faixas de acesso com um comprimento de espaço de espera no interior do parque de aproximadamente 10 m em cada uma das faixas. Desta maneira consegue-se uma capacidade de espera no interior do edifício de quatro veículos. Na saída o espaço de espera no interior do parque será igualmente de 10 m, correspondendo no entanto, a apenas dois veículos, dado a existência de uma só faixa. Na figura 4.2, onde se representa apenas o piso inferior do parque, é possível identificar a localização das entradas e saídas, bem como a localização da Rua X.

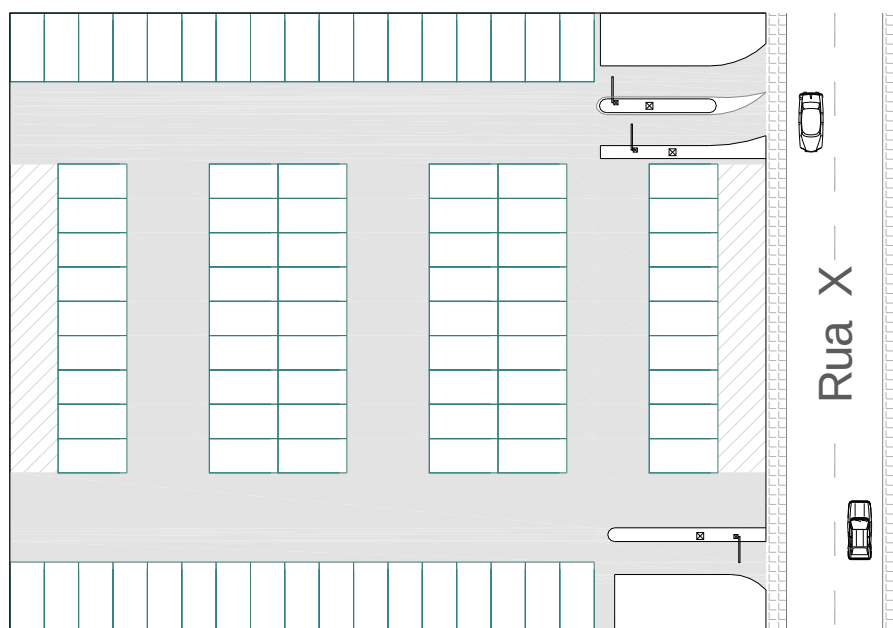


Fig. 4.2 – Localização da entrada e saída – Solução A

Tendo em conta os valores referidos nos Princípios Geométricos e a geometria da solução apresentada, o traçado curvilíneo que estas apresentam obrigam os condutores a reduzir as velocidades fazendo assim com que haja maior segurança, principalmente na circulação pedonal.

4.4.1.3 Vias de circulação

Nesta solução optou-se por usar rampas rectas separadas paralelas (Secção 3.1.2), sendo que as rampas de subida se situam no lado adjacente ao da entrada/saída e as de descida no extremo oposto. O esquema de circulação proposto, representado na figura 4.3, juntamente com o posicionamento das rampas nos extremos, permite uma boa gestão das vagas existentes em cada piso. Assim, a passagem dos veículos de um piso para outro será apenas possível após o varrimento do mesmo. Por outro lado, na descida, o trajecto torna-se mais curto pois a circulação apenas se efectua em metade do piso.

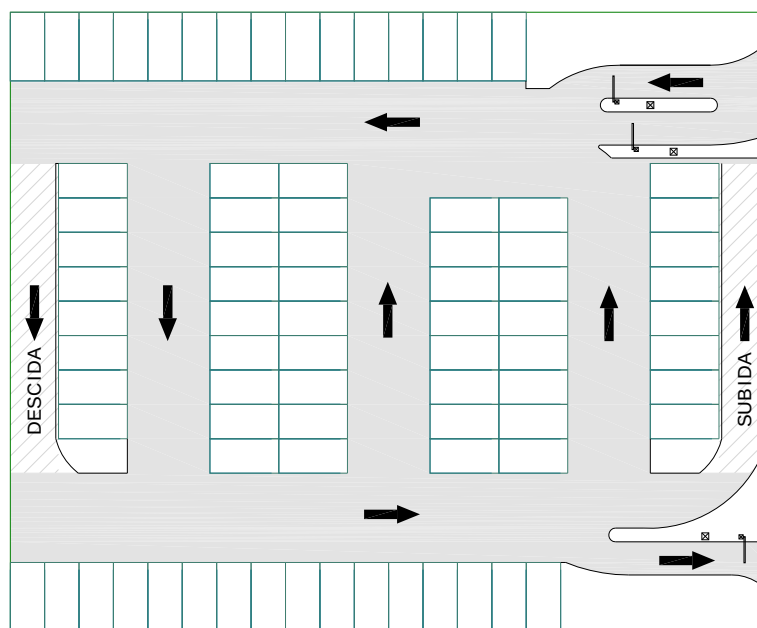


Fig. 4.3 – Esquema de circulação – Solução A

A figura 4.3 retrata apenas o piso das entradas/saídas dado que nos restantes pisos a circulação é idêntica. A utilização dos valores mencionados nos Princípios Geométricos, referentes aos raios de curvatura, obrigou à eliminação de alguns lugares de estacionamento em todos os pisos, principalmente nos extremos das rampas. No entanto, tanto no último piso como no piso térreo este ajuste só foi considerado num dos extremos das rampas visto estes pisos só serem servidos por duas rampas.

Nas rampas foi utilizada uma largura de 3,30 m. Apesar dos valores recomendados em TET apontarem para os 2,80 m, como estas se situam nos extremos será necessário deixar uma margem que poderá ser útil para a incorporação das paredes. O comprimento em planta das rampas é cerca de 22,5 m, pelo que para vencer um desnível de 2,80 m (valor que resulta de se considerar um altura livre de 2,30 m e uma altura de 0,50 m para a estrutura), será necessário um declive de 12,4%. Para inclinações de rampas superiores a 11% o ASVV Manual aconselha que estas sejam suavizadas nos extremos num comprimento em planta de 2,75 m. Assim, a inclinação final das rampas será de 8% nos extremos ao longo de 3 m (em planta) e de 14% no ramo intermédio, com aproximadamente 16,5 m de extensão longitudinal.

4.4.1.4 Escadas e elevadores

Para esta solução foram projectados duas caixas de escadas e dois elevadores. A localização das escadas teve como principal referência o enunciado no Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos. Quanto aos elevadores, não havendo legislação acerca do seu posicionamento, optou-se pela sua colocação na proximidade das caixas de escadas, de maneira a uniformizar os locais de acessos pedonais aos diferentes pisos. Estes equipamentos serão usados para que os utentes que estacionam os veículos nos pisos superiores possam ter acesso a esses pisos por uma zona independente do trajecto dos veículos. Devido às dimensões do parque, serão utilizados dois

pontos de entrada/saída para peões em cada piso. A sua localização será em extremos opostos (ver Fig. 4.4), para que os 40 m de distância a percorrer até às saídas de cada piso, exigidos na legislação, sejam cumpridos a partir de qualquer ponto do mesmo. Assim, considera-se ainda que a caixa de escada deve ser protegida e enclausurada, respeitando a legislação vigente, servindo assim como local de evacuação dos pisos superiores.

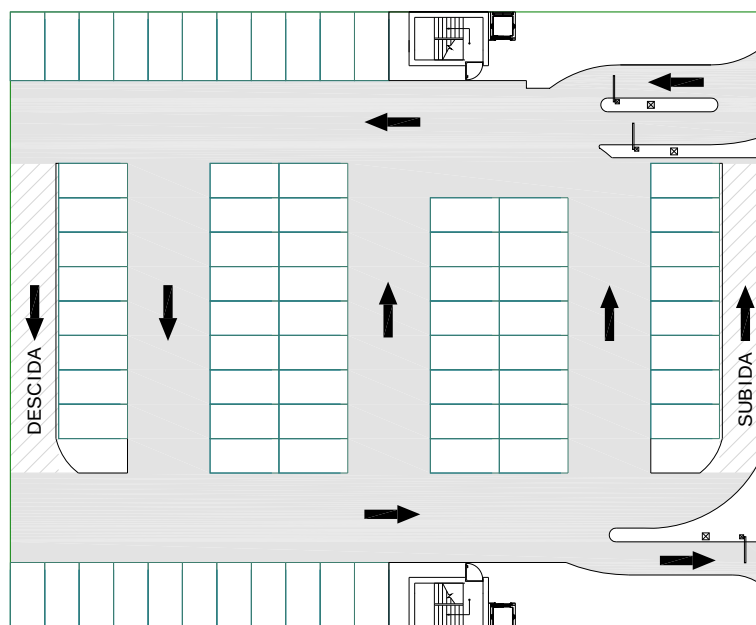


Fig. 4.4 – Localização das escadas e elevadores – Solução A

Mais uma vez, a figura representa apenas o piso inferior sendo que, nos restantes pisos a localização das escadas e dos elevadores é a mesma. As duas caixas de escadas representadas terão a mesma configuração, sendo munidas de dois lanços com 8 degraus cada e um patim entre os patamares superiores e inferiores. A largura dos lanços será de 1,5 m e a largura dos patamares de 1,4 m com uma profundidade de 3,20 m. Os degraus, com dimensões constantes, terão um cobertor de 0,30 m e um espelho de 0,175 m. As escadas possuirão corrimãos contínuos ao longo dos lanços e em ambos os lados, pois estas vencem desníveis superiores a 0,4 m. O declive das escadas presentes neste projecto é aproximadamente de 67,8%. As portas das escadas, com uma largura de 1,15 m, satisfazendo as normas, serão de batente, de fecho automático, abrindo no sentido da saída proporcionando assim uma rápida evacuação em situações de emergência.

Os elevadores, verificando as normas de acessibilidade, são munidos de uma porta de correr horizontal com movimento automático que deixa uma largura útil de entrada de 0,90 m. As dimensões interiores têm 1,4 m de largura e 1,4 m de profundidade e os patamares diante das portas permitem inscrever zonas de manobra, de uma pessoa em cadeira de rodas.

Todos os valores referidos satisfazem as normas descritas nos Princípios Geométricos.

4.4.1.5 Caminhos de evacuação

A circulação dos peões dentro do parque de estacionamento deve ser feita através dos caminhos de evacuação. Na elaboração do seu traçado teve-se em consideração os valores enunciados nos Princípios Geométricos. Com uma largura de 1 m, não comprometida pela abertura de portas, e com uma altura livre de pelo menos 2 m, estes caminhos serão devidamente sinalizados através de pintura no pavimento, tal como ilustrado nas figuras 4.5 e 4.6.

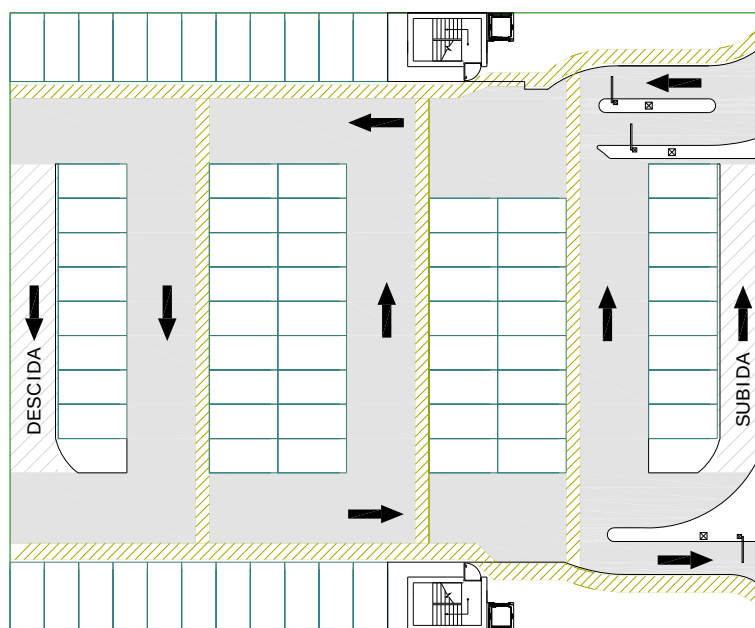


Fig. 4.5 – Caminhos de evacuação no piso inferior – Solução A

Na figura 4.5 estão representados os caminhos de evacuação do piso 0. Com este esquema de circulação, os atravessamentos das faixas de acesso estarão perfeitamente localizados, garantindo-se assim boa visibilidade tanto para os peões como para os condutores. Inicialmente, durante a elaboração deste esquema, admitiu-se a omissão do atravessamento da faixa de circulação posterior à rampa da descida, bem como o atravessamento imediatamente a seguir ao local de entrada dos veículos no parque de estacionamento, por motivos de segurança dado a localização das mesmas (imediatamente após a entrada e na proximidade de uma rampa de descida). No entanto, esta situação foi ponderada tendo-se optado pela colocação das referidas zonas de atravessamento uma vez que a velocidade de circulação dos veículos é particularmente reduzida. Como já foi referido, a distância de saída para o exterior entre qualquer ponto do piso, percorrendo as passadeiras de circulação, deve ser no máximo 40 m. Neste piso, essa distância será de 55 m aproximadamente, correspondendo precisamente ao comprimento da maior fachada do edifício. Tendo em conta que os locais de acesso ao parque de estacionamento são bastante amplos e que existe um caminho livre de carros, com 20 m, entre os locais de acesso e a caixa de escadas, o valor apresentado não apresenta grandes inconvenientes. As escadas, apesar de não terem saída directa para o exterior, como aconselhado pelo Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos, estão próximas da saída, facilitando o seu acesso. A saída (/entrada) para o exterior (/interior) do parque, será feita através de passeios com uma altura de 0,10 m que marginam os canais de acesso dos veículos. Neste parque não estão previstas portas para o exterior, pelo que os acessos do parque se efectuem através de

uma zona aberta igualmente destinada à entrada e saída dos veículos. Segundo o mesmo regulamento, nos casos em que a entrada ou saída de veículos estejam guarnecidas com portões, a saída directa dos passeios deve ser realizada através de uma porta de batente, de fecho automático. Como já se referiu a situação apresentada não dispõe de qualquer portão, assegurando assim uma eficaz evacuação em situações de emergência.

