



Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Catarina Marques de Jesus

Trabalho de projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Arquitetura
(Mestrado Integrado em Arquitetura)

Creche, Centro de dia e Sociedade União Musical Alenquerense - Alenquer
Tutor: Pedro Botelho, Professor auxiliar, ISCTE

Reaproveitamento de águas pluviais em edifícios públicos. Um caso de estudo em Alenquer
Orientador: Vasco Rato, Professor auxiliar, ISCTE

Outubro 2017

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por todo o apoio e ajuda, por sempre acreditarem em mim e por poder contar sempre com eles.

Ao meu irmão por estar sempre presente e pronto a ajudar, por todo o apoio e pela companhia nas longas noites de trabalho.

Ao Bruno por todo o apoio ao longo do curso, por saber animar qualquer momento e estar sempre pronto para ajudar nas maquetes.

À minha família por me incentivarem a seguir os meus sonhos.

Aos meus amigos, em especial os que me acompanharam nesta caminhada, pois sem eles não teria sido a mesma coisa.

Ao professor Pedro Botelho e ao professor Vasco Rato por toda a ajuda e paciência durante este último ano.

INDÍCE GERAL

Parte I - Componente prática

Creche, Centro de dia e Sociedade União Musical Alenquerense - Alenquer

Parte II - Componente teórica

Reaproveitamento de águas pluviais em edifícios públicos. Um caso de estudo em Alenquer

Parte I

Creche, Centro de dia e Sociedade União Musical Alenquerense - Alenquer

Trabalho prático submetido como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em
Arquitectura

Tutor: Pedro Botelho, Professor auxiliar do ISCTE

	ÍNDICE
Introdução	11
Localização	12
Análise do território	15
Demografia	33
Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano	39
Registo fotográfico histórico	44
Registo fotográfico atual	54
Estratégia de intervenção	63
Proposta individual	73
Localização	74
Contexto histórico	76
Edifício existente - Levantamento	80
Edifício existente - Plantas e Alçados	83
Edifício existente - Registo fotográfico	88
Processo de desenvolvimento	108
Proposta final	122
Desenhos	124

INTRODUÇÃO

O presente caderno tem como objectivo mostrar o trabalho desenvolvido ao longo do ano lectivo até à apresentação do Projecto Final de Arquitetura.

Alenquer é o local de intervenção e de estudo, sendo que as áreas a abordar organizam-se em torno da Vila de Alenquer, do Carregado e das estações de comboio da Vala do Carregado. Existindo diversas oportunidades de intervenção, os objetivos deste trabalho passam por um rigoroso processo de investigação de forma a elaborar “uma leitura crítica e integrada de um território urbano concreto em processo de transformação e requalificação.”¹

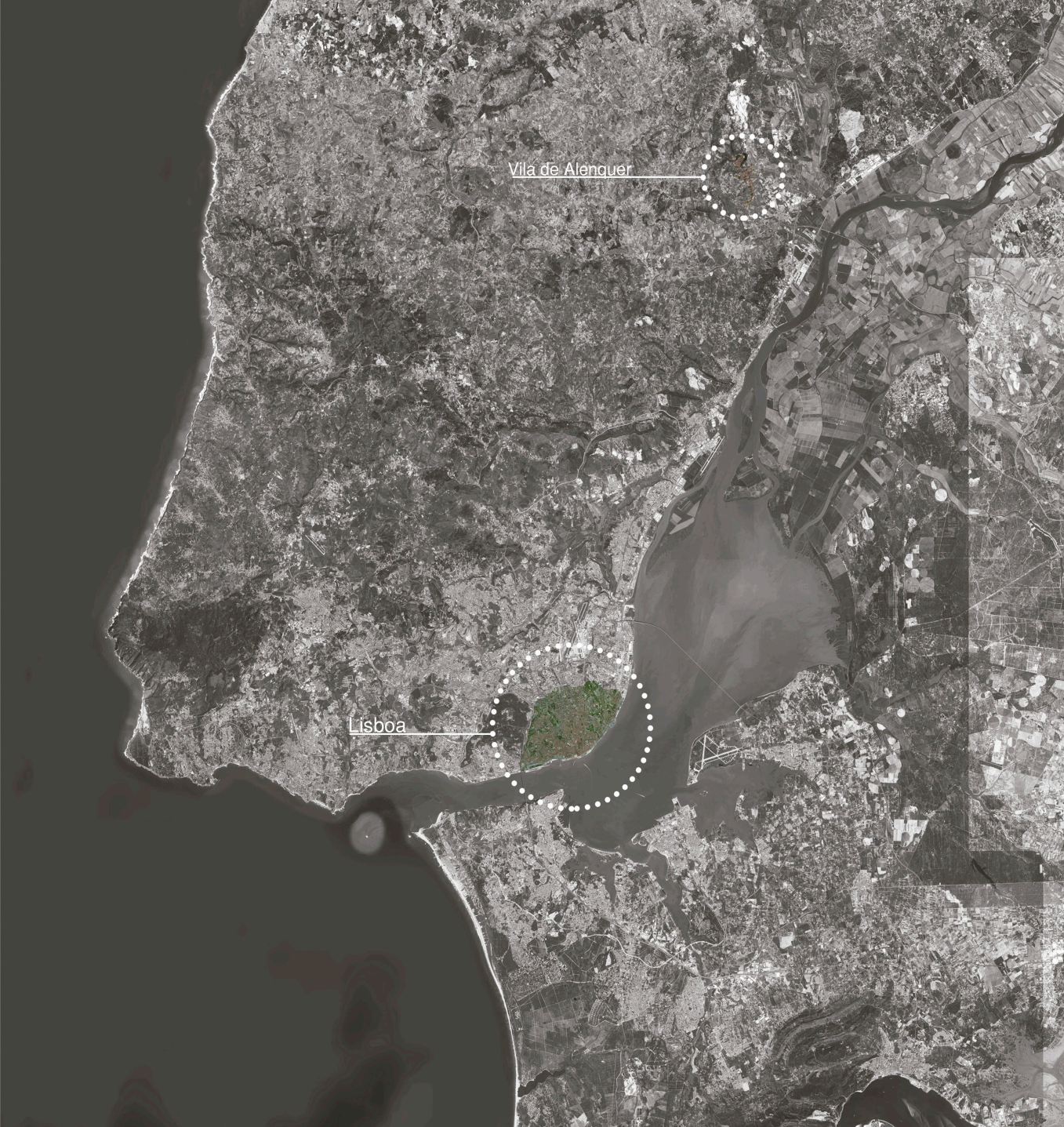
Após uma análise do território e de uma intervenção geral, este trabalho incidiu sobre a Vila de Alenquer procurando melhorar o espaço urbano através da reabilitação e ampliação de um edifício.

1. Retirado do enunciado apresentado na sessão de apresentação do Projecto Final de Arquitetura.

LOCALIZAÇÃO

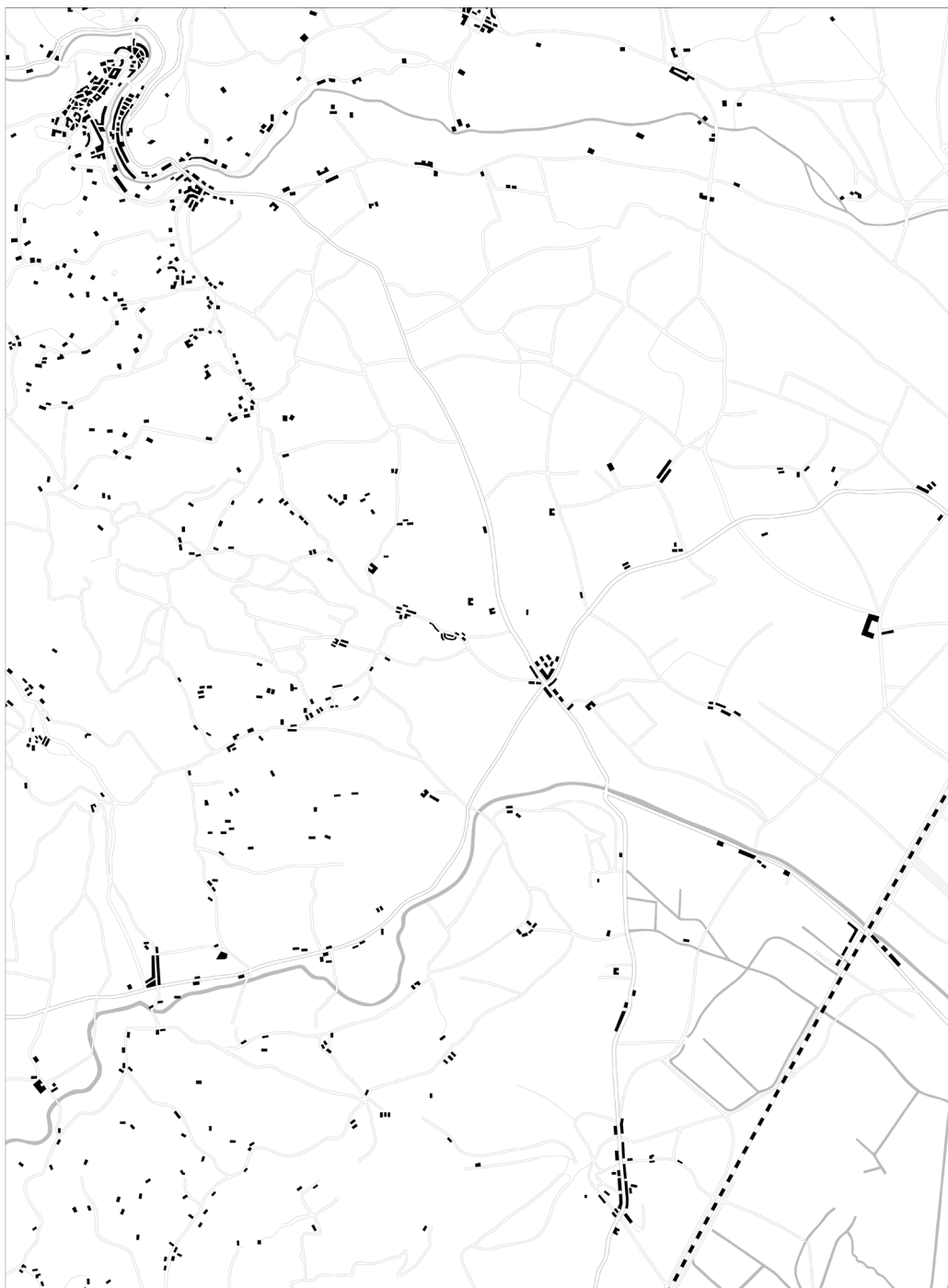
Inserida na Área Metropolitana de Lisboa (AML), Alenquer pertence ao distrito de Lisboa, região Centro e sub-região do Oeste. Encontrando-se a 45 km do centro de Lisboa a sua localização estratégica contribui para a sua relevância no território.

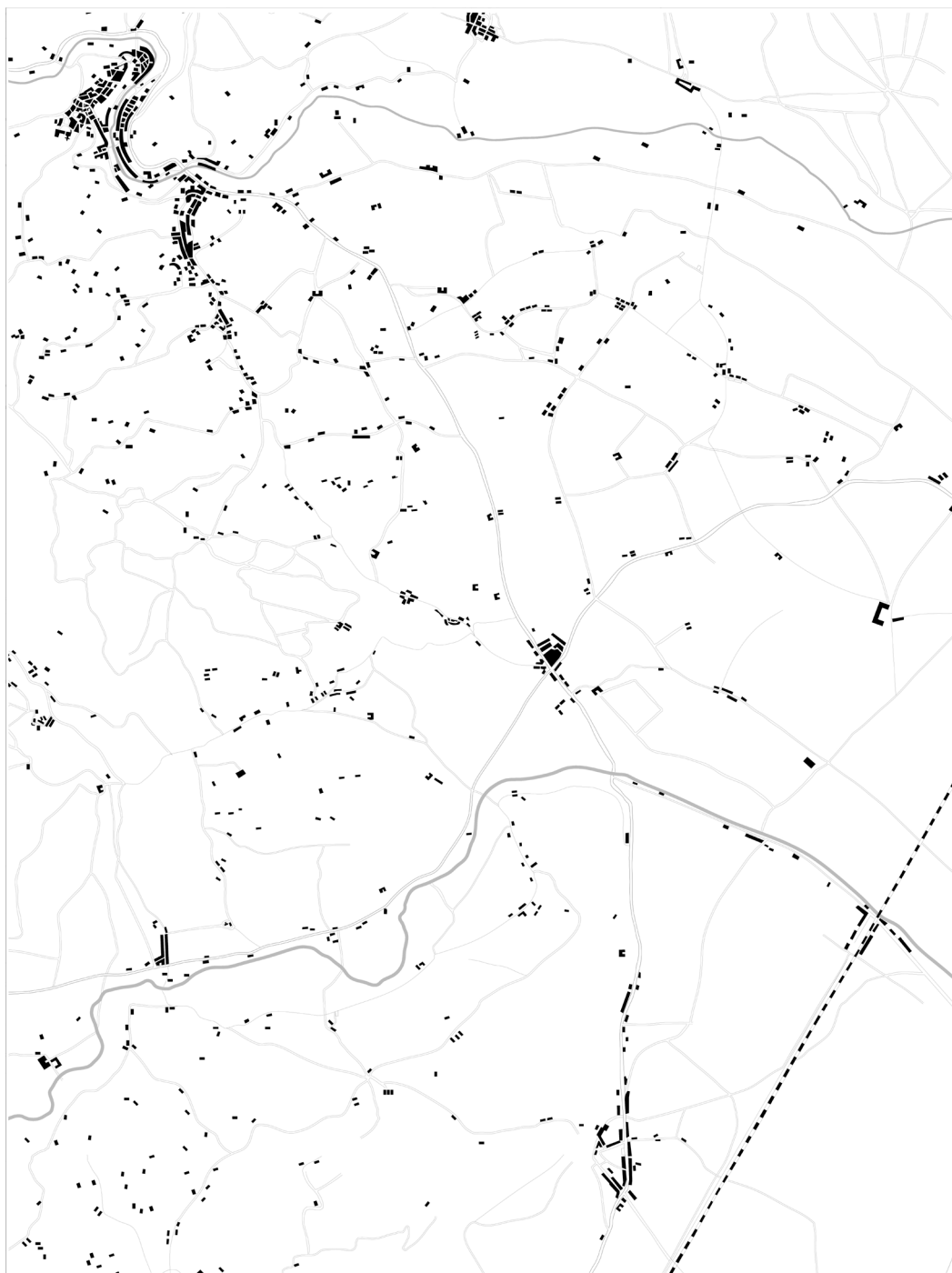
O concelho é caracterizado por um contraste entre uma rede de infra estruturas de mobilidade (rodoviária e comboio) e um sistema de produção industrial e agrícola.



