

Capítulo I Objectivos do estudo sobre a melhoria do sistema de drenagem da Península de Macau

Ao longo dos anos e na sequência de factores respeitantes ao desenvolvimento económico, ao crescimento demográfico e aos novos aterros urbanos, o sistema de drenagem pública da Península de Macau foi objecto de obras de separação de águas pluviais e residuais, ampliação do volume e modernização dos respectivos equipamentos em vários bairros.

O sistema de drenagem da zona antiga de Macau pertence principalmente à rede de drenagem unitária e no sistema de drenagem de todos os novos aterros urbanos já foi construída uma rede de drenagem separativa de águas pluviais e residuais. O sistema de drenagem unitário localizado na zona antiga tem sido substituído de forma programada pela rede de drenagem separativa de águas pluviais e residuais e espera-se que num futuro próximo essa substituição abranja toda a cidade de Macau. Actualmente, a rede de drenagem separativa de águas pluviais e residuais representa aproximadamente 68% do sistema de drenagem da Península de Macau.

No que diz respeito ao sistema de drenagem de águas pluviais, aproximadamente 90% das águas pluviais são escoadas directamente para o mar através de 100 saídas e os restantes 10% são escoados para o mar através de três estações elevatórias de águas pluviais.

Relativamente ao sistema de drenagem de águas residuais, a maioria das águas é escoada para a Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) da Península de Macau, e somente uma pequena quantidade de águas residuais é escoada para a ETAR do Parque Industrial Transfronteiriço de Macau. As águas residuais são em seguida escoadas para o mar depois de terem sido tratadas nas referidas estações de tratamento.

As águas residuais são escoadas para a ETAR da Península de Macau através do sistema de drenagem do Sul, composto pelas estações elevatórias EP1, EP2, EP6, NAPE, EP3A e EP7, e do sistema de drenagem do Norte, composto pelas estações elevatórias EE4, EE2, EP3 e EP4.

Tendo em conta a complexidade do actual sistema de drenagem da Península de Macau e da relação entre o sistema de drenagem unitário e o sistema de drenagem separativo de águas pluviais e residuais, podemos detectar diferentes problemas, designadamente:

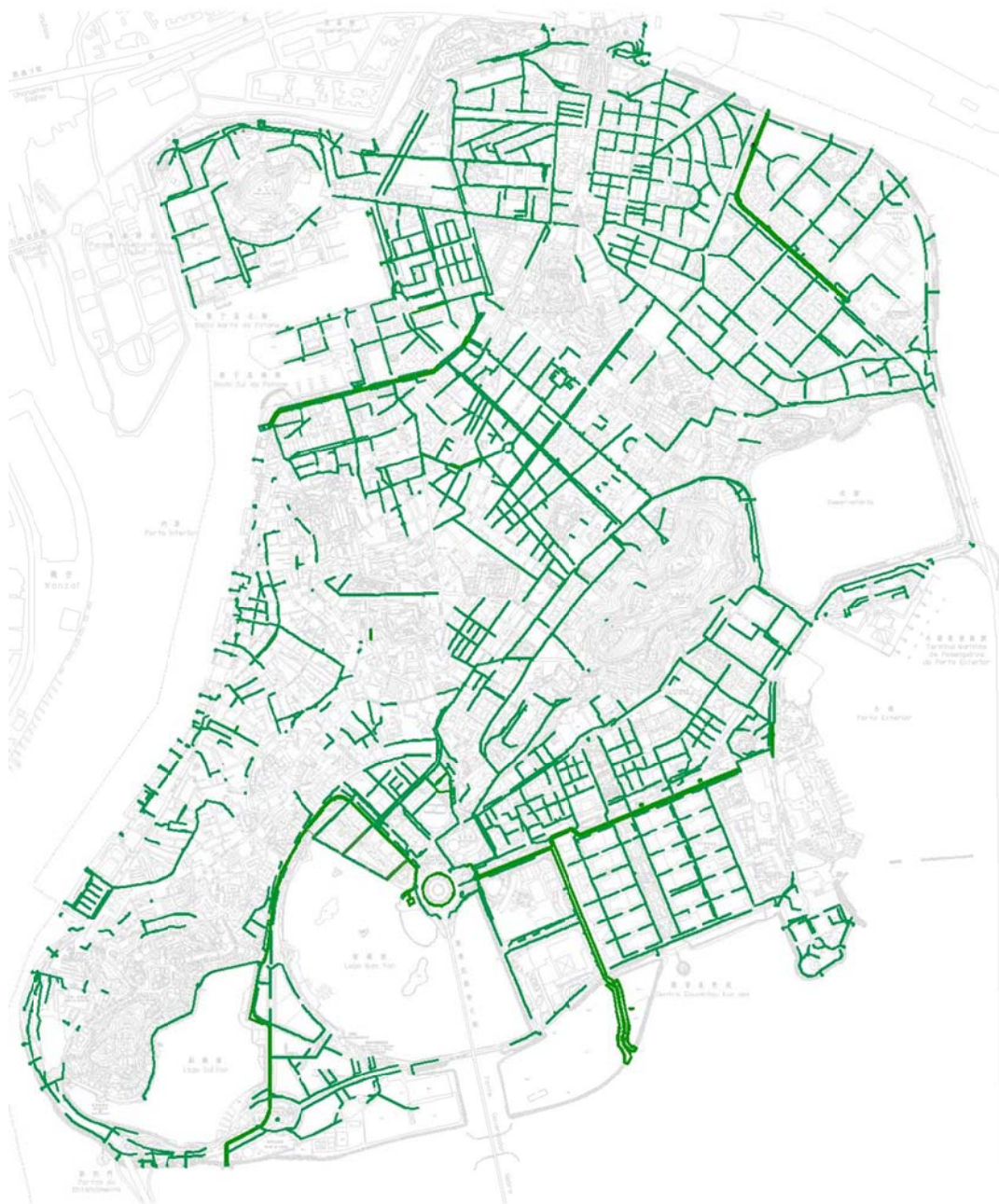
1. Ligação errada dos colectores;
2. Refluxo dos colectores;
3. Inundações causadas pela água do mar;
4. Poluição dos colectores de águas pluviais causada pelas águas residuais;
5. Desvio de águas pluviais provenientes do sistema de drenagem unitário para o sistema de drenagem de águas residuais;
6. Atrasos na instalação de equipamentos do sistema elevatório;