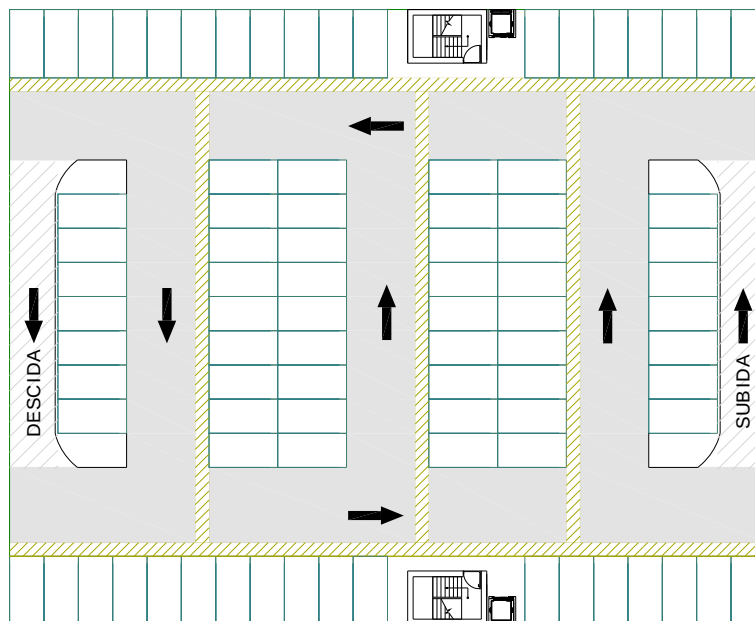


Fig. 4.6 – Caminhos de evacuação nos pisos superiores – Solução A

Na figura 4.6, referente aos pisos superiores, estão representados os caminhos de evacuação dos utilizadores do parque. Estes percursos são claros e directos, qualquer que seja o destino dos utentes. Também neste caso, se ponderou a omissão dos atravessamentos pedonais das faixas de circulação localizadas nas proximidades das rampas (após as rampas de descida e de subida no sentido do movimento dos veículos), que não se veio a verificar pelas razões acima referidas. O trajecto pedonal, ao longo das passadeiras de circulação, está de acordo com a legislação em vigor pois a sua distância será no máximo de 40 m entre o lugar mais afastado e ponto de saída de cada piso (escadas).

4.4.1.6 Exigências Especiais

De modo a garantir a acessibilidade ao parque para todo o tipo de utentes foram reservados quatro lugares de estacionamento para utilizadores em que um dos ocupantes seja uma pessoa com mobilidade condicionada. Estes lugares de estacionamento situam-se todos no piso térreo do parque, num local próximo da saída dos veículos e dos acessos pedonais ao parque, de modo a minorar as distâncias a percorrer e a aumentar a segurança de utilização do parque por parte destes utentes. Para além dos lugares de estacionamento, foram projectadas duas rampas de acesso aos passeios pedonais de acesso ao exterior do edifício, que marginam os acessos dos veículos. Na figura 4.7 estão representados os lugares reservados para as pessoas de mobilidade condicionada, as faixas de acesso a esses lugares e as rampas.

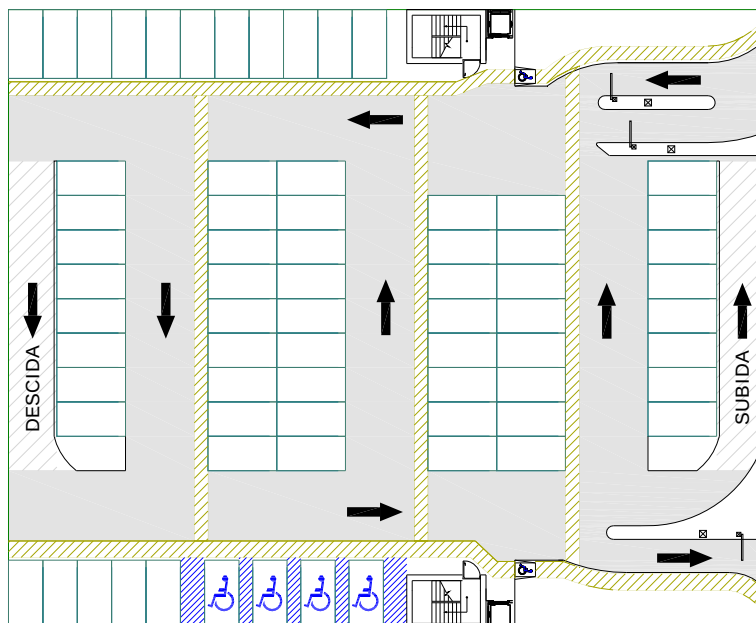


Fig. 4.7 – Exigências especiais – Solução A

As dimensões dos lugares de estacionamento são $2,5 \times 5 \text{ m}^2$ e as faixas de acesso entre os lugares têm uma largura de 1 m, como descrito nos Princípios Geométricos. A utilização de lugares contíguos faz com que a faixa de acesso aos lugares seja partilhada pelos dois lugares adjacentes. Nos extremos da área reservada a estes lugares de estacionamento, as faixas de acesso aos mesmos têm uma largura de 1,75 m. Os caminhos de evacuação de acesso aos lugares de estacionamento para pessoas com mobilidade condicionada serão aumentados, de maneira a que o canal de circulação seja contínuo e livre de obstruções com uma largura de 1,2 m medida ao nível do solo. A colocação das rampas nos dois extremos teve como objectivo permitir que o acesso de pessoas em cadeira de rodas possa ser feita pelos caminhos pedonais existentes. As suas dimensões serão de 1 m de largura e um comprimento em planta de 1,5 m. Para vencer o desnível do passeio de 0,10 m necessitam de uma pequena rampa com um declive de aproximadamente 6,7%, valor compatível com a legislação vigente.

4.4.1.7 Instalações

No piso 0, foram criadas instalações para serem usadas pelos funcionários do parque e instalações sanitárias de uso público. O compartimento dos funcionários será localizado perto do local de saída, com boa visibilidade sobre os acessos do parque de estacionamento. Assim permite-se uma rápida intervenção em caso de avarias dos equipamentos de gestão do parque ou em caso de necessidade de auxílio por parte dos utilizadores e criam-se condições adequadas de vigilância. As instalações sanitárias serão localizadas em extremos opostos, num lado perto da caixa de escadas e no lado oposto junto ao compartimento dos funcionários. A figura 4.8 apresenta a localização das instalações referidas.

4.4.2 SOLUÇÃO B

4.4.2.1 Lugares de estacionamento

Tendo em conta que esta solução será de pisos parciais alternados, ter-se-á uma disposição dos lugares como demonstra a figura 4.9.

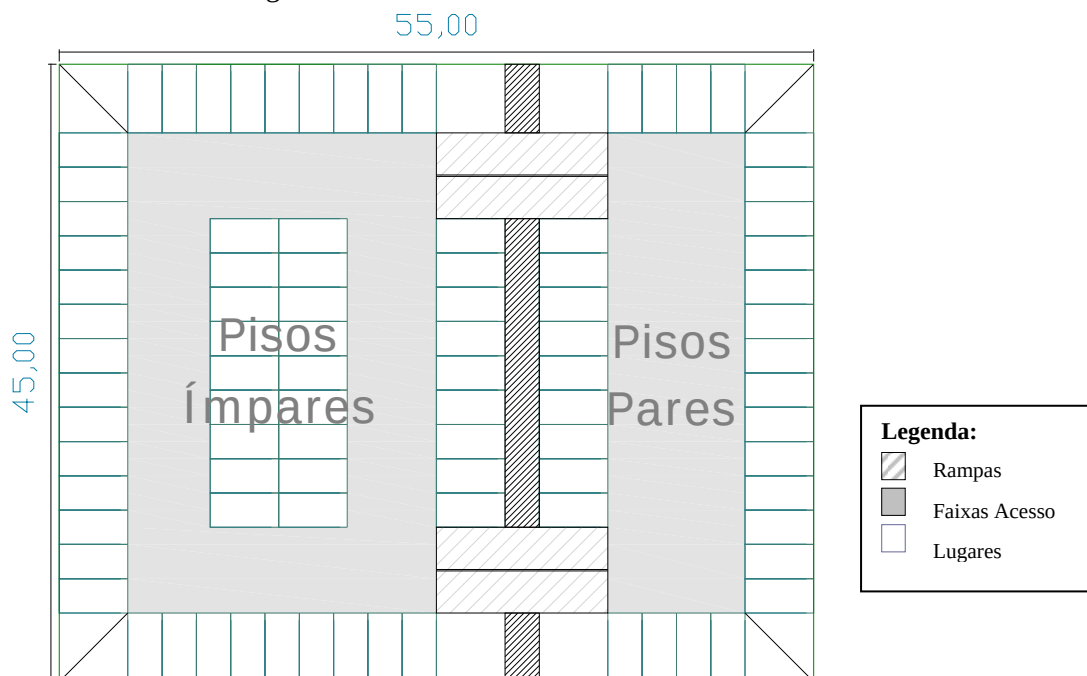


Fig. 4.9 – Esquema base – Solução B

Nesta solução foi dada uma área menor para os pisos pares (pisos sobrepostos ao piso da entrada/saída) de modo a minorar a perda de lugares no piso térreo pela colocação das entradas e saídas dos veículos. Com esta configuração é possível obter uma capacidade de 90 lugares por “piso completo”, divididos em 31 lugares para cada piso par e 59 para cada piso ímpar. Esta primeira análise é feita admitindo apenas o espaço ocupado pelas faixas de circulação e pelas rampas.

4.4.2.2 Entradas e Saídas

A entrada permitirá um comprimento de fila de espera um pouco inferior ao da solução A, apresentando apenas 9 m em cada uma das faixas de entrada. No entanto, este valor não irá diminuir a capacidade de armazenamento de veículos na fila de espera, pois neste caso também será de 4 veículos. Quanto à saída, canalizada apenas por uma faixa de circulação, terá uma capacidade de espera de dois veículos, idêntica à capacidade da solução A. Na figura 4.10, representa-se o posicionamento das entradas e das saídas dos veículos e a localização da rua X, para a solução em estudo.