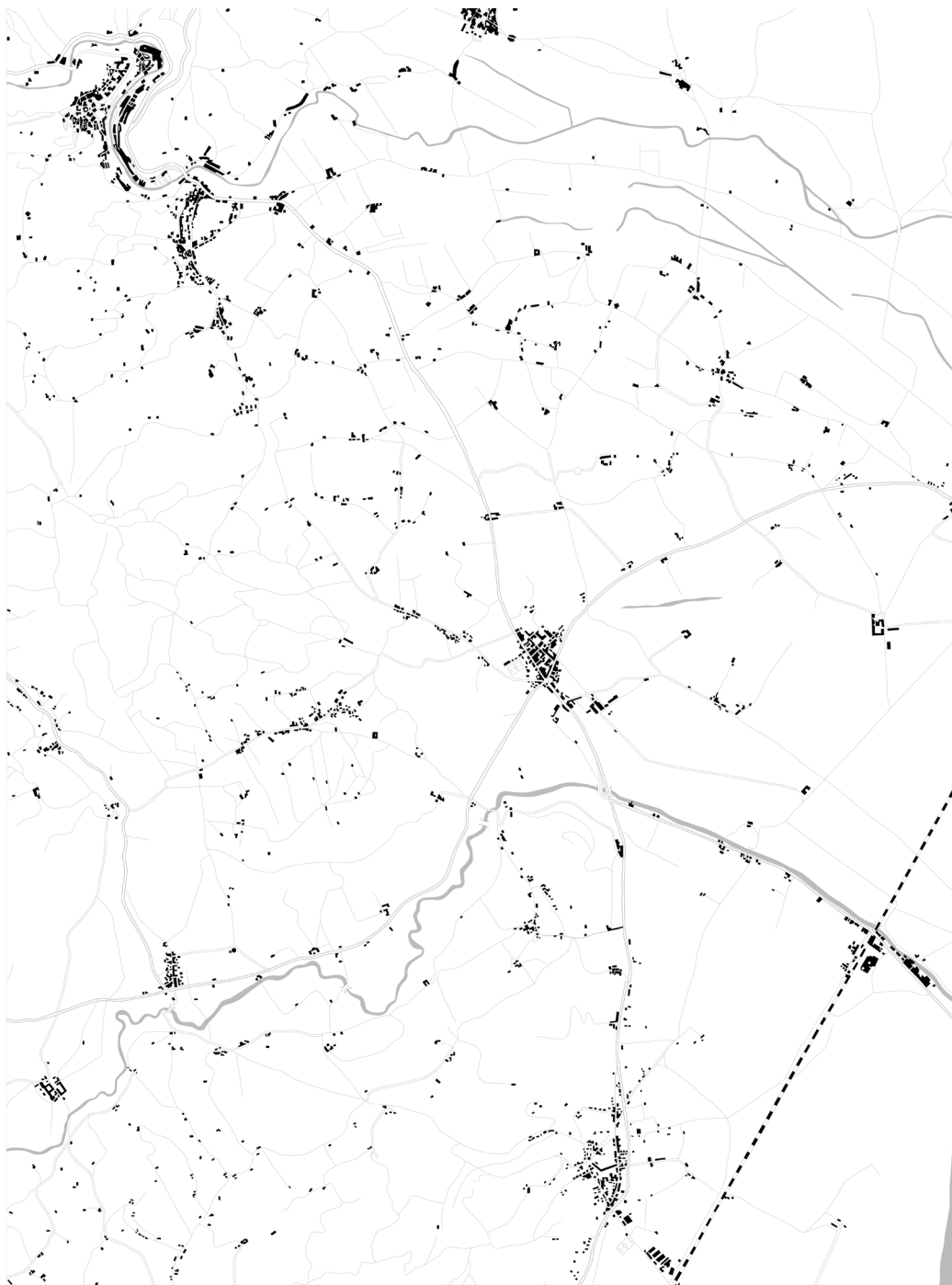
ANÁLISE DO TERRITÓRIO

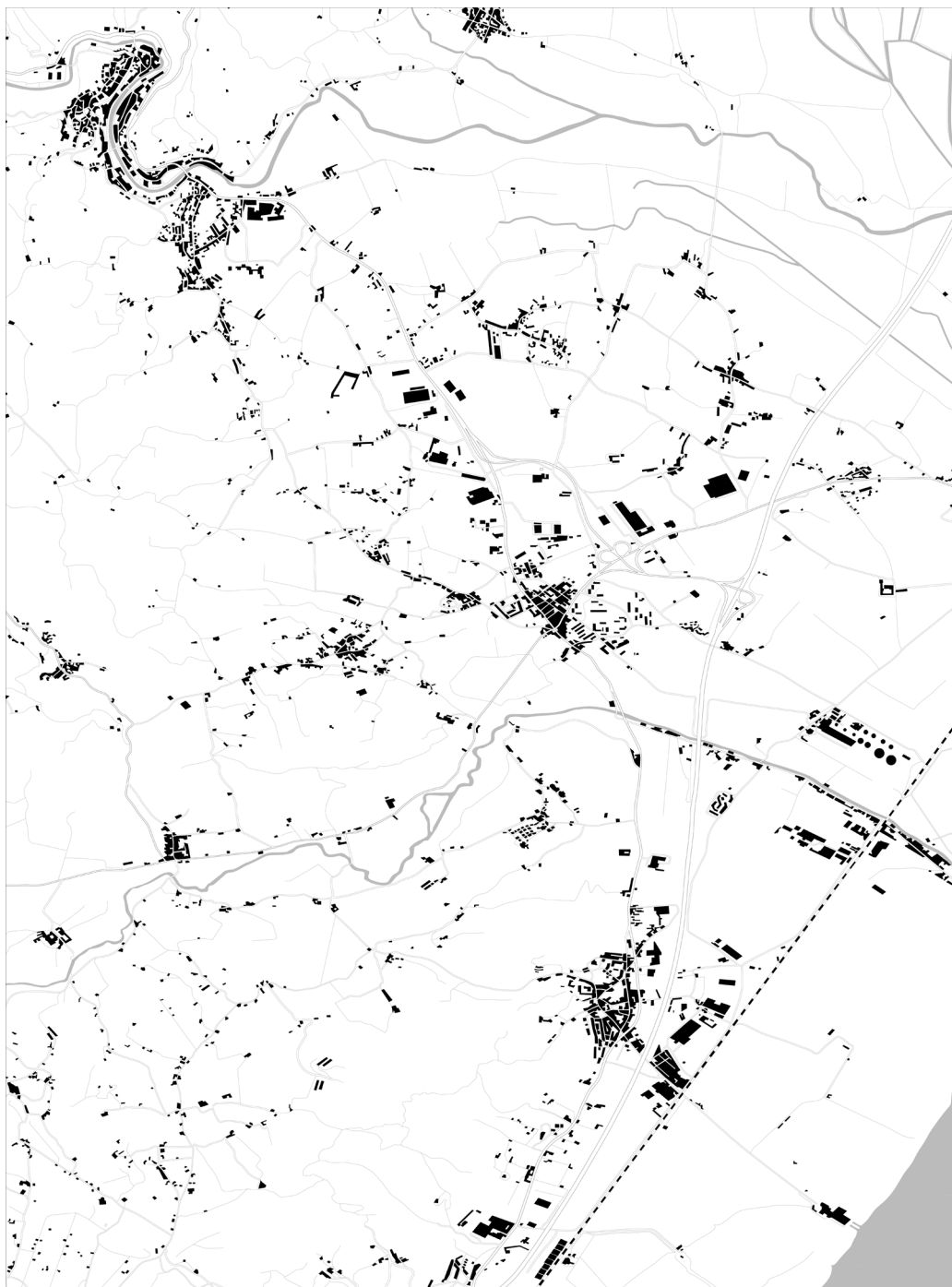
Concelho de Alenquer





Evolução histórica - Planta Alenquer e Carregado [1942]



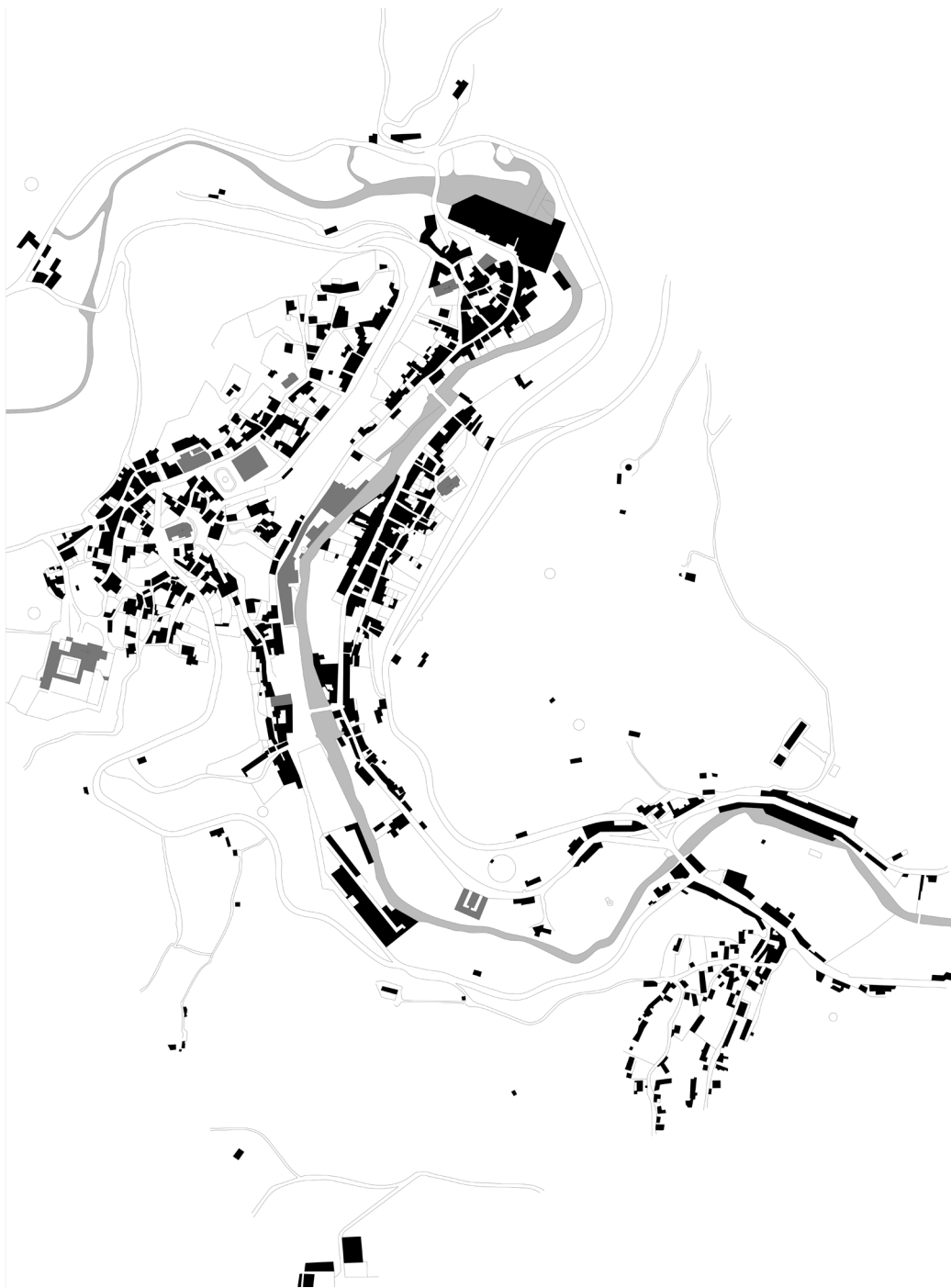


Evolução histórica - Planta Alenquer e Carregado [1992]





Evolução histórica - Planta Alenquer e Carregado [2016]