7. Após a construção do sistema elevatório, as tubagens de compressão correspondentes não são modernizadas;
8. Insuficiências na capacidade de captação e elevação do sistema elevatório;
9. Insuficiências na capacidade de tratamento da ETAR;
10. Insuficiências na capacidade de drenagem dos colectores.

Capítulo II Medição de caixas de visita e registo de colectores

Sob o ponto de vista da separação de águas pluviais e residuais, aproximadamente 68% do sistema de drenagem pertence à rede de drenagem separativa de águas pluviais e residuais. No que diz respeito ao número de saídas de escoamento, a presente medição verificou um total de 106 saídas.

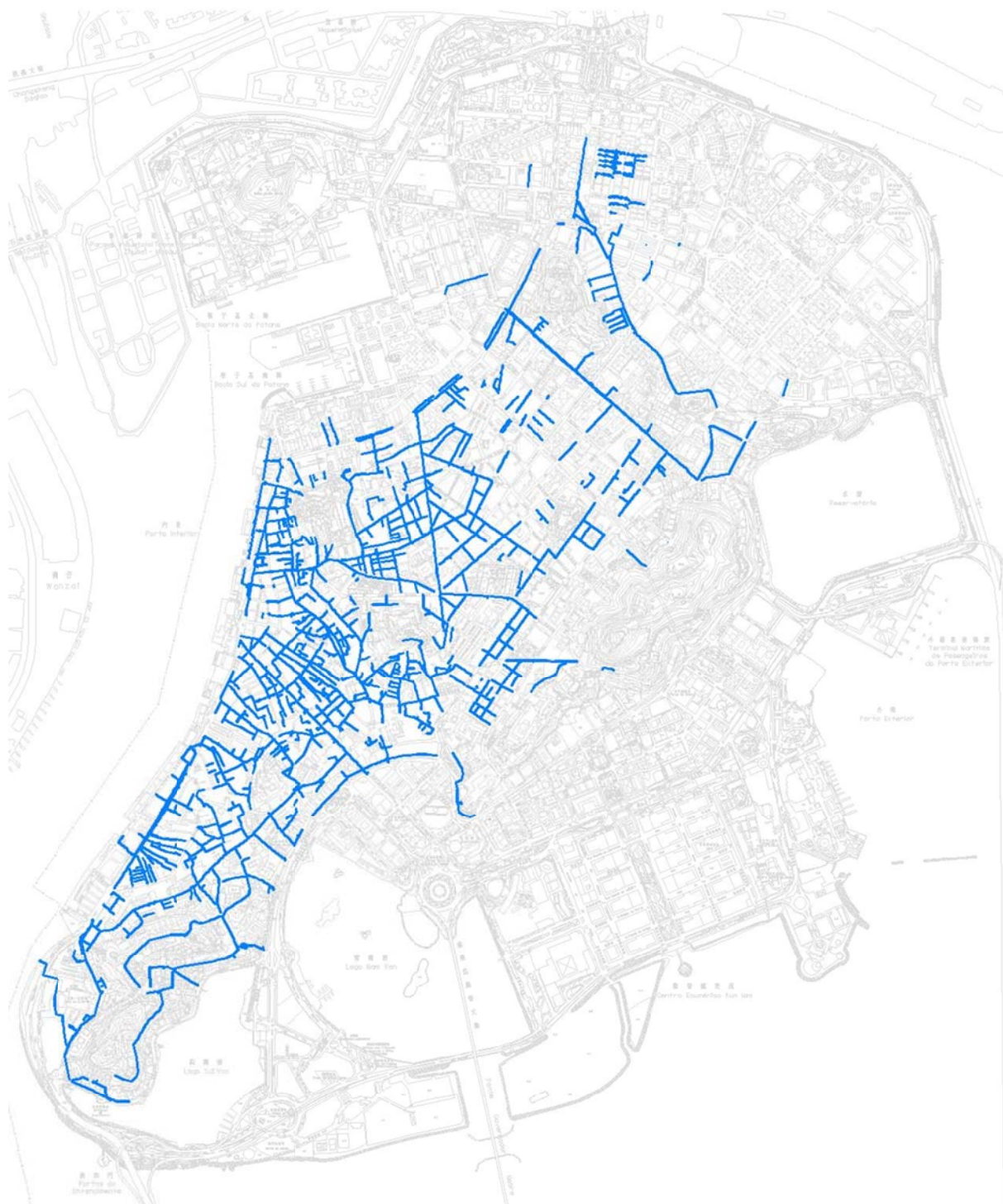
Após classificação, os quadros 1, 2 e 3 mostram o seguinte:



Quadro 1 – Localização das caixas de visita e dos colectores de águas pluviais



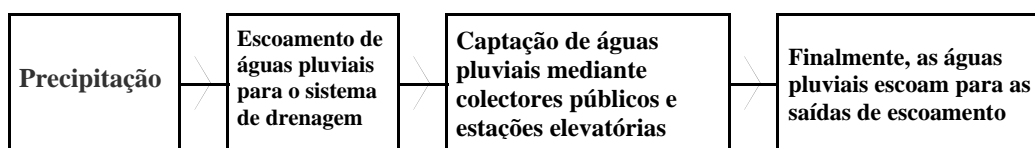
Quadro 2 – Localização das caixas de visita e dos colectores de águas residuais
(Tubagens de compressão em cor azul)



Quadro 3 – Localização das caixas de visita e dos colectores unitários

Capítulo III Breve apresentação do sistema de drenagem de águas pluviais

O sistema de drenagem de águas pluviais é um sistema para captar águas pluviais, composto pelas caixas de visita e colectores de águas pluviais, caixas de visita e colectores unitários, estações elevatórias de águas pluviais e saídas de escoamento. *Vide* Quadro 4 o circuito de funcionamento do sistema de drenagem de águas pluviais.



Quadro 4 – Circuito de funcionamento do sistema de drenagem de águas pluviais

Uma vez que as águas pluviais escoam directamente para as saídas de escoamento mediante colectores ou estações elevatórias, caso a respectiva capacidade de drenagem seja inferior aos caudais de águas pluviais escoadas para essas saídas, poderão ocorrer inundações.

III.1. Capacidade de drenagem das saídas de escoamento

Relativamente à avaliação da capacidade de drenagem do sistema de drenagem de águas pluviais, a jusante encontra-se livre de qualquer obstrução. Sendo assim, a fim de haver uma melhor capacidade de drenagem, as saídas de escoamento devem conservar-se permanentemente desobstruídas e desimpedidas.