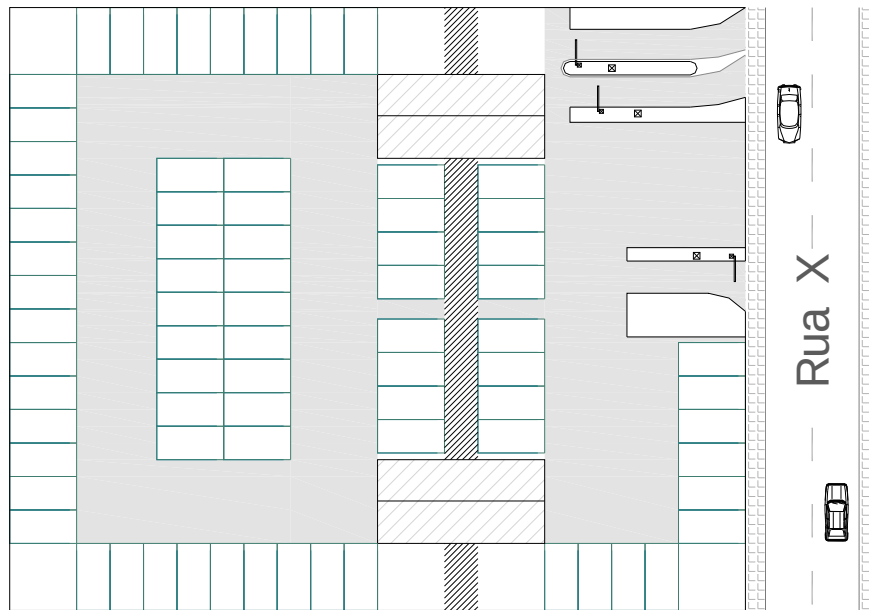


Fig. 4.10 – Localização das entradas/saídas – Solução B

Por observação do esquema e tendo em conta que os valores apresentados nos Princípios Geométricos são comuns às duas soluções, facilmente se depreende que em termos de funcionalidade e acessibilidade estamos perante um esquema de entrada/saída bastante idêntico ao apresentado na solução A.

4.4.2.3 Vias de circulação

O tipo de rampas é idêntico ao proposto na solução A, rampas rectas separadas paralelas, mas com a diferença de que estas fazem a ligação entre dois meios pisos. As rampas localizam-se lateralmente, junto aos extremos, e juntamente com o esquema de circulação proposto permitem um trajecto inter-piso, tanto de entrada como de saída, bastante curto. Os esquemas de circulação para os pisos intermédios e para o piso do acesso ao parque são apresentados na figura 4.11 e 4.12, respectivamente.

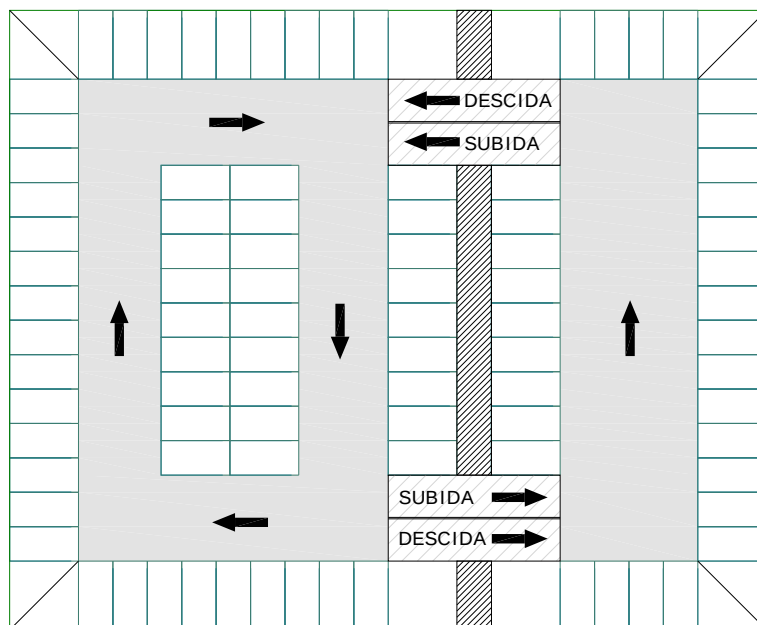


Fig. 4.11 – Esquemas de circulação pisos intermédios – Solução B

A circulação nos pisos intermédios faz-se concêntricamente, sendo que a trajectória dos veículos que sobem e que descem se faz pela mesma faixa de acesso. Para uma melhor interpretação da figura o trajecto entre um piso par e um piso ímpar superior faz-se pela rampa de subida colocada no extremo contíguo à entrada dos veículos no parque, e entre um piso ímpar e um piso par superior faz-se pela rampa de subida no extremo oposto. O trajecto de descida faz-se nos mesmos moldes, ou seja, o trajecto entre um piso par e um piso ímpar inferior faz-se pela rampa de descida contígua à zona de entrada dos veículos e entre um piso ímpar e um piso par inferior pela rampa de descida oposta.

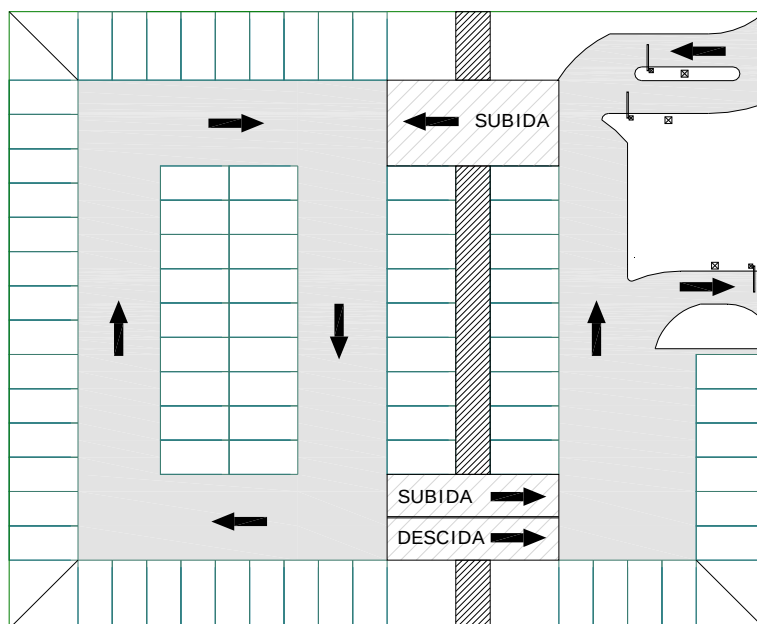


Fig. 4.12 – Esquema de circulação piso inferior – Solução A

No piso térreo e no piso ímpar adjacente, a circulação será feita como demonstra a figura 4.12. Neste caso, e tendo em conta a inexistência de um piso inferior ao piso térreo, a rampa de subida entre o piso da entrada e o piso superior terá o dobro da dimensão das outras rampas permitindo assim uma maior margem de manobra para os veículos que entram no parque ou para aqueles que circulam no piso térreo e que queiram retomar o trajecto de subida (por falta de lugares neste piso). De referir também que no último piso, por não existirem as rampas de acesso a pisos superiores, o espaço ocupado pela rampa de subida e pela rampa de descida desses pisos será ocupado por mais dois lugares de estacionamento.

As faixas de circulação foram dimensionadas para que as larguras, as alturas livres e os raios de curvatura respeitem o enunciado nos Princípios Geométricos. No entanto, por haver disponibilidade de espaço livre e para garantir melhores acessos às rampas, a largura das faixas de acesso no circuito principal será de 6,5 m nos pisos ímpares e de 10 m nos pisos pares, não contando com o piso térreo devido às limitações físicas impostas pela entrada/saída.

Nas rampas, a largura livre disponível é de 6,75 m para cada conjunto de duas rampas. Como já foi referido, cada rampa deve ter no mínimo 2,80 m de largura, existindo assim uma margem para a incorporação da estrutura tal como na solução A. No entanto, para esta solução valores inferiores a 3 m não devem ser admitidos, para que as manobras dos veículos se possam processar convenientemente. O comprimento em planta das rampas será de 12,5 m pelo que para vencer um desnível de 1,40 m (correspondente a meio piso) será necessário um declive de 11,2%. Assim, nesta solução não é necessário suavizar as rampas nas extremidades, pois o valor é praticamente idêntico ao limite imposto pelo ASVV Manual (11%).

4.4.2.4 Escadas e elevadores

Nesta solução o número de caixas de escadas e de elevadores será igual ao da solução A, ou seja, duas caixas de escadas e dois elevadores. A localização das escadas será em dois locais distintos, uma mais centralizada e outra num dos cantos do edifício. A caixa de escadas central, servirá tanto os pisos pares como os piso ímpares e a outra apenas servirá os pisos pares (sobrepostos ao piso de entrada/saída). As escadas estarão localizadas de modo a satisfazer as distâncias referidas nos Princípios Geométricos para os caminhos de evacuação. Os elevadores serão colocados junto à caixa central, sendo que um deles percorrerá os pisos ímpares e o outro acompanhará os pisos pares. A localização destes elementos está representada na figura 4.13.

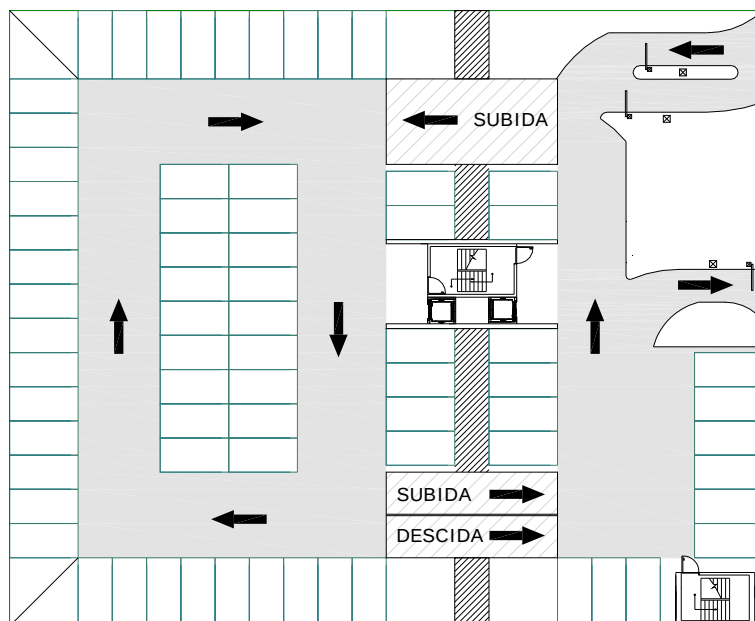


Fig. 4.13 – Localização das escadas e elevadores – Solução B

Esta figura representa apenas os pisos inferiores, sendo que nos restantes pisos a sua localização será a mesma. As escadas localizadas na extremidade do edifício terão as mesmas dimensões das apresentadas na solução A e as escadas centrais diferem apenas na largura dos patamares. Sendo assim esta largura será de 2 m, criando assim um espaço mais amplo sem prejuízo do número de lugares de estacionamento e tendo em conta que a afluência destas escadas deverá ser maior do que nos outros casos devido à sua localização. Ambas as caixas de escadas satisfazem a legislação em vigor tal como foi apresentado nos Princípios Geométricos.

Os elevadores e os patamares diante das portas terão os mesmos requisitos de acessibilidade dos apresentados na solução A. As suas dimensões interiores serão de 1,4 m de largura e 1,4 m de profundidade. Os patamares diante das portas serão amplos permitindo inscrever zonas de manobras de uma pessoa de cadeira de rodas num diâmetro de 1,5 m.

4.4.2.5 Caminhos de evacuação

Nesta solução os caminhos de evacuação foram igualmente dimensionados segundo os princípios retratados na solução anterior. Nas figuras seguintes (Fig. 4.14 e Fig. 4.15) são apresentados os esquemas propostos para os caminhos de evacuação, com 1 m de largura e com uma altura livre de pelo menos 2 m.