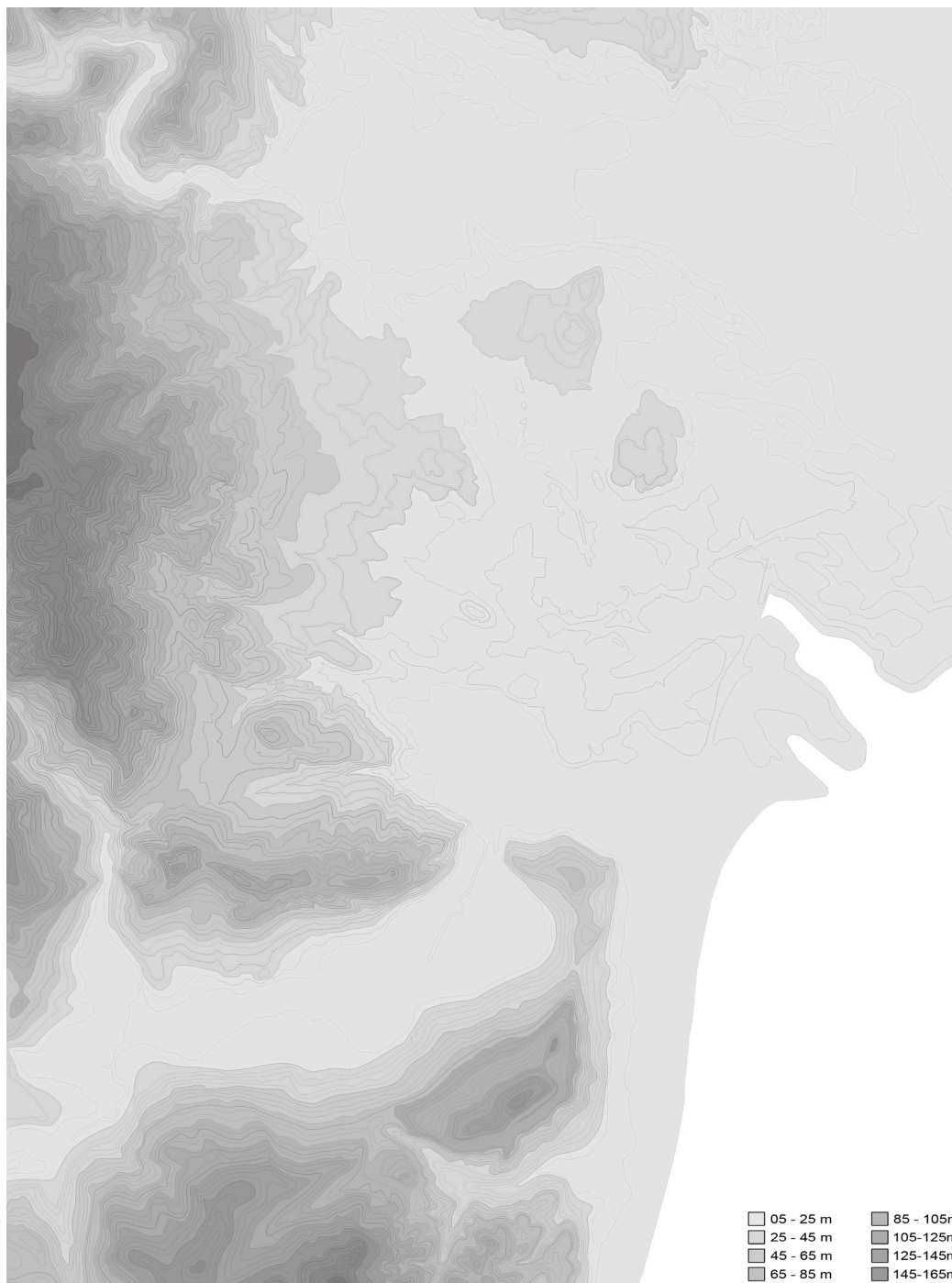
Evolução histórica - Planta Alenquer [2016]

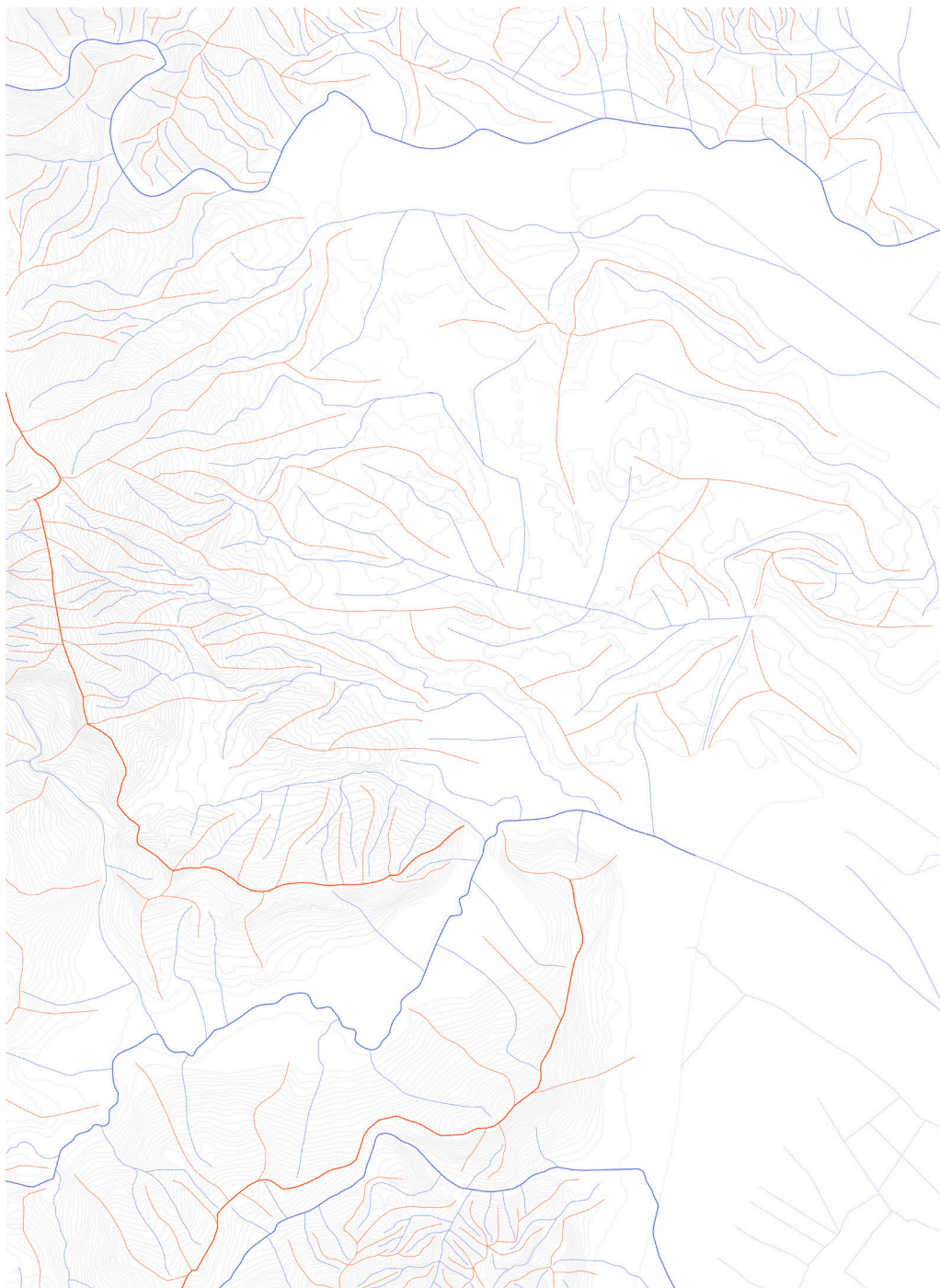


- a) Porta da vila
- b) Porta do Carvalho ou da Conceição
- c) Porta de Santiago
- d) Porta da traição
- e) Porta do Castelo?
- f) Porta ou Postigo

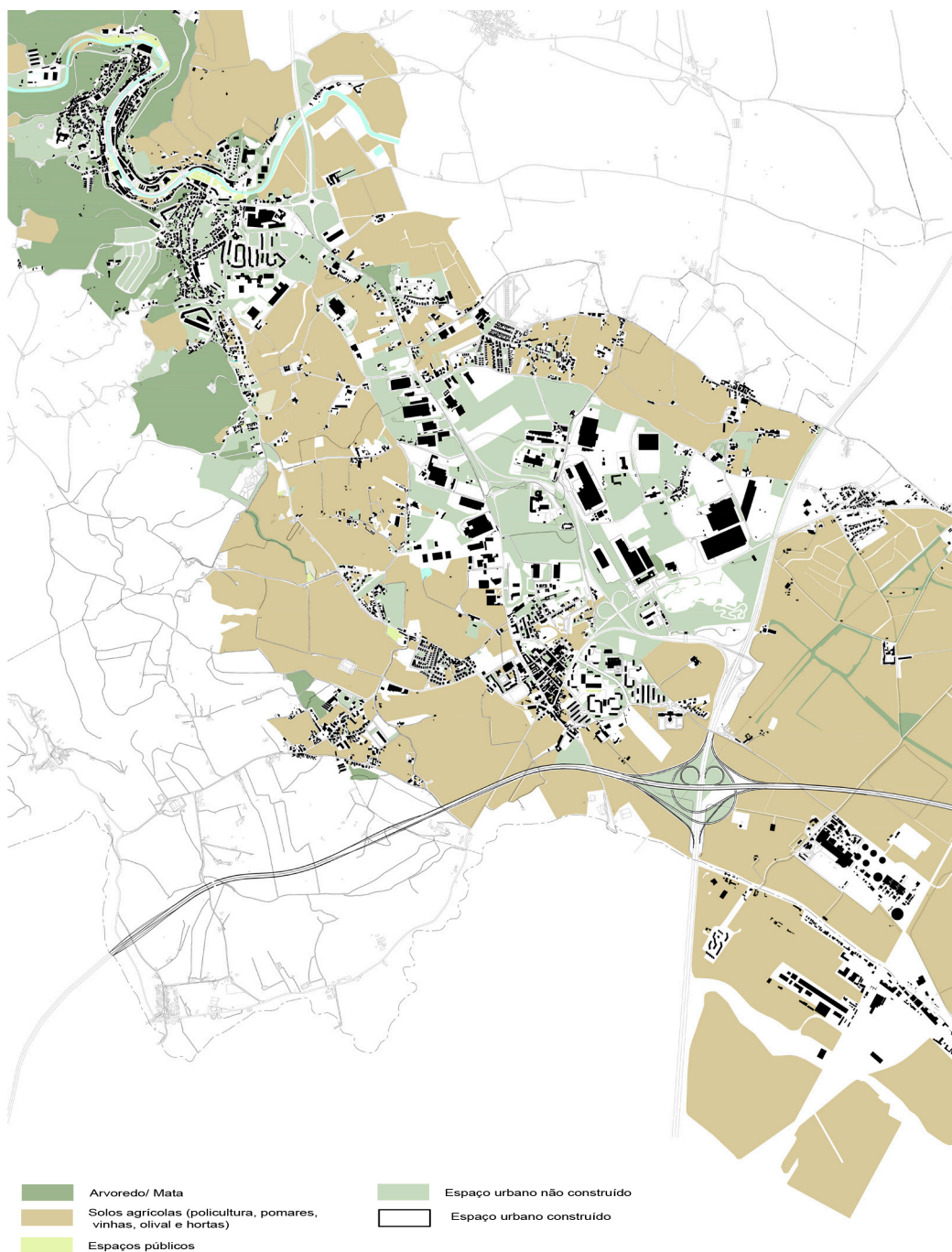
1. Praça(Câmara Municipal)
2. Igreja de Santo Estevão (Museu Hipólito Cabaço)
3. Judiaria (Rua da Judiaria)
4. "Rua direita" (R. Maria Milne do Carmo, antiga R. da Cadeia + R. da Judiaria)
5. Açougues Velhos?
6. Rua que vai dar ao Castelo (Tv. do Castelo)
7. Escadinhas do Município
8. Paços do Concelho?
9. Arco de Santo António?
10. Castelo
11. Alcáçova
12. Torre de Mensagem
13. Calçada do Arco da Almeida
14. Calçada Conde de Ferreira
15. Travessa do Cotovelo
16. Travessa Moisés Carmo
17. Travessa do Castelo
18. Adro dos Judeus?
19. Igreja de Santiago
20. Torre da couraça
21. Ponte da Couraça
22. Ponte de Pancas
23. Igreja da Várzea
24. Calçada Damião de Góis
25. Rua Serpa Pinto (antiga R. do Areal)
26. Travessa da Várzea
27. Beco do Bairro do Areal
28. Travessa da Fábrica
29. Travessa da Torre da Couraça
30. Beco detrás dos Paços