A variação da capacidade de drenagem das saídas de escoamento depende da altura da maré, quando a maré é mais alta do que as saídas de escoamento, a capacidade de drenagem será reduzida. Uma vez que vários bairros de Macau ficam em zonas baixas, sofrem frequentemente com as inundações causadas pela água do mar.

III.2. Pontos negros de inundações

A Península de Macau tem sofrido diferentes níveis de inundações ao longo dos anos, nomeadamente, as mais graves e que ocorrem com maior frequência têm-se registado em bairros de San Kio, da Avenida de Horta e Costa e do Porto Interior. Segundo as informações sobre inundações extraídas de jornais e de páginas electrónicas depois do ano de 2000 e os dados das estações de monitorização do nível da água e tendo em consideração a reformulação do sistema de drenagem nos últimos anos, o presente estudo resume a localização das inundações ocorridas anteriormente na Península de Macau:

1. Bairros de San Kio e da Avenida de Horta e Costa;
2. Bairro do Porto Interior;
3. Estrada do Reservatório;
4. Bairro da Areia Preta;
5. Bairro de Tamagnini Barbosa.

Para além dos locais acima mencionados, as localizações onde ocorrem inundações de carácter accidental são os seguintes:

1. Bairro do Fai Chi Kei;
2. Bairro das Portas do Cerco;
3. Bairro Iao Hon;
4. Bairro da Praia Grande;
5. Bairro da Zona de Aterros do Porto Exterior (ZAPE);
6. Bairro da Ilha Verde.

Uma vez que estas inundações são de carácter accidental, não se podem definir as suas causas (ou se os incidentes são em acidentalmente provocados pelo sistema elevatório interno). No entanto, alguns destes locais de inundações já foram objecto de obras de reformulação aos seus sistemas de drenagem. Caso depois não se registem mais inundações, não propomos quaisquer soluções para melhorar a situação.

III.3. Área de captação e inundações

Tendo em conta que cada saída de escoamento tem uma área própria de captação, concluímos que as áreas de captação assumem diferentes formas e tamanhos. O Quadro 5 mostra as áreas de captação das saídas de escoamento de maior dimensão distribuídas pela Península de Macau

Durante a ocorrência de inundações, devido à saturação da capacidade de drenagem dos colectores, as águas pluviais ficam impedidas de escoar para o sistema de drenagem de águas pluviais, por isso, as águas pluviais são escoadas através do pavimento para as zonas baixas. Caso a área de captação na zona de inundações seja grande, as inundações também serão maiores.



Quadro 5 – Principais áreas de captação

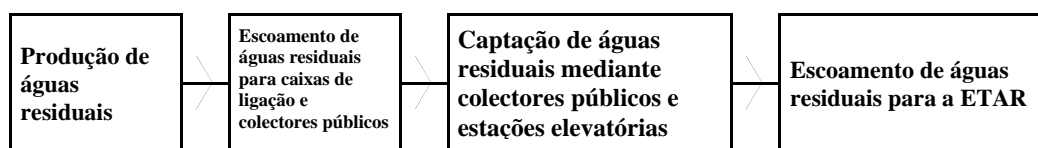
III.4. Poluição dos colectores de águas pluviais causada pelas águas residuais

Uma vez que o sistema de drenagem da Península de Macau é composto por um novo sistema de drenagem e também pelo antigo (rede de drenagem separativa de águas pluviais e residuais e rede de drenagem unitária), verifica-se ainda a situação em que as águas residuais são escoadas erradamente para o sistema de drenagem de águas pluviais, poluindo assim este sistema. As principais áreas contaminadas são as zonas da Bacia Norte do Patane, da Bacia Sul do Patane, do Canal dos Patos, dos Novos Aterros do Porto Exterior (NAPE) e da Areia Preta.

Nesta óptica, propomos uma nova ligação de colectores por via gravítica para as respectivas redes, de modo a substituir os colectores anteriores que foram instalados erradamente, implementar a lei, aumentar a fiscalização, melhorar os poços separativos, instalar e fazer a manutenção das válvulas de retenção, assim como construir novos colectores e estações elevatórias de águas residuais com vista a escoar as águas residuais para a ETAR da Península de Macau.