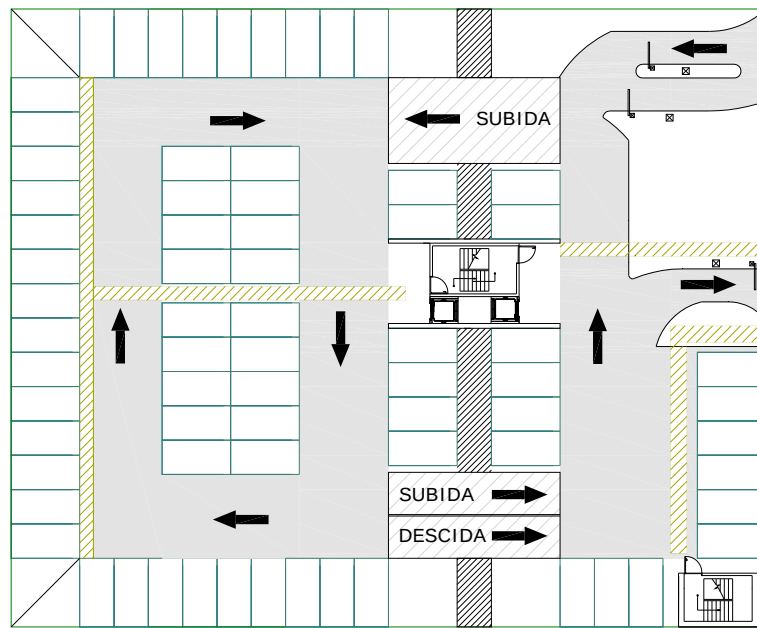


Fig. 4.14 – Caminhos de evacuação piso inferior – Solução B

Nesta figura estão representados os caminhos de evacuação do piso de entrada/saída e do “meio piso” superior. Com este esquema, os atravessamentos das faixas de acesso são minimizados e perfeitamente localizados. Ao invés da solução A, no piso térreo, os 40 m de distância a percorrer pelos percursos pedonais sugeridos pela legislação são satisfeitos. Os locais de acesso pedonal do parque estão localizados em duas zonas diferentes, a jusante e a montante do local de saída dos veículos, como demonstra a figura 4.15. Assim, a saída e a entrada pedonal será, tal como em A, feita por passeios com uma altura de 0,10m que marginam o canal de saída dos veículos.

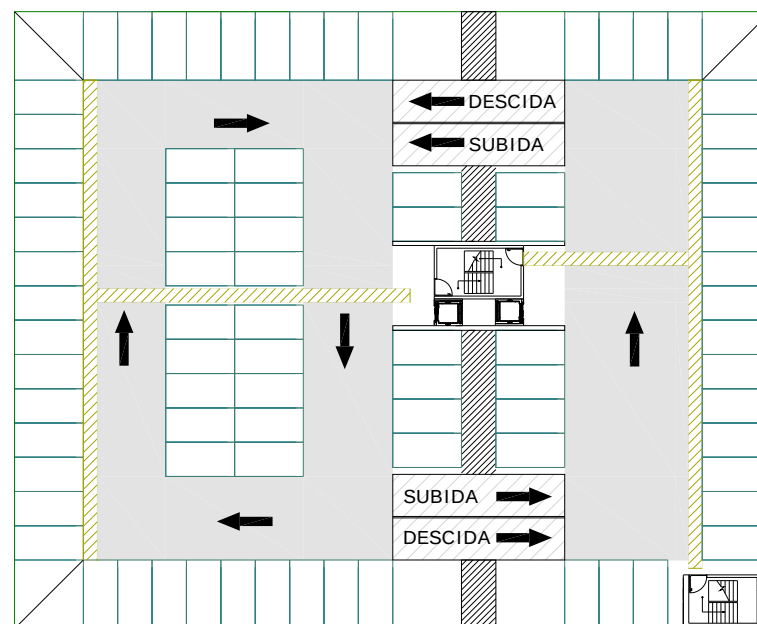


Fig. 4.15 – Caminhos de evacuação pisos superiores – Solução B

Nesta figura estão representados os caminhos de evacuação dos pisos superiores. O esquema de circulação é bastante idêntico ao apresentado anteriormente, sendo que neste caso o trajecto pedonal, ao longo das passareiras de circulação, também é inferior ao estipulado na legislação em vigor. De referir ainda que, com estes esquemas é possível afastar os peões das rampas proporcionado assim uma boa visibilidade a estes e aos condutores.

4.4.2.6 Exigências Especiais

Nesta solução foram reservados quatro lugares de estacionamento para utilizadores em que um dos ocupantes seja uma pessoa de mobilidade condicionada, num local adjacente ao local de saída dos veículos, obviamente situado no piso térreo. Para além destes lugares de estacionamento, e tal como na solução A, foram projectadas duas rampas de acesso aos passeios pedonais onde se localizam os acessos pedonais do parque. Na figura 4.16, referente ao piso térreo, estão identificados a posição dos lugares e das faixas de acesso aos mesmos e o posicionamento das rampas.

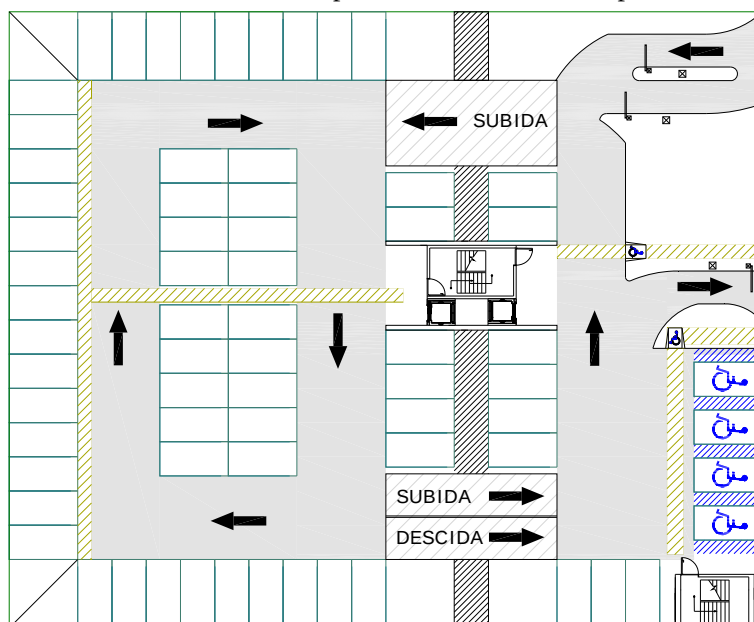


Fig. 4.16 – Exigências especiais – Solução B

As dimensões dos lugares, das faixas de acesso e das rampas, satisfazem os requisitos de acessibilidade impostos pela legislação em vigor. Os lugares de estacionamento terão $2,5 \times 5 \text{ m}^2$, as faixas de acesso terão 1 m de largura livre e as rampas 1 m de largura e 1,5 m de comprimento, tal como exposto nos Princípios Geométricos. Além disso, os percursos pedonais de acesso aos lugares reservados terão 1,2 m de largura livre de obstruções. De referir ainda que, apesar destes lugares estarem menos acessíveis para os veículos que os procuram dado estes terem de vencer duas rampas, o seu posicionamento permite uma distância pedonal muito curta, no sendo máximo de 22 m.

4.4.2.7 Instalações

As instalações para serem usadas pelos funcionários do parque e as instalações sanitárias de uso público são exactamente iguais às da solução A. Sendo assim, as duas soluções apresentam o mesmo

nível de funcionalidade e de acessibilidade, diferindo apenas na sua localização, que se representa na figura 4.17.

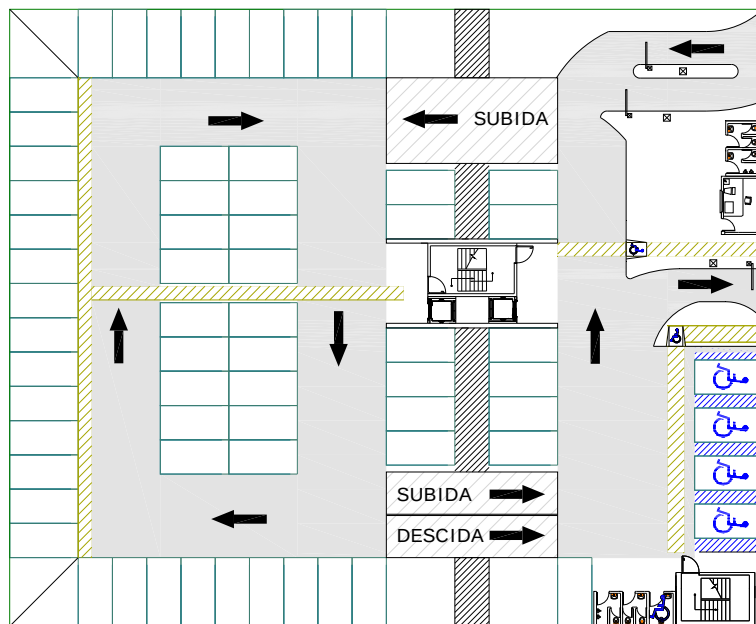


Fig. 4.17 – Localização das instalações – Solução B

Como demonstra a figura a localização da instalação sanitária para pessoas de mobilidade reduzida fica ao lado da caixa de escada situada na extremidade do edifício, bastante perto dos lugares reservados para esses utentes.

4.5 COMPARAÇÃO ENTRE AS SOLUÇÕES A E B

Analisando as duas soluções propostas, facilmente se percebe que estas diferem principalmente na capacidade de lugares por piso e nos esquemas de circulação para os veículos e peões. Apesar de se estar perante dois tipos de plataformas de estacionamento completamente diferentes, a solução A com pisos completos e a solução B com pisos parciais alternados, as soluções irão ser avaliadas, neste tema, segundo uma série de princípios adequados de modo a eleger a melhor solução.

A solução A contará com um total de 5 pisos com capacidades para 65 lugares no piso térreo (Piso 0), de 86 lugares nos pisos intermédios (Pisos 1, 2 e 3) e de 88 no piso superior (Piso 4). Assim, a capacidade do parque de estacionamento é de 411 veículos ligeiros.

A solução B terá um total de 10 pisos com capacidade de 7 lugares para o piso de acesso ao parque (Piso 0), 56 lugares para os pisos ímpares intermédios (Pisos 1, 3, 5 e 9), 27 lugares para os pisos pares intermédios (Pisos 2, 4, 6 e 8) e 58 lugares para o piso ímpar superior (Piso 9). Nesta solução a capacidade total do parque de estacionamento é de 397 veículos ligeiros. De referir que a plataforma deste último piso se irá situar a uma cota de 12,6 m que fará com que a altura total do edifício seja de 15,4 m. Note-se que o não cumprimento do requisito para a volumetria do edifício (15 m) não deve ser relevado, tendo em conta que este piso se encontra recuado.

Na solução A haverá um total de 4 rampas de subida e 4 rampas de descida, com um comprimento em planta de 22,5 m para cada uma das rampas. Na solução B, o número de rampas é superior, existindo 9 rampas de subida e outras tantas de descida com um comprimento de 12,5 m para cada uma delas.

Entre dois pisos sobrepostos, a extensão mínima correspondente à subida é de aproximadamente 138 m e a correspondente à descida é cerca de 105 m, para a solução A (incluindo os percursos em rampa). No que diz respeito à solução B, estas extensões serão respectivamente iguais a 93 m e 105 m, considerando que os percursos se fazem após o vencimento de duas rampas.

Importa ainda referir que no caso da solução A, um veículo terá de percorrer desde o local de entrada até aos lugares de estacionamento reservados para pessoas de mobilidade reduzida uma distância aproximadamente de 77 m, considerando o lugar mais distante da entrada. Relativamente à distância entre os mesmos lugares e o local de saída, esta terá o valor de 38 m, considerando o lugar mais distante da saída. Os mesmos valores na solução B serão de 90 m e de 25 m, respectivamente, sendo que no percurso de entrada, como já foi referido, se torna necessário percorrer duas rampas.

De seguida será apresentado o Quadro 4.2, no qual se resumem as principais diferenças existentes entre as duas soluções, algumas delas retratadas no presente capítulo.

Quadro 4.2 – Principais diferenças entre A e B

		Solução A	Solução B
Capacidade		411 veículos	397 veículos
Pisos	Número	5	10
	Tipo	Pisos Completos	Pisos Parciais Alternados
Rampas	Número	8	18
	Comprimento	22,5 m	12,5 m
	Declive	14 % (extremos 8%)	11,2 %
Distância entre a entrada e o lugar mais afastado		Veículos: 670 m (90 m em rampa)	Veículos: 475 m (113 m em rampa)
		Peões: 109 m (44 m em escadas)	Peões: 112 m (50 m em escadas)
Distância entre o lugar mais afastado e a saída		Veículos: 477 m (90 m em rampa)	Veículos: 551 m (113 m em rampa)
		Peões: 109 m (44 m em escadas)	Peões: 112 m (50 m em escadas)

Perante a análise das duas soluções, torna-se necessário optar pela solução que apresenta mais vantagens. Para esta escolha foram tidos em conta, principalmente, a capacidade total, as características do percurso e a acessibilidade. Sendo assim e sintetizando, optou-se pela **solução A**, visto que:

- A capacidade é maior (disponibiliza mais 14 lugares de estacionamento);
- A circulação interior é menos sinuosa;
- A acessibilidade aos lugares de estacionamento reservados a utilizadores de mobilidade reduzida é mais fácil;
- O trajecto total em rampa é menor, com um menor número de rampas.