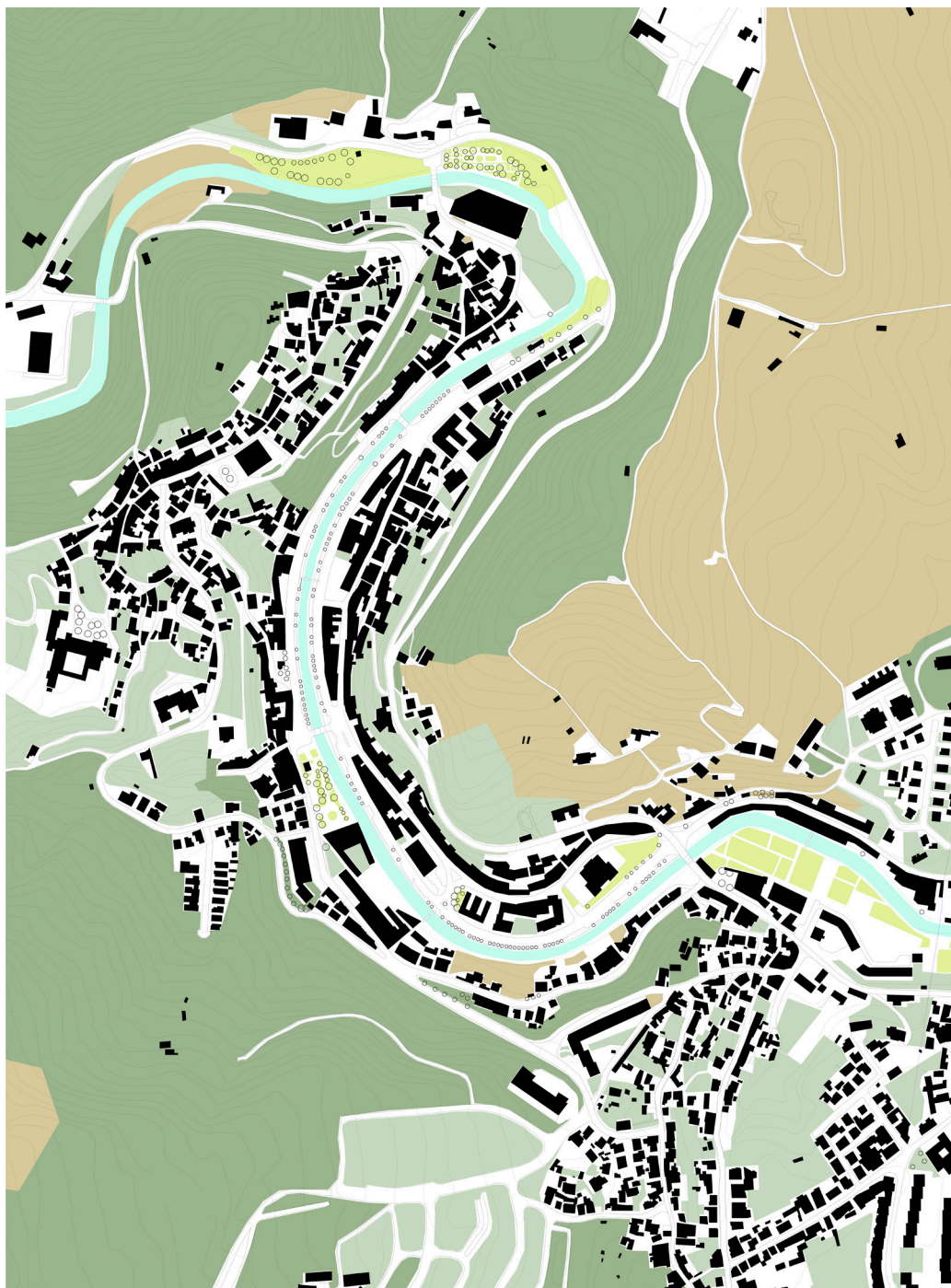
31. ?
32. Igreja de São Pedro
33. Igreja de São Pedro
34. Igreja do Espírito Santo
35. Albergaria do Espírito Santo (Antigos Paços Reais?)
36. Cerca do Convento de S. Francisco
37. Capela de Santo António
38. Cerca do Convento de S. Francisco
39. Travessa do castelo Picão
40. Rua do Terreirinho
41. Serventia para a ponte de Pancas (Tv. do Arco dos Pinéus)
42. Rua do Arco para S. Francisco (Tv. do Arco dos Pinéus)
43. Arco dos Pinéus
44. Rua do Arco para S. Pedro (Tv. do Arco dos Pinéus)
45. Rua que vai para Freiria (R. Amorim Lima)
46. Escadas do Correio Velho
47. Rua Direita que vai para S. Francisco
48. Calçada (Calçada do Espírito Santo)
49. "Coyal"?
50. Rossio
51. Calçada da Mesquita
52. Igreja de Triana
53. Rua que vai para a Igreja de Triana (R. Bento Pereira do Carmo, antiga R. detrás de Triana)
54. Ponte de Triana
55. Rua do Prior
56. Rua de Triana





Linhas de fecho e linhas de vale - Alenquer e Carregado



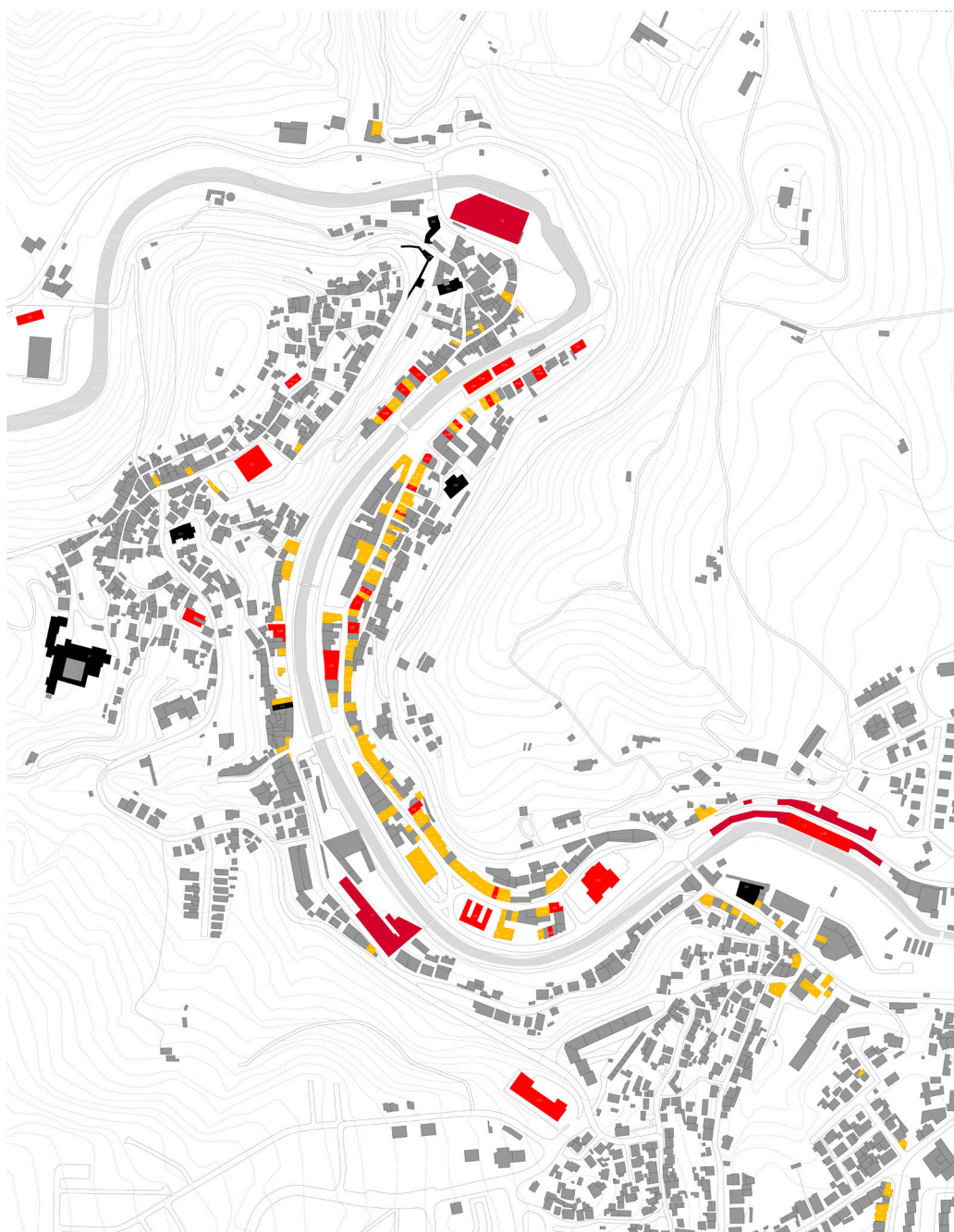


Planta de verdes - Alenquer



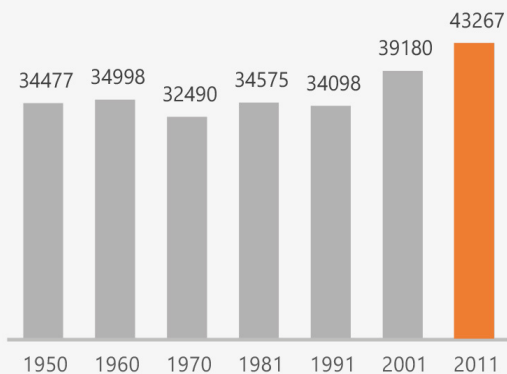


Planta de edificios devolutos - Alenquer

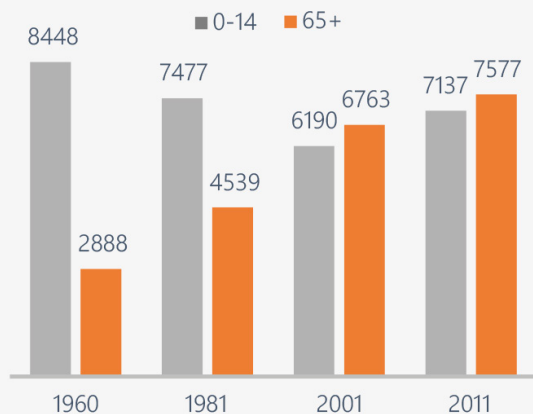


DEMOGRAFIA

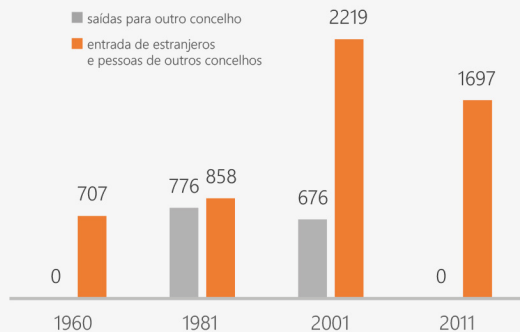
Concelho de Alenquer



POPULAÇÃO RESIDENTE



Nº DE JOVENS E IDOSOS



MIGRAÇÕES

1960

Quebra populacional

Acompanha dinâmicas nacionais

- Guerra colonial
- Migração externa
- Migração interna - Lisboa (falta de oferta de emprego)

Consequências

- Condiciona a evolução demográfica
- Tendência progressiva de envelhecimento
- Erosão das classes mais jovens

1970

Crescimento populacional

Generalizado no Continente

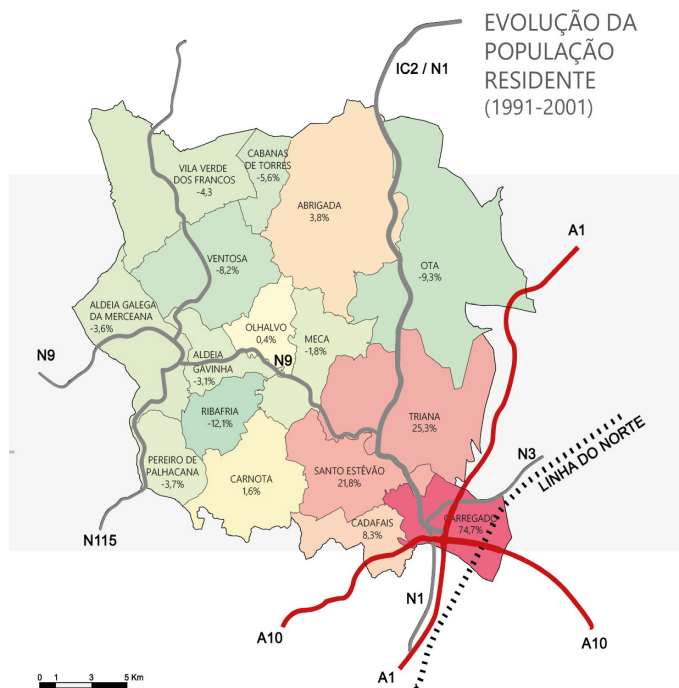
- Regresso das colónias
- Menos emigrações
- Mais qualidade de vida

1981

Quebra populacional

Alenquer mantinha características predominantemente rurais

- Migrações para o centro da AML



1991

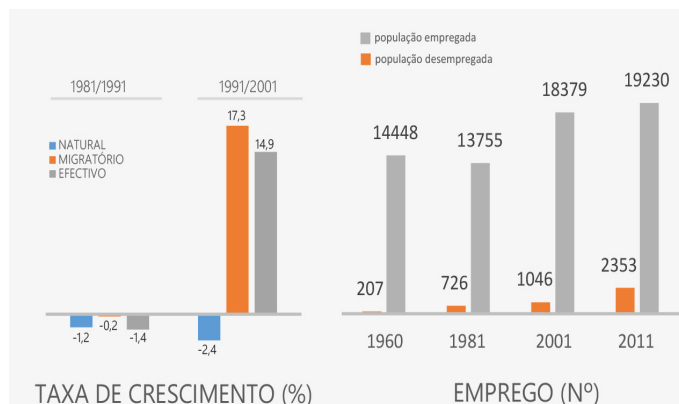
Crescimento populacional

Dinamismo económico concelhio, maior integração na AML

- Afluxo de indivíduos exteriores ao concelho
- Superou perspectivas do PDM
- Contudo à falta de capacidade endógena de substituição geracional