Capítulo IV Breve apresentação do sistema de drenagem de águas residuais

O sistema de drenagem de águas residuais é um sistema para captar águas residuais, composto pelas caixas de visita e colectores de águas residuais, caixas de visita e colectores unitários, estações elevatórias de águas residuais e ETAR. O circuito de funcionamento do sistema de drenagem de águas residuais é descrito no Quadro 6.



Quadro 6 – Circuito de funcionamento do sistema de drenagem de águas residuais

IV.1. Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)

As águas residuais da Península de Macau são tratadas pelas ETARs da Península de Macau e do Parque Industrial Transfronteiriço de Macau. Em geral, a maior parte das águas residuais é tratada pela ETAR da Península de Macau e a ETAR do Parque Industrial Transfronteiriço de Macau trata apenas das águas residuais do próprio parque.

Uma vez que nas zonas antigas da Península de Macau estão instalados colectores unitários, deste modo, as águas pluviais são escoadas para o sistema elevatório mediante colectores unitários e consequentemente escoadas para a ETAR. Devido ao baixo escoamento (inferior ao nível da maré) dos tubos de descarga de alguns sistemas elevatórios de águas residuais, a ETAR é também afectada indirectamente pelas inundações causadas pela água do mar.

IV.2. Avaliação do ponto da situação referente ao sistema de drenagem de águas residuais

IV.2.1. Avaliação da capacidade de drenagem dos colectores

Quando os caudais de águas residuais são superiores à capacidade de drenagem dos colectores, não é permitido o escoamento de águas residuais para a jusante. Comparando o dimensionamento dos caudais de águas residuais e a capacidade de drenagem dos colectores, podemos verificar se a capacidade de drenagem dos colectores de cada troço é suficiente ou não.

Relativamente aos colectores com capacidade de drenagem insuficiente, recomenda-se um projecto de modernização. Contudo, na prática, não se verificam muitos casos de insuficiência da capacidade de drenagem dos colectores de águas residuais.

IV.2.2. Avaliação da capacidade de captação e elevação da estação elevatória

No intuito de resolver as questões referentes à insuficiência de capacidade de captação e elevação da estação elevatória de águas residuais, propomos a realização de obras de ampliação do volume das estações elevatórias (EP1, EP2 e EP3), em que se deve

utilizar prioritariamente uma bomba de água com alta capacidade de captação e elevação, de modo a evitar a substituição das tubagens de compressão.

Por outro lado, nas estações elevatórias EP6, EP3A, EE4, EE2 e na do Parque Industrial Transfronteiriço de Macau ainda não foi instalado um dispositivo para registar os dados sobre a operação das estações elevatórias, deste modo, propomos a modernização dos equipamentos destas estações elevatórias com vista a registar os respectivos dados.

IV.2.3. Avaliação da capacidade de tratamento da ETAR

A ampliação da capacidade da ETAR é uma solução de melhoria. As águas residuais das zonas A e B dos novos aterros urbanos poderão ser escoadas para a ETAR da Península de Macau ou para a nova ETAR a construir no futuro. Contudo, a solução final depende da implementação do planeamento urbanístico destas zonas.

IV.3. Funcionamento anormal do sistema de drenagem de águas residuais

IV.3.1. Escoamento de águas pluviais para as estações elevatórias de águas residuais

Propomos o desvio das águas pluviais provenientes do sistema de drenagem unitário para os colectores de águas pluviais existentes ou que serão construídos por via gravítica, mediante poços separativos. A par disso, no intuito de evitar que as águas pluviais provenientes do existente sistema de drenagem de águas pluviais refluem para o sistema de drenagem unitário mediante poços separativos, devem-se instalar válvulas de retenção na jusante do poço separativo.

Por outro lado, considerando que a substituição plena da rede de drenagem separativa de águas pluviais e residuais é também uma solução de melhoria.

IV.3.2. Refluxo da água do mar para as estações elevatórias de águas residuais

As estações elevatórias afectadas gravemente pelo refluxo de água do mar, são as estações elevatórias EP1, EP2, EE2 e EE4.

Face à limitação da capacidade de captação e elevação das estações elevatórias, é geralmente impossível escoar toda a água do mar, por isso, nem toda a água do mar que reflui para a estação elevatória pode ser escoada para a estação elevatória situada na jusante.

Nas saídas de escoamento localizadas no bairro do Porto Interior já foram instaladas válvulas de retenção de gravidade, mas o seu funcionamento não tem sido muito satisfeito, por isso, propomos que a sua manutenção seja mais frequente com vista a garantir o seu estancamento. No caso de não se poder garantir o estancamento, é melhor substituir por válvulas de retenção de aço inoxidável.