4.6 SINALIZAÇÃO

A sinalização no interior do parque será feita de acordo com a legislação em vigor. Apesar de não haver regulação específica no que se refere à sinalização no interior de parques de estacionamento, tentaram cumprir-se os requisitos legais para sinalização de trânsito, nomeadamente o RST (Regulamento de Sinalização do Trânsito), bem como o regulamento de incêndios e o de acessibilidade.

Os elementos de sinalização serão criteriosamente escolhidos de modo a serem facilmente compreendidos pelos condutores e pelos peões. Os princípios básicos da sinalização sugerem que esta deve ser simples, uniforme, coerente, precisa e facilmente visível. A sinalização irá compreender a sinalização vertical e a sinalização horizontal. A sinalização vertical, geralmente composta por placas fixadas de lado ou sobre a via, tem a finalidade de regulamentar o uso da via, advertir os utentes para situações potencialmente perigosas e/ou fornecer indicações informativas ou orientadoras. A sinalização horizontal, constituída por marcas rodoviárias pintadas sobre o pavimento, serve de complemento à sinalização vertical.

A acrescentar à sinalização já referida, existe ainda a sinalização de segurança (placas de localização dos equipamentos de combate a incêndio, plantas de emergência, localização dos caminhos de evacuação, etc.) que deverá existir embora não seja especificada neste projecto.

4.6.1 SINALIZAÇÃO VERTICAL

Os sinais verticais usados encontram-se todos regulamentados pela legislação vigor. Apesar de não se fazer referência às dimensões dos sinais por se tratar de um tipo de sinalização exterior à via pública, as suas dimensões não devem ser inferiores às da classe reduzida, mencionadas no mesmo regulamento. De seguida são apresentados os sinais verticais que fazem parte deste projecto.

⇒ A16a – Passagem de peões (Fig. 4.18)



Fig. 4.18 – Passagem de peões

Indicam a aproximação de uma passagem de peões. Serão colocados nas proximidades da zona onde existe atravessamento de peões.

⇒ B2 – Paragem obrigatória em cruzamentos ou entroncamentos (Fig. 4.19)



Fig. 4.19 – Paragem obrigatória em cruzamentos ou entroncamentos

Indicação de que o condutor é obrigado a parar antes de entrar no cruzamento ou entroncamento junto do qual o sinal se encontra colocado e ceder a passagem a todos os veículos que transitem na via em que vai entrar. A sua colocação será nas proximidades imediatas das intersecções, dando prioridade aos veículos que circulam no circuito principal e/ou aos veículos que circulam nas rampas.

⇒ C1 – Sentido proibido (Fig. 4.20)



Fig. 4.20 – Sentido Proibido

Indicação da proibição de transitar no sentido para o qual o sinal está orientado. Serão colocados nas proximidades imediatas dos locais onde a interdição de circulação começa.

⇒ C3l – Trânsito proibido a peões (Fig. 4.21)



Fig. 4.21 – Trânsito proibido a peões

Indicação da proibição do trânsito de peões Serão colocados no início e no fim das rampas de modo a dissuadir os peões a circularem pelas mesmas.

⇒ C9 – Trânsito proibido a veículos de altura superior a 2,2 m (Fig. 4.22)



Fig.4.22 – Trânsito proibido a veículos de altura superior a 2,2 m

Indicação de acesso interdito a veículos cuja altura total seja superior à indicada no sinal. Será colocado na entrada do parque de estacionamento. A altura referida deverá corresponder à altura do pé direito livre à face interior da infra-estrutura ou quaisquer outras instalações nos corredores de circulação, normalmente 2,20 m.

⇒ C13 – Proibição de exceder a velocidade máxima de 10 km/h (Fig. 4.23)



Fig. 4.23 – Proibição de exceder a velocidade máxima de 10 km/h

Indicação da proibição de circular a velocidade superior à indicada no sinal. Será colocado na entrada do parque de estacionamento, sendo que a velocidade máxima de circulação não deverá superior a 10 km/h.

⇒ D1 – Sentido obrigatório (Fig. 4.24)



Fig. 4.24 – Sentido obrigatório

Indicação da obrigação de seguir no sentido indicado pela seta inscrita no sinal. Serão colocados nas proximidades do local onde esta obrigação começa.

⇒ Símbolo 2.22 – Deficiente (Fig. 4.25)



Fig. 4.25 – Deficiente

Destinam-se a indicar que a obrigação, restrição ou proibição especial constante do sinal apenas se aplica aos veículos que figurarem no painel (portadores do dístico de deficiente). Serão colocados nos lugares reservados a pessoas de mobilidade reduzida, de forma a ficar visível mesmo quando o veículo se encontra estacionado.

⇒ J2 – Direcção da via de acesso (Fig. 4.26)



Fig. 4.26 – Direcção de via de acesso

Indicação da direcção de uma via de acesso a um local ou serviço com interesse; este sinal deve conter o símbolo respectivo do lado oposto à ponta da seta ou a designação do serviço prestado. Serão colocados ao longo dos circuitos de modo a identificar o trajecto até ao local de saída do parque, aos pisos superiores ou aos pisos inferiores. Assim sendo, deverão ter a designação dos mesmos (Saída, Piso 1, etc.).

4.6.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

Os sinais horizontais usados encontram-se alguns contemplados pela legislação vigor, sendo que houve outros que foram escolhidos por se adequarem a uma boa circulação/informação no interior do parque. De seguida são apresentados os sinais horizontais que fazem parte deste projecto.

⇒ M8a – Linha de paragem com símbolo “STOP” (Fig. 4.27)

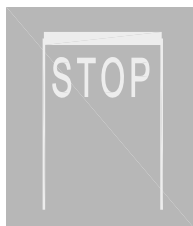


Fig. 4.27 – Linha de paragem com símbolo “STOP”

Consiste numa linha transversal contínua e indica o local de paragem obrigatória, imposta por outro meio de sinalização; esta linha será reforçada pela inscrição “STOP” no pavimento. Serão colocados nos locais de paragem obrigatória, como na sinalização vertical.

⇒ M15 – Setas de selecção (Fig. 4.28)

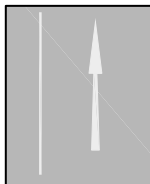


Fig. 4.28 – Setas de selecção

Utilizam-se para orientar os sentidos de trânsito na proximidade de cruzamentos ou entroncamentos e significam, quando apostas em vias de trânsito delimitadas por linhas contínuas, obrigatoriedade de seguir no sentido ou num dos sentidos por elas apontados; estas setas podem ser antecedidas de outras com igual configuração e com função de pré-aviso, as quais podem conter a indicação de via sem saída. As setas serão localizadas preferencialmente nas proximidades da mudança de direcção, sempre de modo a não conflituar com a restante sinalização, e em alguns casos no meio das faixas de modo a indicar o sentido do tráfego.

⇒ M19 – Guias (Fig. 4.29)

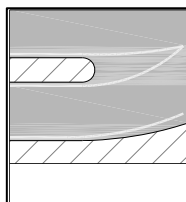


Fig. 4.29 – Guias

Utilizam-se para delimitar mais visivelmente a faixa de rodagem, podendo ser utilizadas junto dos bordos da mesma. Serão colocadas nas extremidades da faixa de rodagem, sempre que não existir delimitação da mesma.

⇒ Marcas de estacionamento (Fig. 4.30)

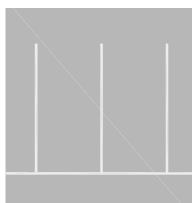


Fig. 4.30 – Marcas de estacionamento

Utilizam-se para delimitar os lugares destinados ao estacionamento de veículos. Serão colocadas em todos os lugares de estacionamento de forma a identificar esses espaços.

⇒ Guias dos caminhos de evacuação (Fig. 4.31)

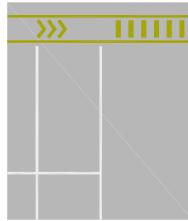


Fig. 4.31 – Guias dos caminhos de evacuação

Utilizam-se para delimitar os trajectos dos peões, sendo complementados com a inscrição de setas no sentido do percurso mais curto de evacuação ou por barras longitudinais de modo a identificar os locais de atravessamento das faixas de rodagem.

⇒ Símbolo internacional de acessibilidade (Fig. 4.32)

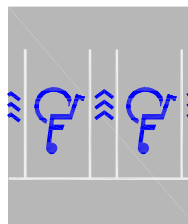


Fig. 4.32 – Símbolo internacional de acessibilidade

Utilizam-se para identificar os lugares reservados a pessoas de mobilidade reduzida. Será pintado no piso em cor contrastante com a da restante superfície e com uma dimensão não inferior a 1 m de lado.

4.6.3 ESQUEMAS DE SINALIZAÇÃO

Nas figuras seguintes (4.33 a 4.35) apresentam-se os diferentes dispositivos de sinalização vertical e horizontal adoptados no projecto do parque de estacionamento.

⇒ Piso 0 (Fig. 4.33)

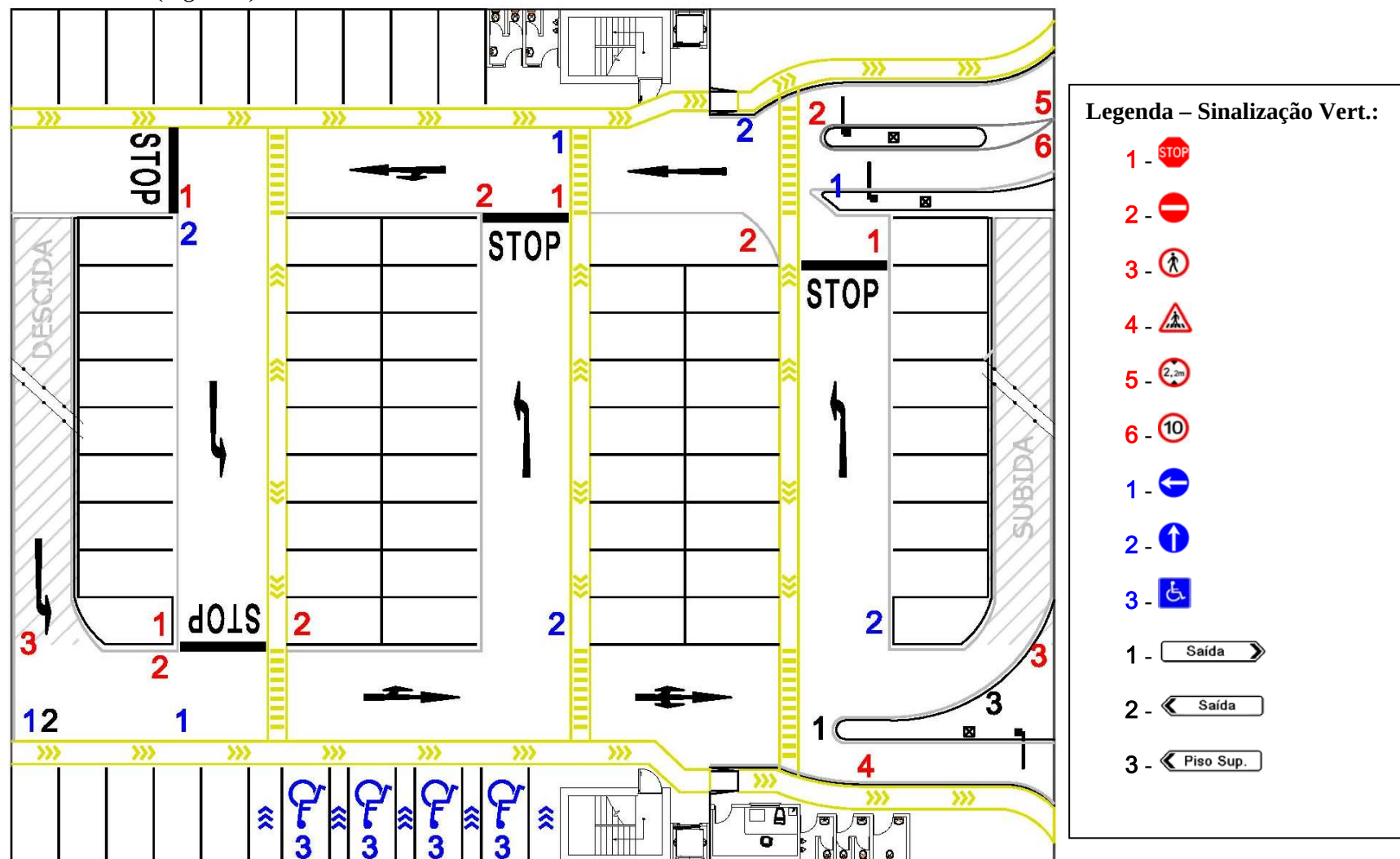


Fig. 4.33 – Esquema de sinalização – Piso 0

⇒ Pisos 1,2 e 3 (Fig. 4.34)