Assimetrias intra-concelhias

- Crescimento e concentração populacional nas freguesias com maior acessibilidade a Lisboa (Carregado, Santo Estevão, Triana e Cadafais)
- Carregado - evolução positiva (acessibilidades, proximidade das unidades de logística mais importantes, proximidade de algumas unidades fabris geradoras de emprego)
- Crescimento populacional em menor ritmo impulsionada pela perspectiva do Novo Aeroporto de Lisboa nas freguesias com fáceis acessos ao Carregado e sede do concelho (Olhalvo e Abrigada)
- Perdas demográficas nas restantes freguesias isoladas e distantes das principais acessibilidades do concelho (a oeste e noroeste, enquadradas pela Serra de Montejo)



2001

Crescimento populacional em apenas 5 freguesias

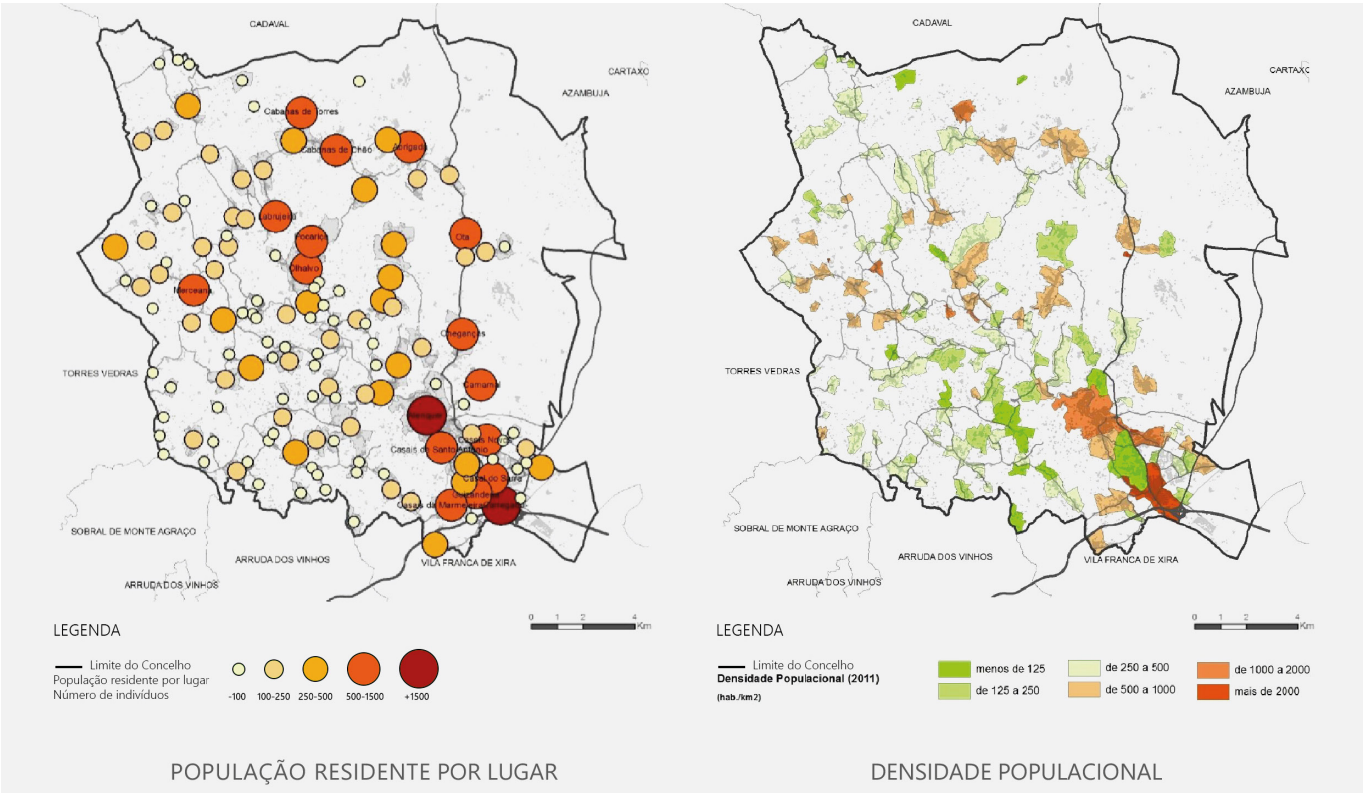
- Carregado, Triana, Santo Estevão, Cadafais e Ota
- localizadas na zona nascente do concelho próximas dos eixos viários principais

Núcleos urbanos mais populosos no eixo urbano Alenquer-Carregado

Em torno destes gravitam diversos lugares com volume de população relativamente elevado, que se encontram funcionalmente dependentes do Carregado ou de Alenquer e que compõem uma malha urbana edificada contínua.

Maior densidade no eixo urbano Alenquer-Carregado

O Carregado é o lugar com maior densidade populacional do concelho, apresentando cerca de 6570 habitantes por km2.

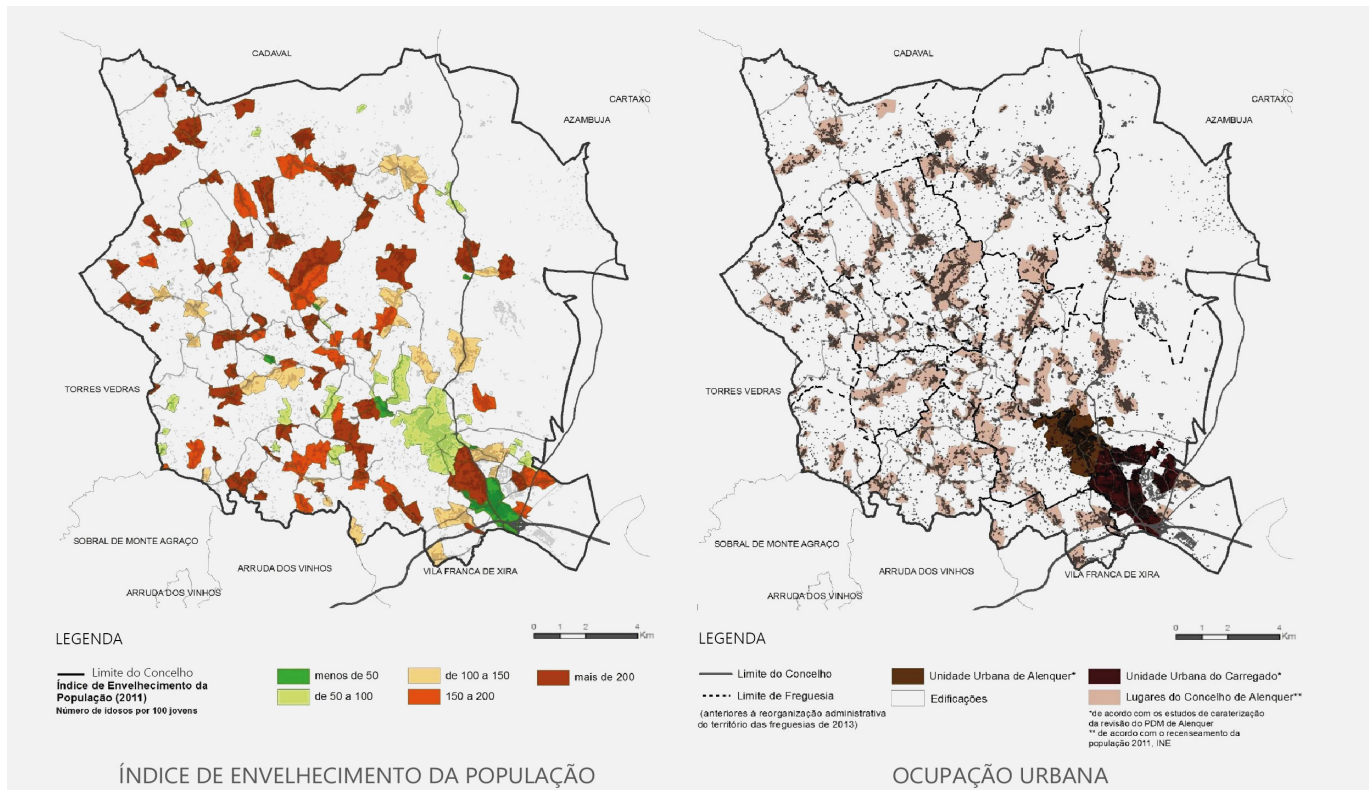


Índice de envelhecimento evidencia duas realidades distintas

- Localização da população jovem na conurbação Alenquer-Carregado
- Elevado envelhecimento da população nos diversos lugares que pontuam o território do município

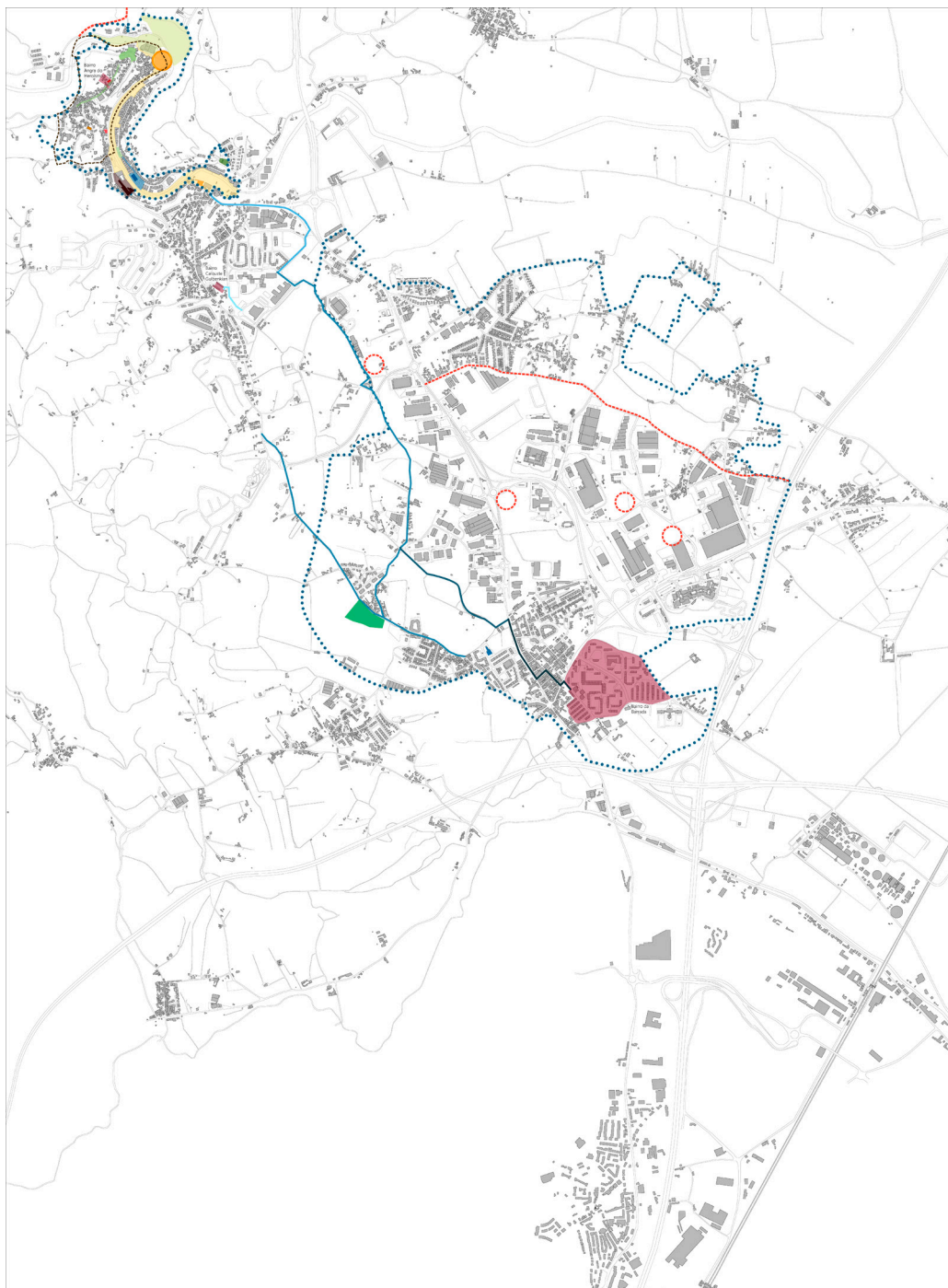
Ocupação urbana maioritariamente dispersa

- Assente numa matriz rural
- Evidente nos múltiplos núcleos de pequena dimensão que pontuam o território
- Estes núcleos populacionais são polarizados por dois aglomerados urbanos (Alenquer e Carregado) que constituem um eixo urbano com preponderância no desenvolvimento do concelho



PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO URBANO

Alenquer e Carregado



PARU Plano de Ação de Regeneração Urbana

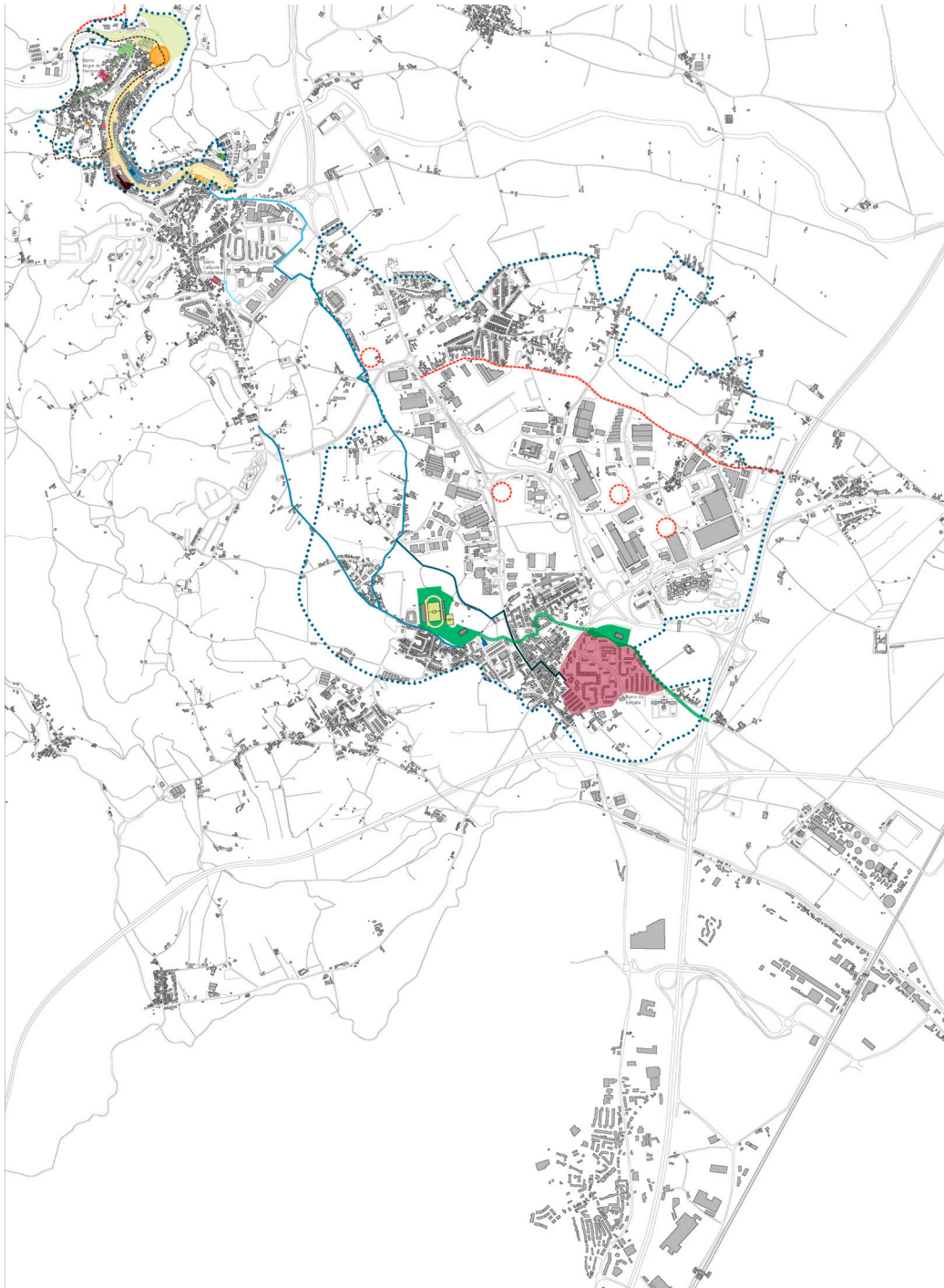
- Requalificação e dinamização da Mata do Areal e do Parque das Tílias
- Promoção de percursos pedonais e turísticos na zona histórica
- Reabilitação do Edificado do bairro Angra do Heroísmo
- Reabilitação e refuncionalização da Escola Conde Ferreira
- Reabilitação do Auditório Damião de Góis
- Reabilitação e refuncionalização do Convento de Nossa Senhora da Conceição
- Reabilitação dos claustros do Convento de Santa Catarina
- Reabilitação do espaço público envolvente ao Castelo de Alenquer e Porta da Conceição
- Reabilitação do espaço público envolvente à Alcáçova - Castelo de Alenquer
- Requalificação urbana do Largo Palmira Bastos
- Reabilitação do espaço público da envolvente à Vila Operária da antiga Romeira
- Requalificação urbana e ambiental da frente ribeirinha do rio Alenquer
- Reabilitação e reconversão do edifício da antiga Fábrica da Chemina e requalificação do espaço público envolvente
- Reabilitação do Mercado Municipal de Alenquer e requalificação urbana do espaço envolvente
- Reabilitação do Mercado Municipal do Carregado
- Criação do Parque verde urbano do Carregado

PAMUS Plano de Ação de Mobilidade Urbana Sustentável

- Adequação do interface de transportes públicos de Alenquer
- Relocalização e melhoria das condições do Parque TIR Carregado-Alenquer (alternativas de localização)
- Criação de circuitos e acessos alternativos para veículos pesados
- Construção de ciclovia e via pedonal de ligação do bairro Calouste Gulbenkian à área de equipamentos
- Construção de ciclovia e via pedonal entre o parque da Romeira, a Quinta de Santa Teresa e a Capela de Santa Catarina
- Construção de ciclovias e via pedonal entre a vila de Alenquer e Carregado
- Construção de ciclovia e via pedonal de ligação da rua Farraguda à EN1
- Construção de ciclovia e via pedonal de ligação da EN1 à urbanização da Barrada

PAICD Plano de Ação e Intervenção nas Comunidades Desfavorecidas

- Bairro da Barrada
 - Reabilitação dos espaços públicos
 - Reabilitação e reconversão do espaço camarário
 - Projecto integrado de inclusão activa da população jovem
 - Projecto integrado de combate ao insucesso e abandono escolar
- Bairro Calouste Gulbenkian
 - Reabilitação dos edifícios
 - Reabilitação dos espaços públicos
 - Projecto integrado de inclusão activa da população residente no bairro



PARU Plano de Ação de Regeneração Urbana

- Requalificação e dinamização da Mata do Areal e do Parque das Tílias
- Promoção de percursos pedonais e turísticos na zona histórica
- Reabilitação do Edificado do bairro Angra do Heroísmo
- Reabilitação e refuncionalização da Escola Conde Ferreira
- Reabilitação do Auditório Damião de Góis
- Reabilitação e refuncionalização do Convento de Nossa Senhora da Conceição
- Reabilitação dos claustros do Convento de Santa Catarina
- Reabilitação do espaço público envolvente ao Castelo de Alenquer e Porta da Conceição
- Reabilitação do espaço público envolvente à Alcáçova - Castelo de Alenquer
- Requalificação urbana do Largo Palmira Bastos
- Reabilitação do espaço público da envolvente à Vila Operária da antiga Romeira
- Requalificação urbana e ambiental da frente ribeirinha do rio Alenquer
- Reabilitação e reconversão do edifício da antiga Fábrica da Chemina e requalificação do espaço público envolvente
- Reabilitação do Mercado Municipal de Alenquer e requalificação urbana do espaço envolvente
- Reabilitação do Mercado Municipal do Carregado
- Criação do Parque verde urbano do Carregado

PAMUS Plano de Ação de Mobilidade Urbana Sustentável

- Adequação do interface de transportes públicos de Alenquer
- Relocalização e melhoria das condições do Parque TIR Carregado-Alenquer (alternativas de localização)
- Criação de circuitos e acessos alternativos para veículos pesados
- Construção de ciclovia e via pedonal de ligação do bairro Calouste Gulbenkian à área de equipamentos
- Construção de ciclovia e via pedonal entre o parque da Romeira, a Quinta de Santa Teresa e a Capela de Santa Catarina
- Construção de ciclovias e via pedonal entre a vila de Alenquer e Carregado
- Construção de ciclovia e via pedonal de ligação da rua Farraguda à EN1
- Construção de ciclovia e via pedonal de ligação da EN1 à urbanização da Barrada

PAICD Plano de Ação e Intervenção nas Comunidades Desfavorecidas

- Bairro da Barrada
 - Reabilitação dos espaços públicos
 - Reabilitação e reconversão do espaço camarário
 - Projecto integrado de inclusão activa da população jovem
 - Projecto integrado de combate ao insucesso e abandono escolar
- Bairro Calouste Gulbenkian
 - Reabilitação dos edifícios
 - Reabilitação dos espaços públicos
 - Projecto integrado de inclusão activa da população residente no bairro

REGISTO FOTOGRÁFICO HISTÓRICO

Vila de Alenquer

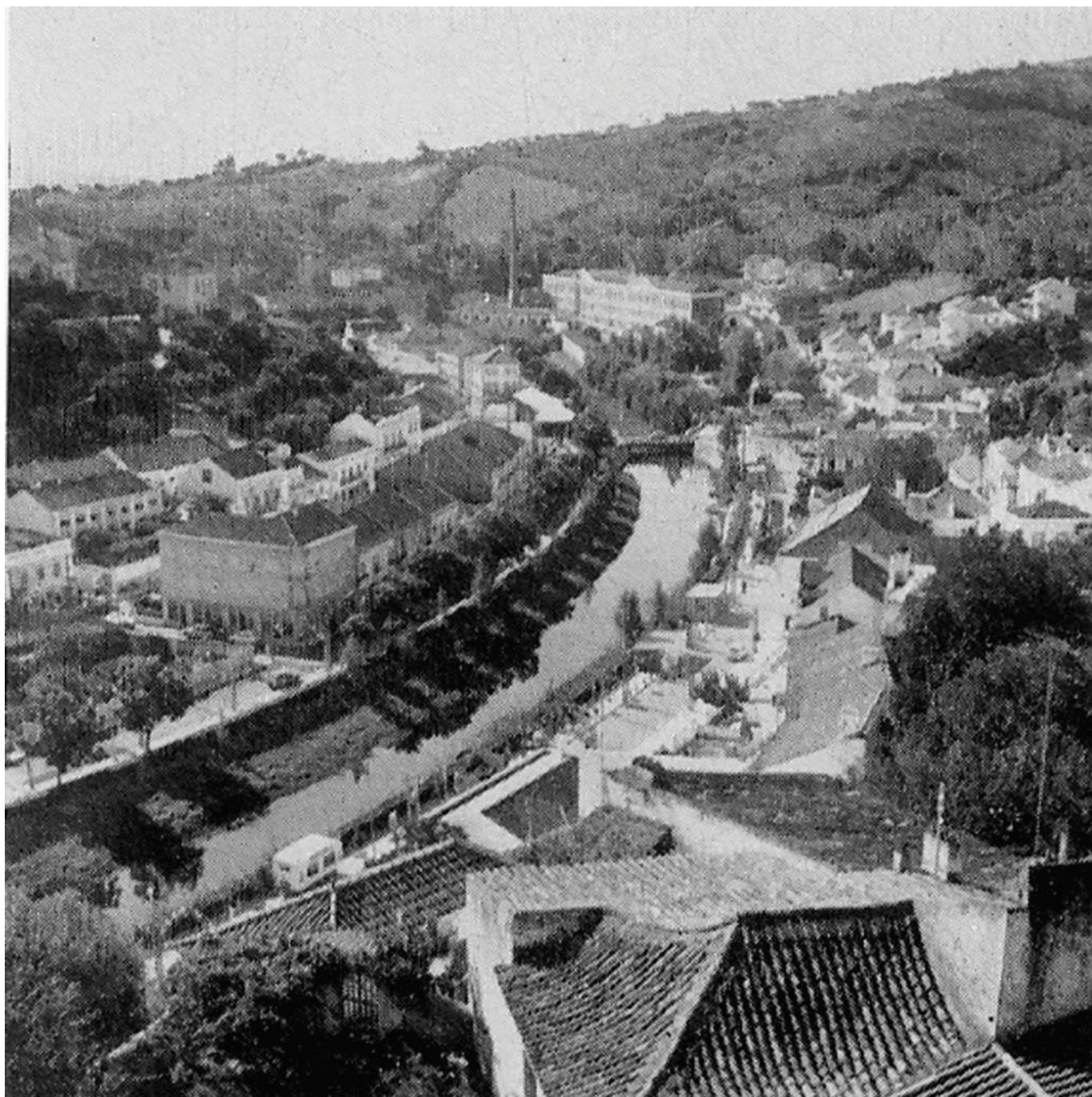


Imagem 1 - A Baixa, vista do largo fronteiro aos Paços do Concelho.