IV.3.3. Escoamento de águas pluviais e residuais para a ETAR da Península de Macau

Da leitura dos dados respeitantes ao volume de águas residuais tratado, registados no período compreendido entre Novembro de 2013 e Fevereiro de 2015, para efeitos de

cálculo mensal do volume de águas residuais tratado, acrescido da época de precipitação e maré alta, foi calculado a partir dos caudais diários dos dias em que ocorreu precipitação e dos dias em que houve precipitação com maré alta subtraído dos caudais médios dos dias em que não houve precipitação nem maré alta. Concluimos que o volume de águas residuais tratado subiu em média 13,4% e 13,9% nos dias de precipitação e nos dias de precipitação com maré alta, respectivamente, podendo a situação mais grave atingir 26,1%. Deste modo, no sistema de drenagem da Península de Macau, podemos verificar que o escoamento de águas pluviais e as inundações causadas pela água do mar têm um impacto considerável no volume de águas residuais tratado.

Nesta óptica, através da ampliação do volume da ETAR, podemos resolver o problema referente ao impedimento de águas provenientes da montante causado pela falta de capacidade de tratamento da ETAR.

Capítulo V Conclusão

Através de classificação detalhada, compilação, revisão e estudo dos dados do sistema de drenagem, o presente estudo analisou os problemas que afectam o sistema de drenagem pública da Península de Macau, causados pelas inundações e pelo escoamento de águas pluviais e água do mar para o sistema de drenagem de águas residuais.

As causas são:

- Uma vez que as saídas de escoamento ficam sempre bloqueadas nas zonas baixas da Península de Macau, os colectores de águas pluviais não conseguem a sua capacidade de drenagem inicialmente definida, resultando assim inundações;
- Falta de capacidade de drenagem dos colectores existentes (ou seja, do actual sistema de drenagem unitário);
- Uma vez que algumas zonas antigas adoptam ainda o sistema de drenagem unitário, por isso, as águas pluviais deles provenientes são escoadas inevitavelmente para o sistema de drenagem de águas residuais;
- Os tubos de descarga das estações elevatórias existentes (EE4, EP1 e EP2) estão ligados às saídas de escoamento situadas no bairro do Porto Interior, por isso, na época da maré alta, a água do mar reflui para o sistema de drenagem de águas residuais através desses tubos.

Considerando que os novos aterros urbanos já implementaram de forma plena o sistema de drenagem separativo de águas pluviais e residuais, por isso, não se verificam as questões acima mencionadas. Actualmente, a rede de drenagem separativa de águas pluviais e residuais representa aproximadamente 68% do sistema de drenagem da Península de Macau. O sistema de drenagem unitário localizado na zona antiga será substituído de forma programada pela rede de drenagem separativa de águas pluviais e residuais, esperando-se que num futuro próximo isso abrange toda a cidade de Macau.

Relativamente às questões acima mencionadas, realizaram-se várias obras de reordenamento dos sistemas de drenagem nos últimos anos (por exemplo, a “Obra de Reordenamento da Rede de Drenagem na Avenida de Horta e Costa”, as obras separativas de águas pluviais e residuais da Avenida do Ouvidor Arriaga e do bairro da Rotunda de Carlos da Maia, bem como a obra de construção da nova estação elevatória de águas pluviais de Lam Mau Tong). Apesar de se terem resolvido as questões em causa, contudo, verificamos ainda que as obras de reordenamento do sistema de drenagem em locais com muito trânsito, nas faixas de rodagem de sentido único e nas vias estreitas de grande circulação pedonal, a vedação de vias para a realização dessas obras traz inconvenientes aos moradores. Dadas as restrições de espaço, não é possível elevar os padrões de concepção para melhorar o problema do escoamento de águas pluviais. Por outro lado, dadas as restrições no trânsito e as restrições de espaço para a execução de obras, as obras de beneficiação apenas poderão ser levadas a cabo em articulação com um planeamento urbanístico completo.

Apesar da alta complexidade do sistema de drenagem da Península de Macau (a coexistência do novo sistema de drenagem com o antigo e as limitações geográficas), temos confiança de que iremos resolver os problemas através da implementação de forma programada de soluções de melhoria.