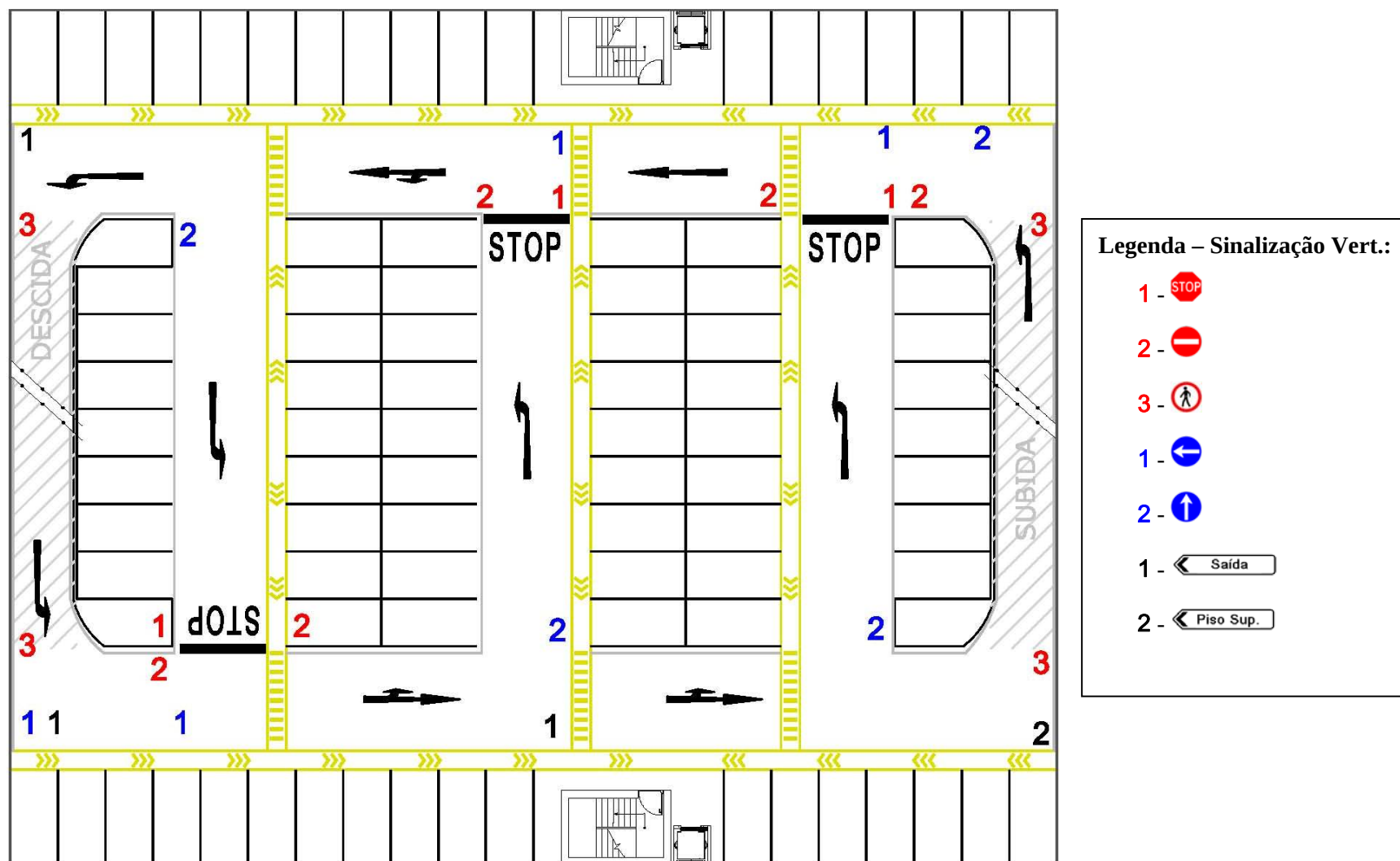


Fig. 4.34 – Esquemas de sinalização – Pisos 1, 2 e 3

⇒ Piso 4 (Fig. 4.35)

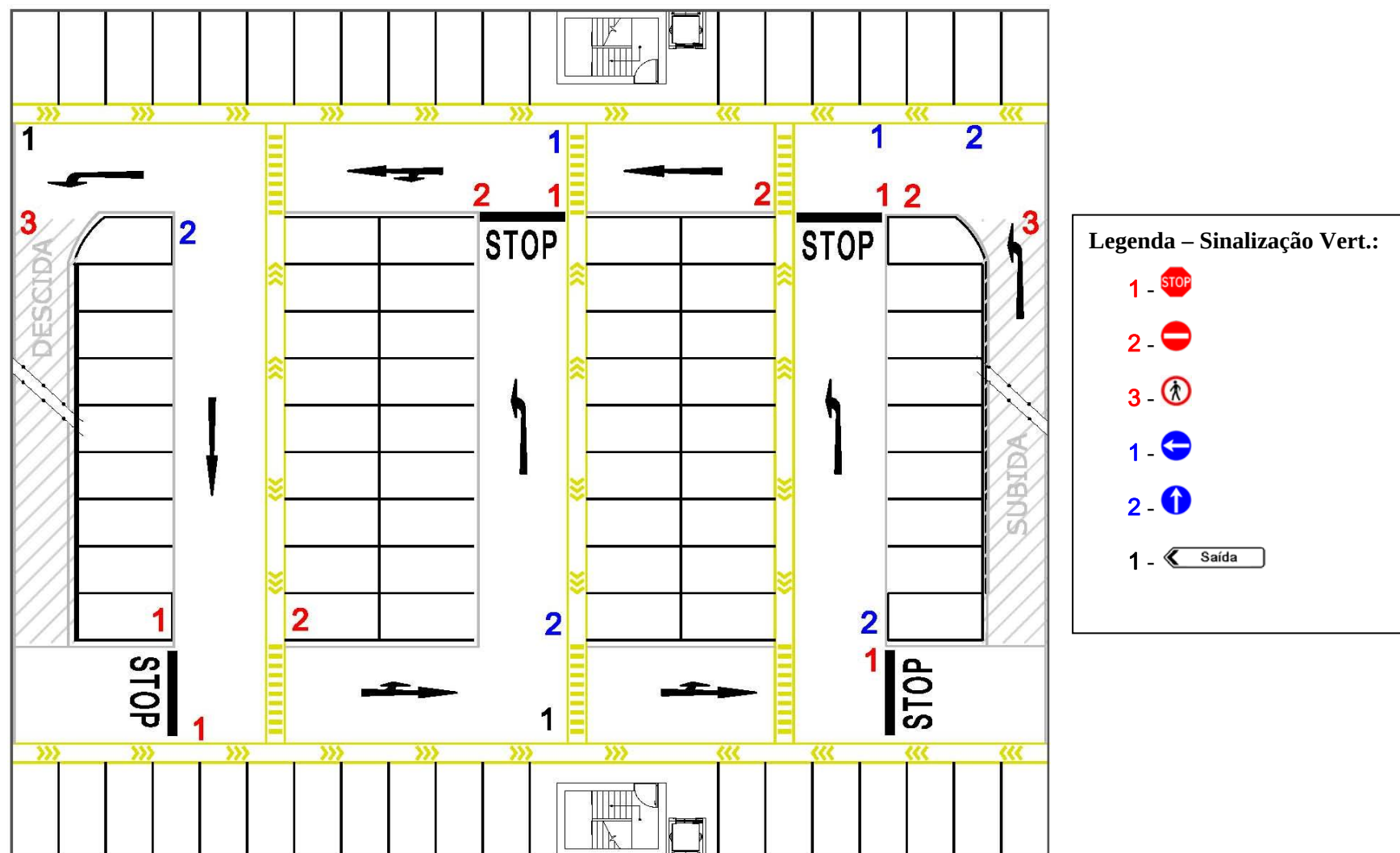


Fig. 4.35 – Esquemas de sinalização – Piso 4

4.7 EQUIPAMENTOS

Como foi referido em 3.1.8, para uma correcta gestão de um parque de estacionamento é necessário o uso de vários equipamentos. Tendo em conta que existe uma grande diversidade deste tipo de equipamentos, obrigando a um estudo de um mercado muito vasto e que, por outro lado, a utilização de certos equipamentos obriga a um estudo prospectivo que avalie as potenciais necessidades, neste projecto foi apenas considerada a utilização de alguns equipamentos que se acham necessários. Os equipamentos escolhidos foram seleccionados sem os estudos referidos, pelo que assumem um carácter meramente exemplificativo. De seguida será feita uma breve análise dos referidos equipamentos, estando um esquema hipotético da sua localização representado na figura 4.36.

⇒ Barreiras de entrada/saída

Irão ser utilizadas duas barreiras de entrada e uma de saída. As entradas e as saídas efectuem-se mediante a validação das mesmas e o accionamento do sistema.

⇒ Estações de entrada/saída

A localização deste equipamento deverá ser imediatamente antes da barreira, estando a uma distância tal que permita accionar o sistema sem embater nas barreiras (aproximadamente 3 m). Será este equipamento que fará a validação das entradas e saídas activando a abertura das respectivas barreiras.

⇒ Caixa de pagamento automático

Prevê-se a utilização de três caixas de pagamento automático no piso térreo. Uma delas será colocada junto ao acesso pedonal próximo da saída dos veículos e duas junto à entrada. Não deverá ser necessária a implementação de uma segunda caixa de pagamento automático, junto ao acesso pedonal (saída de veículos), pois nas proximidades deste local encontra-se a caixa central de pagamento.

⇒ Caixa central de pagamento

A caixa central de pagamento estará localizada nas instalações previstas para os funcionários. Estas instalações permitem que o funcionário solucione algumas dificuldades apresentadas pelos utentes ou quando existirem falhas no sistema de pagamento automático.

⇒ Videovigilância e monitorização

A central de videovigilância estará instalada no compartimento dos funcionários, compilando as imagens das diversas câmaras distribuídas por toda a superfície do parque. A localização das câmaras deverá contemplar locais estratégicos que permitam visualizar a totalidade do edifício, sendo necessário ter em atenção os “ângulos mortos” e as estruturas do edifício que possam dificultar a captação de imagens (pilares, paredes, rampas, etc.). Na figura 4.36 as câmaras foram colocadas de modo meramente exemplificativo, sem qualquer carácter vinculativo, já que a sua localização definitiva deve ser precedida de visita ao empreendimento após a respectiva construção.

⇒ Painéis informativos

Este equipamento deverá estar colocado no exterior do parque de estacionamento, junto ao local de entrada, de forma visível aos condutores que circulam num ou noutro sentido da Rua X. Este painel além de indicar a existência de um parque de estacionamento, irá informar sobre a disponibilidade de lugares no interior do mesmo (“completo” ou “livre”).

⇒ Sistemas de detecção de lugares livres

Será colocado um painel na entrada do parque, indicando o número de lugares livres em cada piso. Para tal será necessária a colocação de sensores nas barreiras e nas rampas, que contabilizem os veículos que entram e saem do parque e aqueles que permanecem em cada piso.