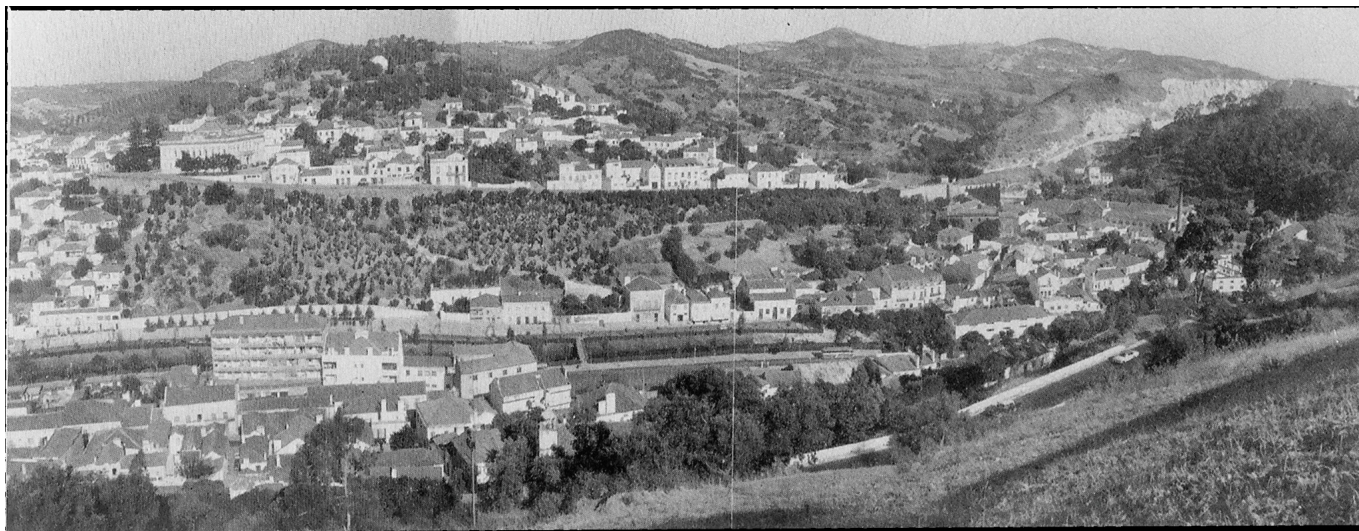


Imagem 2 - A alta e parte da Baixa, vista do leste.



Imagem 3 - Vale de Alenquer visto da Avenida Dr. António Maria Jales (variante) [1939]

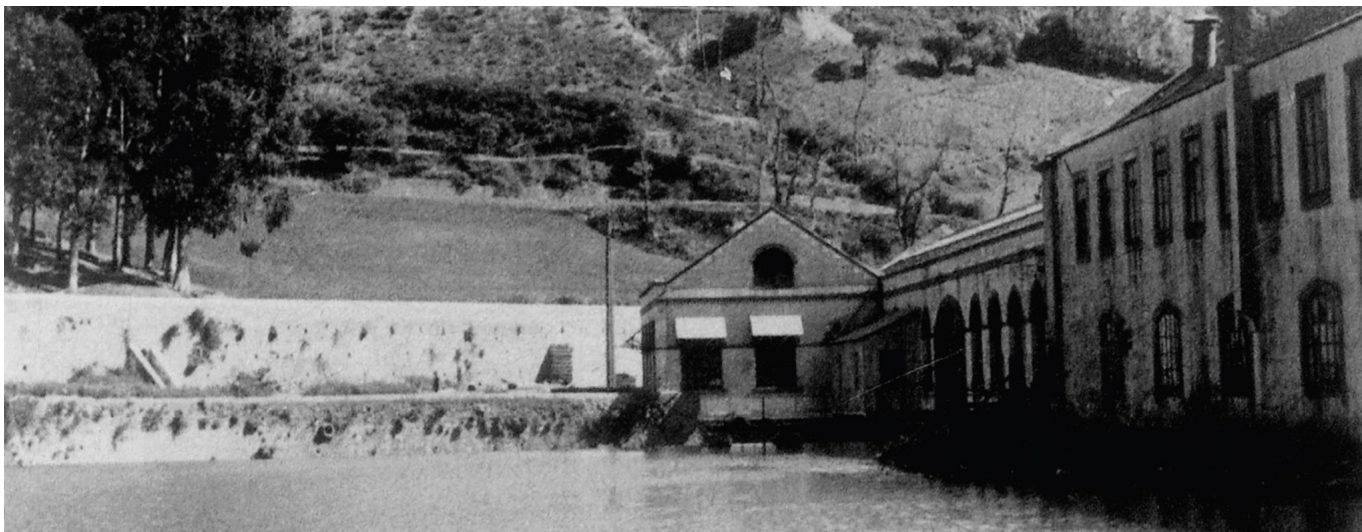


Imagem 4 - Açude das Águas visto das proximidades da ponte [1939]

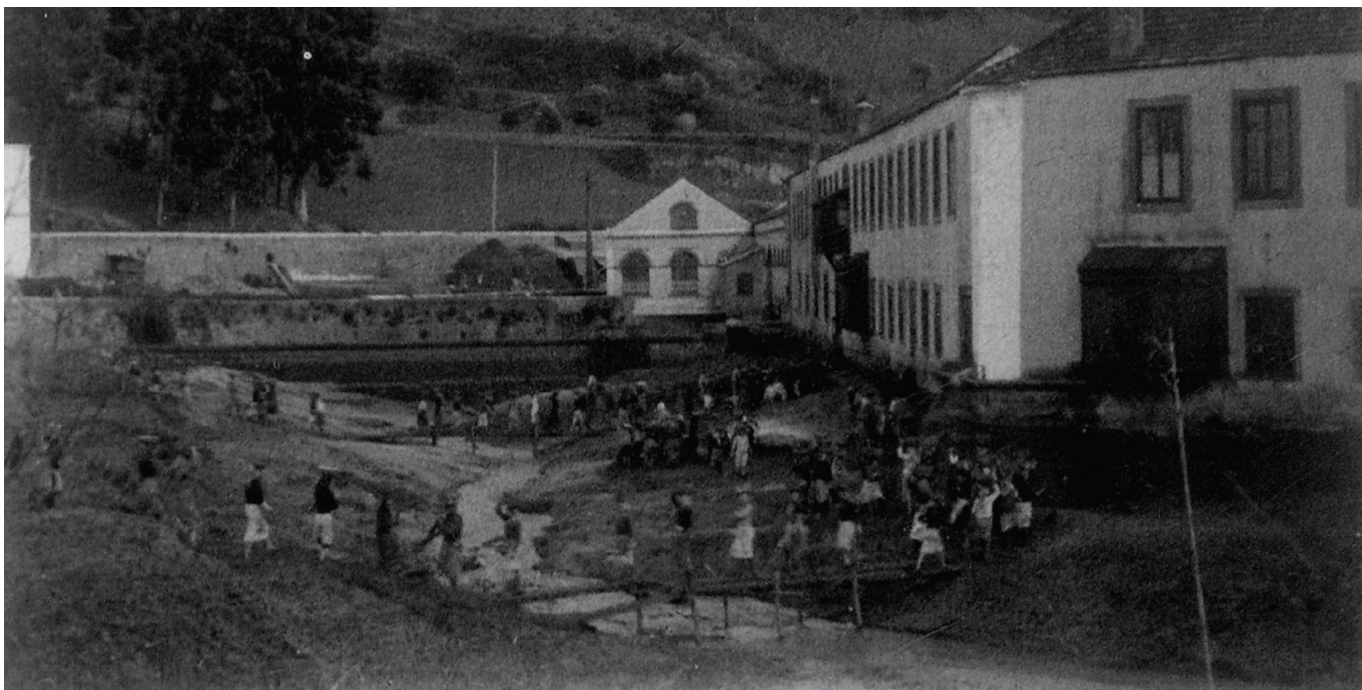


Imagem 5 - Limpeza do rio no sítio do Açude das Águas [1941]



Imagem 6 - Celeiro público de Alenquer em primeiro plano, Torre da Couraça ao fundo [1941]



Imagem 7 - Largo Espírito Santo [1941]



Imagem 8 - Torre da Couraça [1941]



Imagem 9 - Avenida Jaime Augusto Ferreira [1941]



Imagem 10 - Panorâmica de Alenquer, edifício do Sporting Clube de Alenquer na margem esquerda da ribeira [1955 - 1970]



Imagem 11 - Bairro da Triana visto da Rua Pero de Alenquer [1941]

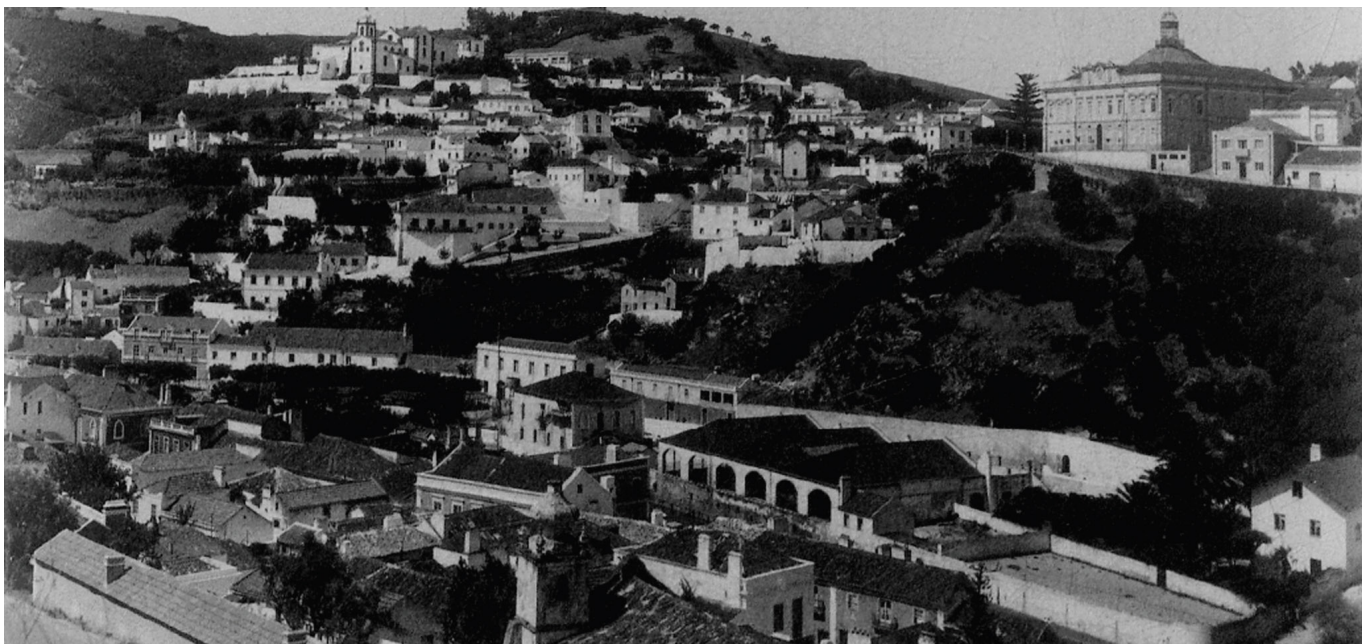


Imagem 12 - Vila Baixa e Vila Alta vistas da estrada Lisboa-Porto [1941]



Imagem 13 - Rio e encosta até São Francisco visto do final da Rua da Triana [1941]



Imagem 14 - Limpeza do rio abaixo da Ponte do Espírito Santo [1935]



Imagem 15 - Açude no sítio da Chemina, abaixo da Ponte do Espírito Santo [1940]



Imagem 16 - Fábrica da Chemina e ao fundo a Fábrica da Romeira e Bairro de Santa Catarina vistos da encosta sobre a variante [1939]

REGISTO FOTOGRÁFICO ATUAL

Vila de Alenquer



Imagem 17 - Largo Rainha Santa Isabel e edifício Sporting Clube de Alenquer.



Imagem 18 - Largo Rainha Santa Isabel, vista para a Rua da Triana e Avenida 25 de Abril.



Imagem 19 - Margem do Largo Rainha Santa Isabel (à direita) e margem da Av. dos Bombeiros Voluntários (à esquerda).



Imagem 20 - Margem da Av. 25 de Abril (à esquerda) e margem da Av. dos Bombeiros Voluntários (à direita).



Imagem 21 - Vista da Vila Baixa.



Imagem 22 - Vista da Vila Alta e São Francisco no alto.



Imagem 23 - Câmara Municipal de Alenquer.



Imagem 24 - Castelo de Alenquer.



Imagem 25 - Antiga fábrica do papel.



Imagem 26 - Zona do areal ao lado da antiga fábrica do papel. Edifício do Sporting Clube Alenquer na Margem esquerda do rio.



Imagem 27 - Mercado Municipal de Alenquer, visto da outra margem do rio (em frente à Fábrica da Chemina).



Imagem 28 - Av. 25 de Abril e edifício da Biblioteca Municipal de Alenquer.



Imagem 29 - Fábrica da Chemina e antigas oficinas (actualmente Sociedade União Musical Alenquerense, creche e centro de dia da Santa casa da Misericórdia de Alenquer) vistos da Ponte Espírito Santo.



Imagem 30 - Fábrica da Chemina, actualmente em ruína.



Imagem 31 - Fórum Romeira (antiga fábrica da Romeira) e Jardim Urbano da Romeira.



Imagem 32 - Fórum Romeira (antiga fábrica da Romeira).

ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO

Após a análise do território foi possível entender a evolução do concelho de Alenquer e as mudanças mais significativas que ocorreram até à atualidade. Uma dessas mudanças foi o aparecimento do IC2 que desviou o tráfego da N1 que passa pela vila de Alenquer. Essa mudança teve consequências no comércio e empregabilidade, o que resultou numa migração para o centro da Área Metropolitana de Lisboa e para as freguesias mais próximas dos eixos viários principais, como o Carregado.

Outra mudança foi a alteração do curso do rio de Alenquer e a diminuição do seu caudal. Deste modo, a estratégia de intervenção centrou-se na vila de Alenquer identificando vários problemas, dos quais se destacam:

- Falta de estacionamento;
- Falta e melhoramento de espaços verdes;
- Inundações pela subida do caudal do rio Alenquer;
- Isolamento da Urbanização que se situa à saída de Alenquer (a norte), na N9, do centro da vila.