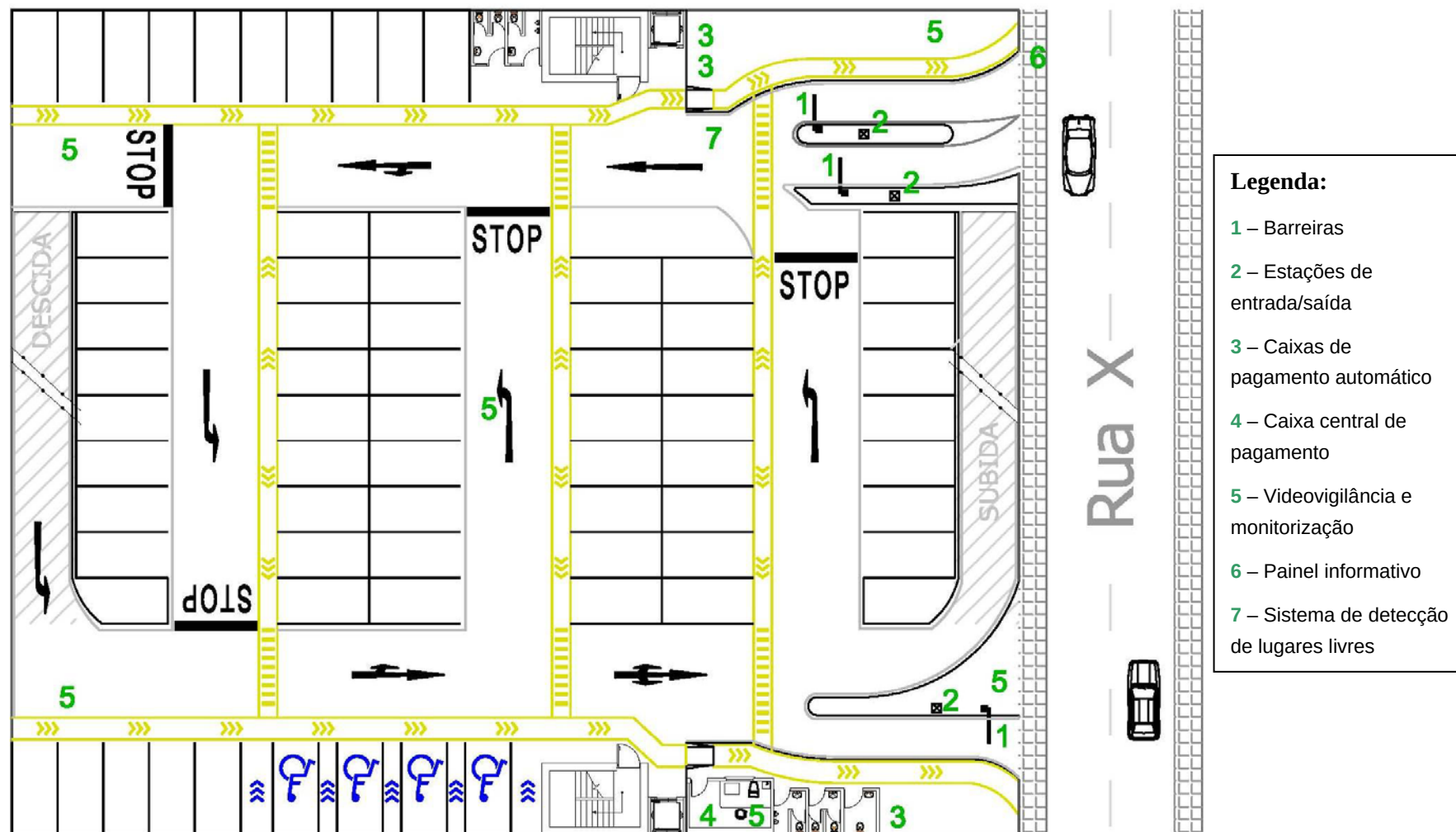


Fig. 4.36 – Esquema de localização dos equipamentos de gestão

5

CONCLUSÕES

O presente trabalho foi elaborado tendo por base manuais técnicos, bem como normas específicas da lei portuguesa. Desta forma, foi consultada diversa bibliografia tendo-se ainda recorrido a visitas a parques de estacionamento existentes, com o objectivo de recolher toda a informação relevante e necessária à execução de um projecto de um parque de estacionamento em edifício.

No decorrer do trabalho surgiram algumas dificuldades, nomeadamente no que respeita a inexistência de legislação e manuais portugueses recentes que foquem determinados pormenores construtivos. De forma a ultrapassar estes problemas, recorreu-se à consulta de manuais técnicos estrangeiros que, embora não dizendo respeito à situação portuguesa em particular, não estão, de todo, desajustados àquela realidade.

O presente trabalho focou apenas o estacionamento em edifício, tendo sido apresentadas as diversas disposições construtivas nos parques de estacionamento convencionais, sendo ainda abordados sistemas avançados de estacionamento, soluções presentes em algumas cidades e que poderão fazer parte do futuro deste tipo de parques.

Relativamente à elaboração do projecto propriamente dito, e tendo consciência da infinidade de soluções possíveis, optou-se por uma configuração rectangular por esta ser uma solução facilmente aplicável numa qualquer área urbana. Concluiu-se que várias são as componentes do parque passíveis de condicionar uma correcta gestão do espaço, pelo que o projecto deve ser pensado como um todo e que se torna imprescindível uma análise prévia que contemple múltiplas variáveis. Desta forma, só através de uma profunda análise do impacto individual de cada variável (configuração dos lugares de estacionamento, faixas de acesso, entrada/saída, caminhos de evacuação, entre outras), se torna capaz a realização de um projecto deste tipo.

Num projecto desta natureza deve sempre contemplar-se um estudo económico que englobe não só a viabilidade da construção em causa, como também os benefícios que dela podem provir. Este estudo deverá incidir sobre os custos de investimento, manutenção e exploração do espaço, bem como das receitas resultantes do seu funcionamento. No entanto, não era objectivo específico deste projecto o desenvolvimento desta valência.

A elaboração do projecto deste parque de estacionamento constituiu uma mais-valia, tendo permitido a integração de diferentes contributos, quer no âmbito da geometria do traçado, quer da sinalização quer ainda de outras competências que implicaram um estudo específico. Este estudo revelou-se bastante enriquecedor no aprofundamento de múltiplos conhecimentos técnicos, revestindo-se de inúmeros pormenores que escapam à observação do comum utilizador.

BIBLIOGRAFIA

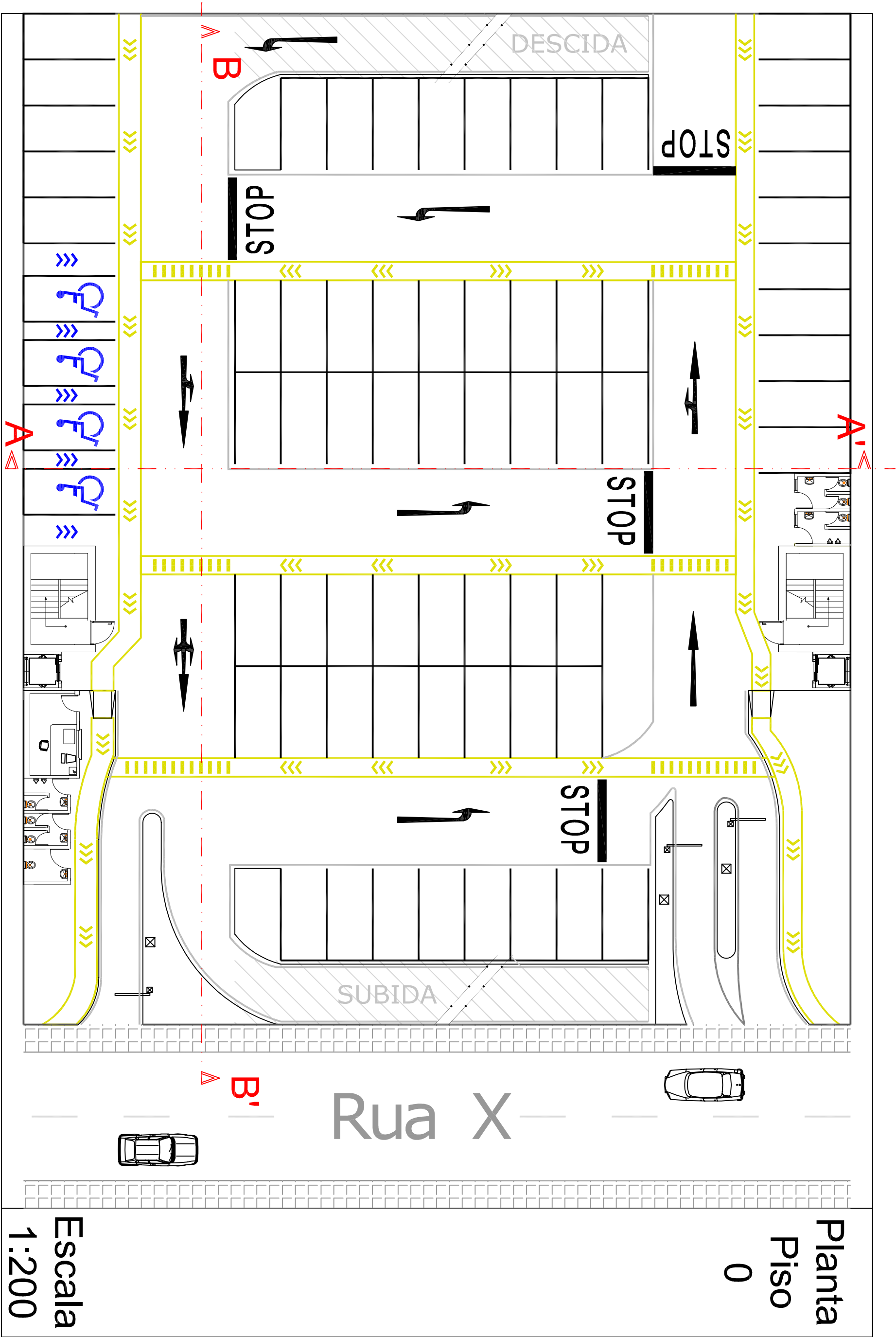
- ASVV (1998). *Recommendations for traffic provisions in built-up areas*. CROW ,Ede.
- Balsells, J. (2004). *Guía de diseño de aparcamientos urbanos*. Dissertação de Mestrado, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Misco21 (2007). *Parkman System Configuration*. CD de apresentação da empresa.
- NAASRA (1988). *Guide to Traffic Engineering Practice, Part 11 – Parking*. National Association of Australian State Road Authorities, Sydney.
- Oliveira, R., Mateus, A. (1970). *Técnicas de Engenharia de Trânsito*. Prevenção Rodoviária Portuguesa, Lisboa.
- Seco, A. (2004). *Estacionamento*. Texto não publicado.
- Seco, A., Gonçalves, J. (2005). *Políticas de Estacionamento: Diferentes Estratégias de Aplicação de Índices de Oferta de Estacionamentos*. Sítio da Internet (<http://www.ordeng.webside.pt/Default.aspx?tabid=1401>). Novembro 2007.
- Technical Committee Action 342 (2006). *Parking Policies and the Effects on Economy and Mobility*. Sítio da Internet (<http://www.transportlearning.net/docs/COST%20Action%20342%20final%20report%20veilig.pdf>). Novembro 2007
- Sítio da Internet (<http://www.acap.pt/>). Data de acesso. Novembro 2007.
- Sítio da Internet (<http://www.misco21.com/>). Data de acesso. Novembro 2007.
- Sítio da Internet (<http://www.allwan.fr/>). Data de acesso. Novembro 2007.
- Sítio da Internet (<http://www.woehr.de/>). Data de acesso. Novembro 2007.

LEGISLAÇÃO

- Regulamento de Segurança Contra Incêndio em Parques de Estacionamento Cobertos – Decreto-Lei nº66/95, de 8 de Abril.
- Regulamento de Sinalização do Trânsito – Decreto Regulamentar 22-A/98.
- Regulamento das Condições de Utilização dos Parques e Zonas de Estacionamento Automóvel – Decreto Regulamentar nº 2-B/2005 de 24 de Março.
- Acessibilidade de Espaços Públicos, Equipamentos Colectivos e Edifícios Públicos e Habitacionais – Decreto-Lei nº163/2006, de 8 de Agosto.
- Regulamento de Construção dos Parques de Estacionamento do Município de Lisboa.

ANEXO

Plantas e Cortes dos Pisos

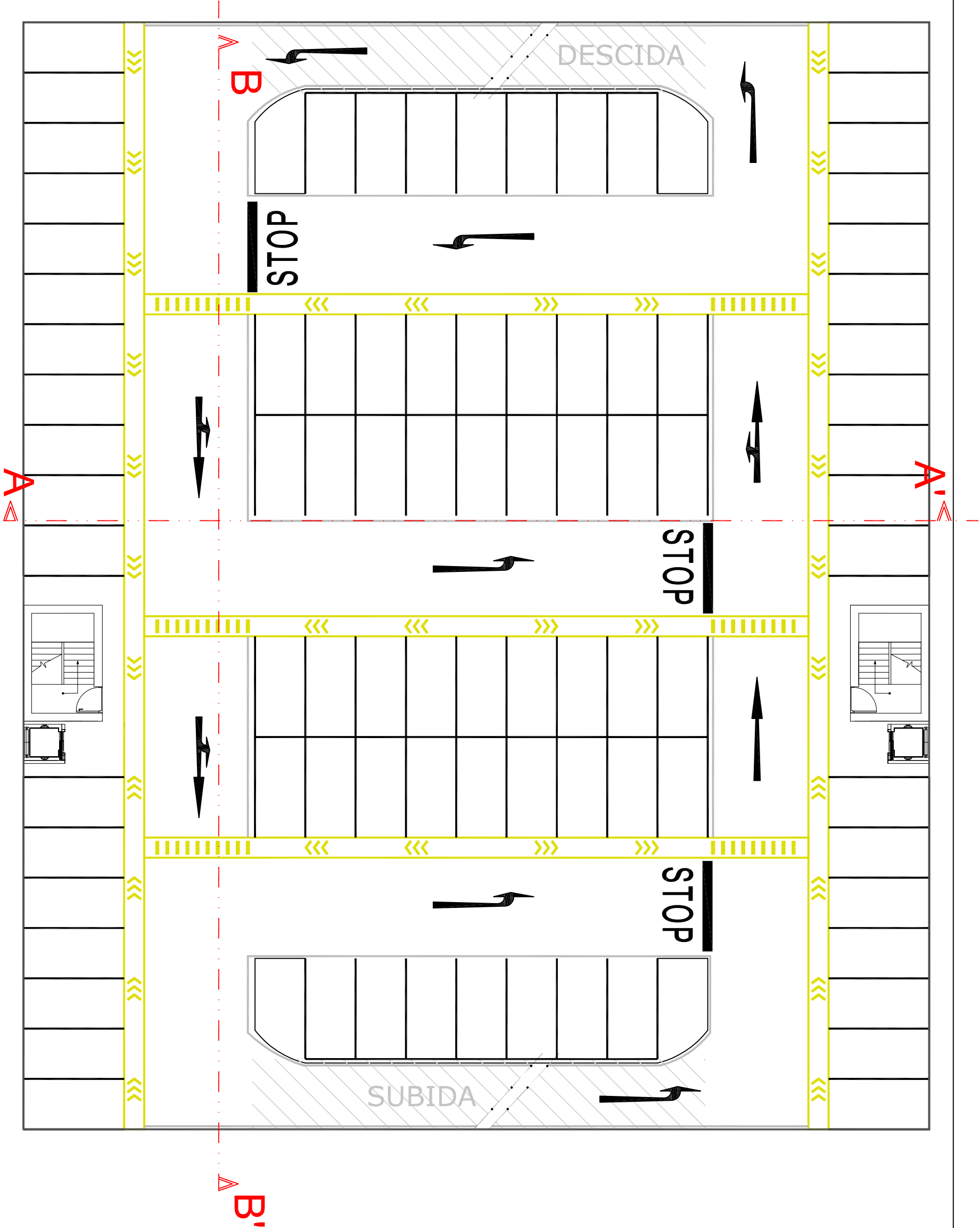


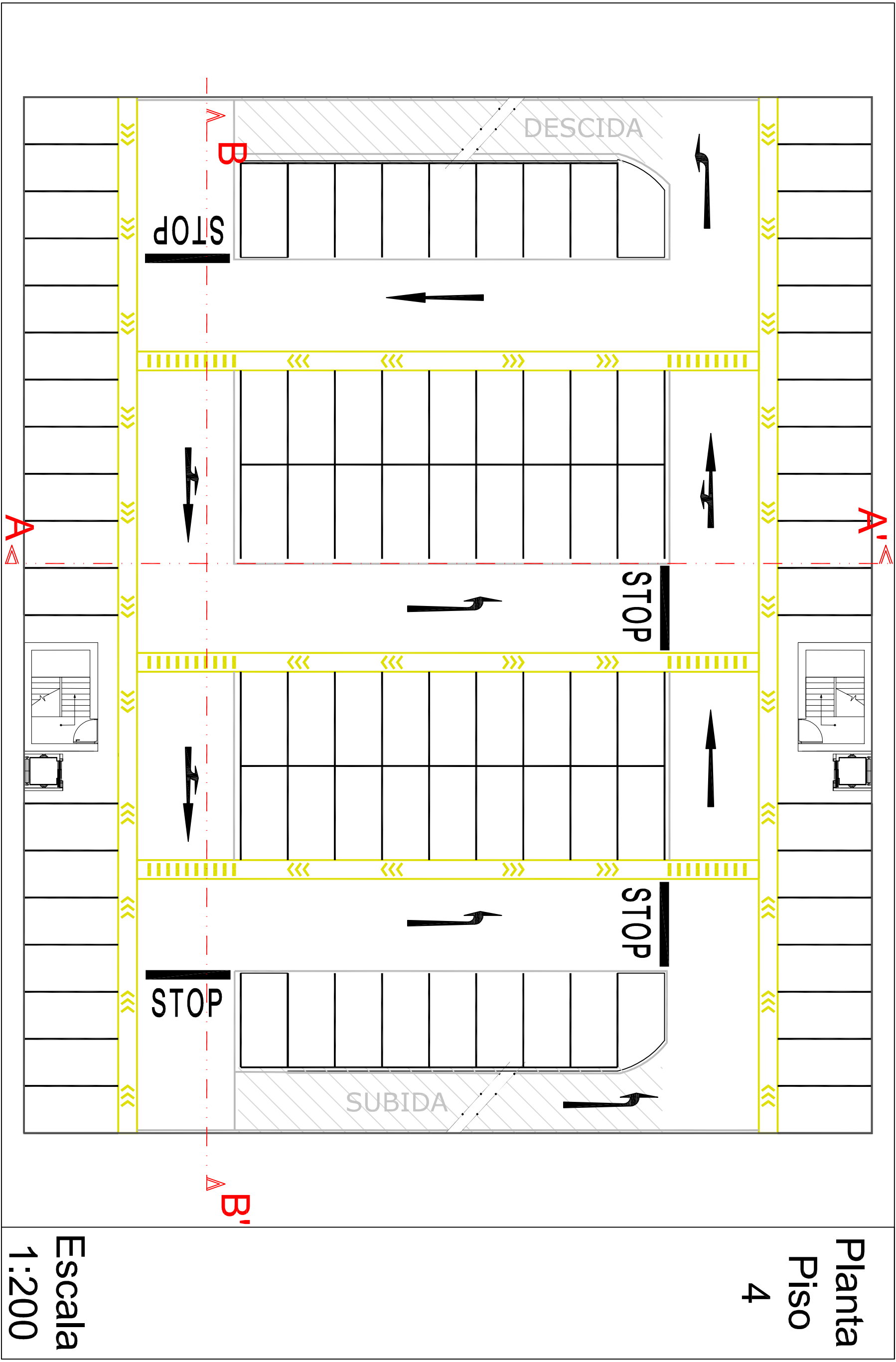
Planta
Piso
0

Escala
1:200

Planta
Pisos
1,2 e 3

Escala
1:200

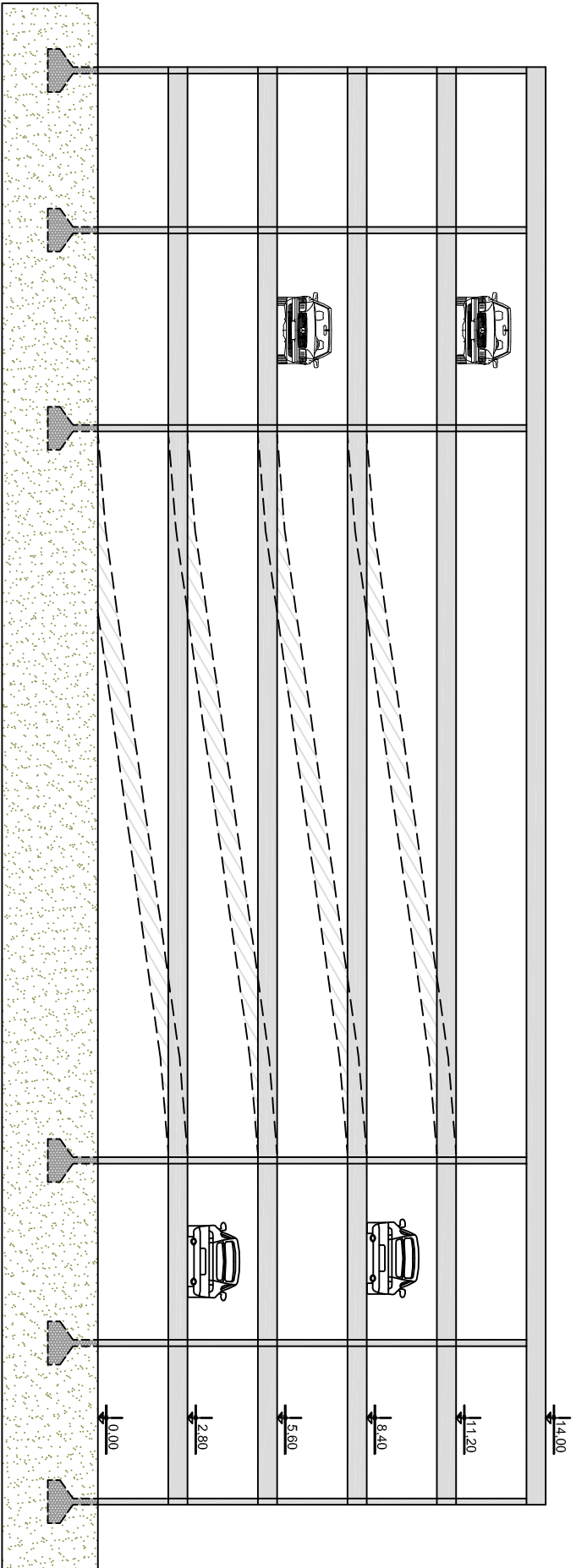




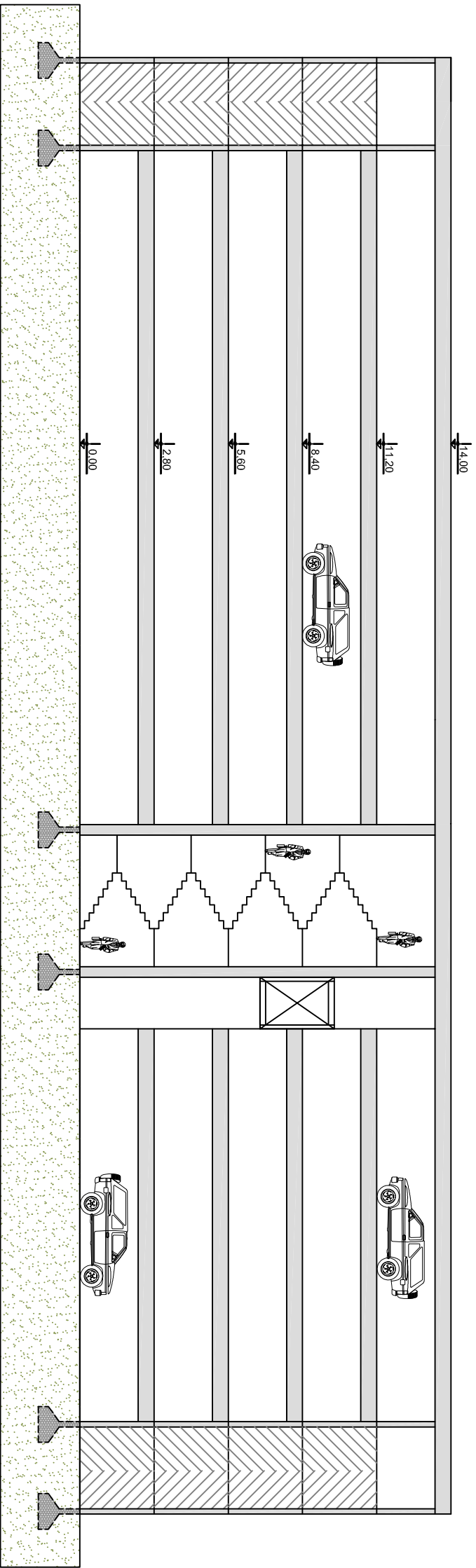
Planta
Piso
4

Escala
1:200

A - A'



B - B'



Cortes

Escala
1:200