O centro da vila encontra-se repleto de lugares de estacionamento, especialmente nas margens do rio. No entanto, estes lugares não respondem à procura e necessidade da população resultando em estacionamentos em locais não próprios, como passeios, bermas de estradas mais largas, largos e espaços de terra batida. O problema aumenta de escala na Vila Alta onde as estradas são estreitas e os estacionamentos nas bermas as tornam em estradas de um sentido. Existe também a falta de locais para cargas e descargas sendo que estes para efetuarem os seus serviços têm que parar nas vias cortando a circulação rodoviária temporariamente.

Deste modo, foram considerados novos locais para estacionamento com a intenção de libertar o centro e concentrar os carros em zonas mais afastadas. Foi considerado que haveria juntamente com esta proposta uma mudança nos tarifários de estacionamento, sendo que todo o estacionamento da vila seria pago com um alto custo (com os primeiros 20 min. gratuitos de modo a facilitar cargas e descargas ou necessidades de outros serviços) e as novas zonas de estacionamento seriam gratuitas.

Esta medida resultou numa libertação das margens do rio para os peões e surge a possibilidade de transformar os largos em espaços verdes.

Existem três jardins na vila, o Jardim das águas na extremidade norte da vila, o Jardim Vaz Monteiro no centro da vila e o Parque Urbano da Romeira na extremidade sul da vila. No entanto, apenas o jardim do centro é utilizado regularmente e o Parque Urbano da Romeira quando existem exposições ou feiras na vila. O Jardim das Águas encontra-se desprezado e num local com muito pouco movimento onde os acessos a esta zona da vila necessitam de melhoramento.

Deste modo pretendeu-se dar uma continuidade aos espaços verdes criando ligações entre si.

Através de uma linha de árvores e melhoramento dos percursos pedonais e margens do rio (passeios e criação de novas passagens no rio como a ponte no areal e outra no fim do parque das merendas) pretendeu-se criar condições para que a população possa ter uma melhor utilização dos espaços verdes. Uma vez que o Parque Urbano da Romeira é uma intervenção recente, não foi considerado nesta proposta.

A proposta dos espaços verdes incide no Jardim Vaz Monteiro e na zona envolvente do Jardim das Águas. Uma vez que esta estratégia de intervenção foi feita por duas pessoas, estes foram os dois locais escolhidos como intervenção individual. A intervenção da minha colega incidirá na extremidade norte da vila e a minha intervenção incide no centro.

No centro, a proposta passa por libertar e ampliar o Jardim Vaz Monteiro até à passagem sobre o rio em frente à Chemina e também a criação de um espaço verde ao lado do Mercado Municipal de Alenquer (que se situa na outra margem). Para que isso seja possível é necessário uma proposta de alteração do edifício que pertence à C.M.L., que ocupa as antigas oficinas da fábrica da Chemina, que é atualmente uma barreira e um limite do Jardim Vaz Monteiro.

A norte, a intervenção nos espaços verdes é maior uma vez que se considera o melhoramento do parque de merendas e um prolongamento dos espaços verdes na extremidade da vila. Esse prolongamento, juntamente com a criação de um percurso pedonal, pretende fazer a ligação entre o centro da vila e a urbanização que se encontra na N9, na extremidade da vila. Esta urbanização encontra-se atualmente isolada e sem acessos pedonais ao centro.

Uma vez que o parque de merendas está pensado também como local para o mercado mensal, e este é um evento que trás pessoas de fora à vila, o estacionamento e o percurso criados facilitarão a adesão e utilização destes espaços.

O mercado mensal está pensado para esta zona devido ao projeto de intervenção ao lado da antiga fábrica do papel, um interface rodoviário.

Através do P.E.D.U. e das investigações sobre as inundações em Alenquer, percebeu-se que grande parte da vila está construída em leito de cheia, tal como o local do atual terminal rodoviário. Uma vez que os autocarros são o único transporte público de acesso à vila de Alenquer surgiu a necessidade de uma intervenção que altera a localização do terminal rodoviário para um local fora do leito de cheia e a alteração deste para a criação de um interface que melhore as condições de transporte rodoviário de modo a que este se torne uma solução mais apelativa do que a deslocação até à vila de carro.

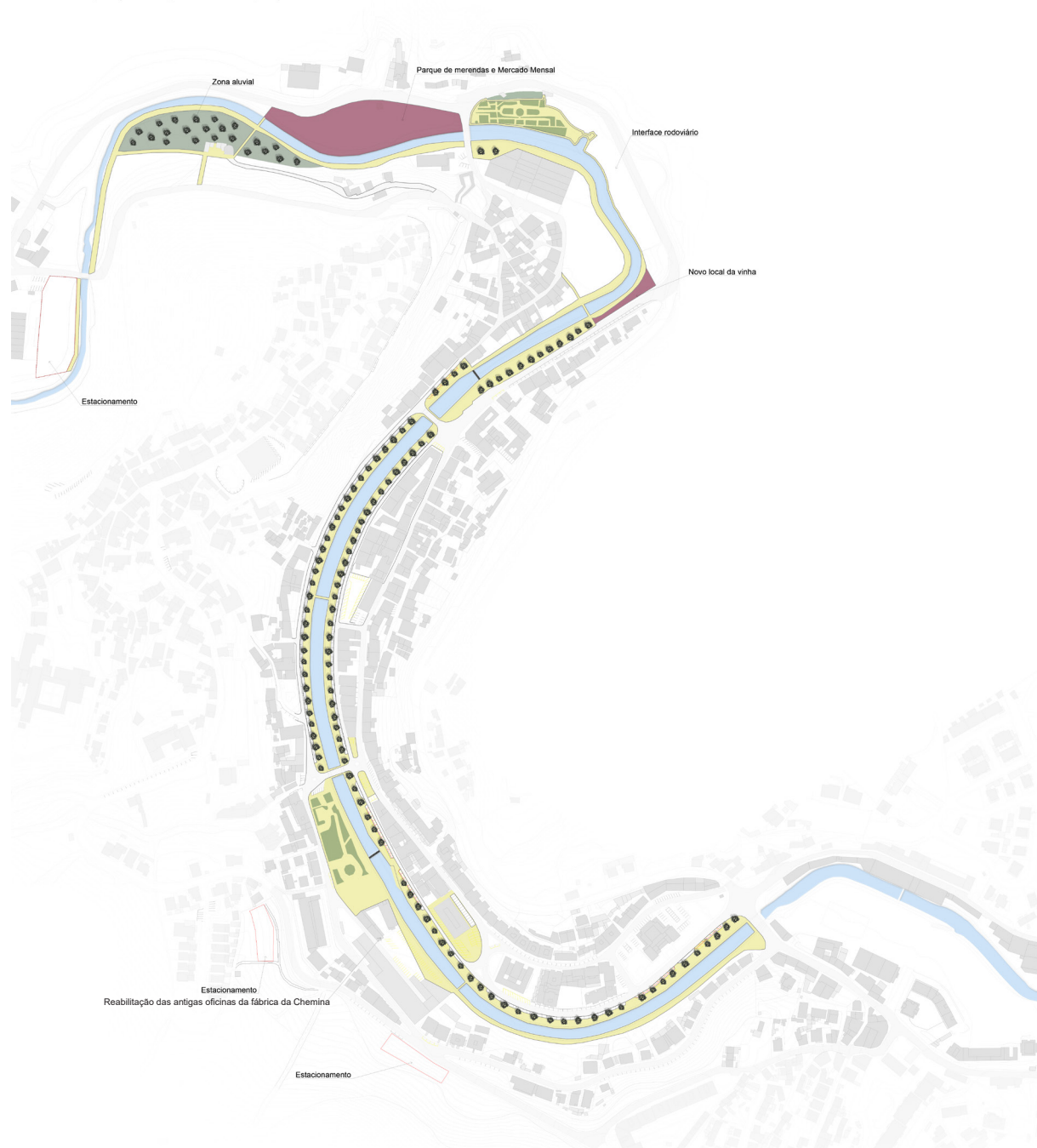
A criação deste interface resulta numa mudança de local da vinha do Museu do Vinho e na criação de uma ponte que garante um melhor e mais fácil acesso ao centro.

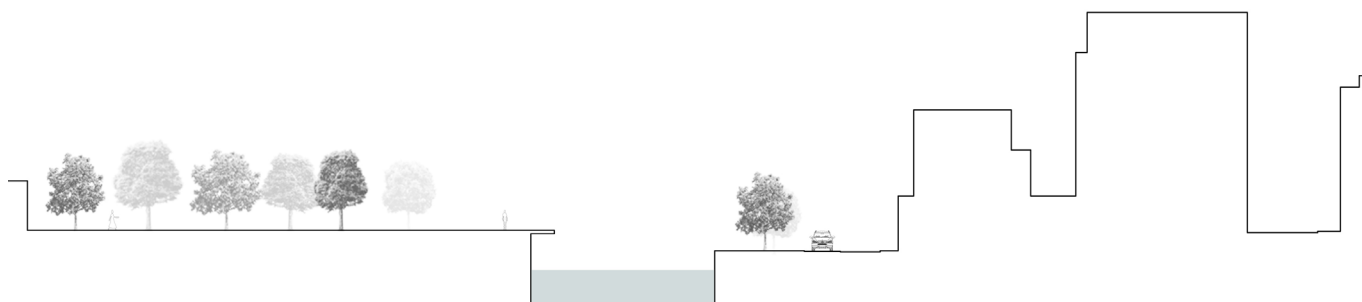
Devido às inundações, o espaço verde criado na extremidade da vila é uma zona aluvial que com a subida do caudal fica alagada. Esta proposta surge na necessidade de atrasar e absorver alguma água que entra na vila durante uma cheia. Foi também criado um alargamento do rio em frente à fábrica da Chemina.

Uma outra solução foi a criação de açudes ao longo da passagem do rio na vila de Alenquer de modo a que este possa ganhar a força e importância que antigamente tinha, especialmente nos meses de seca. Estes açudes seriam de um mecanismo que baixassem em caso de cheia.





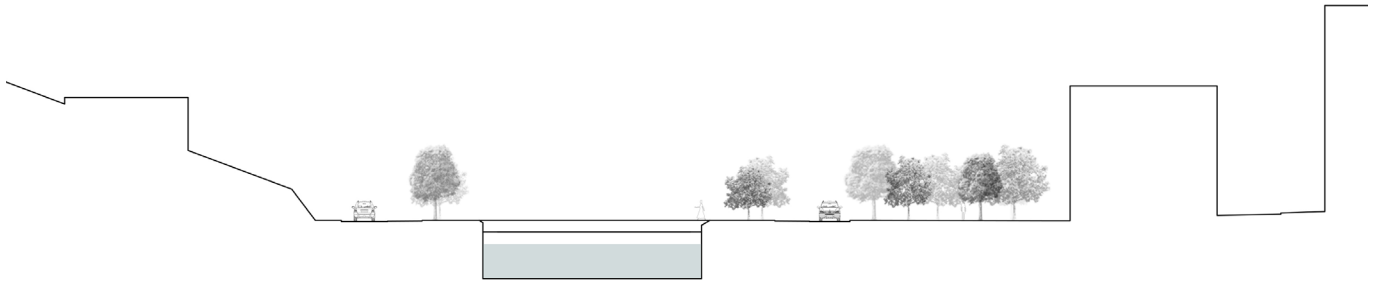




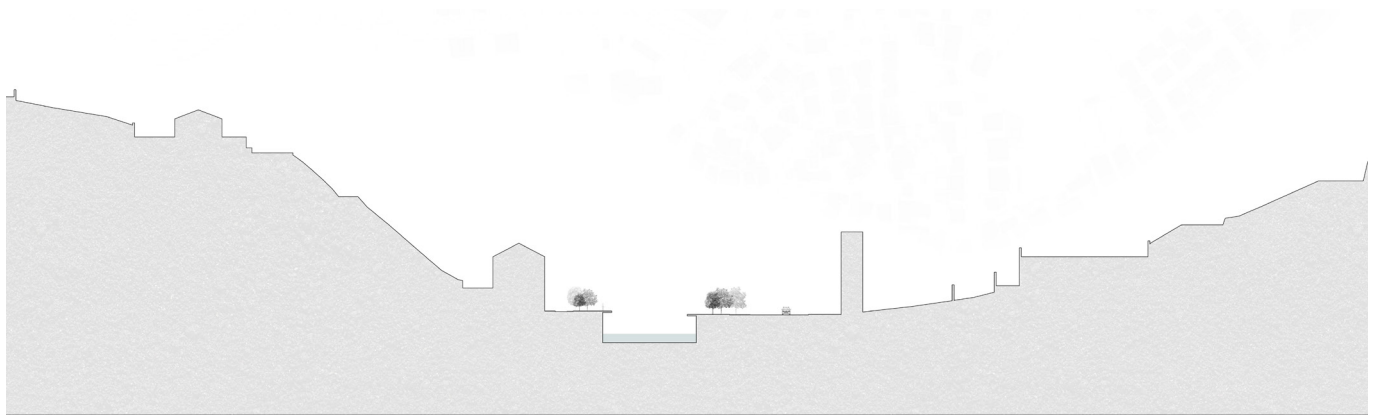
Corte BB'



Corte AA'



Corte CC'



Corte AA'

Uma vez que a minha intervenção passa pela alteração e reabilitação das antigas oficinas da fábrica da Chemina e numa proposta de espaços verdes que abrange tanto a fábrica como o Mercado Municipal, e havendo dois colegas que irão intervir nesses espaços, foi formado um novo grupo de intervenção de modo a que a proposta dos espaços exteriores seja comum aos três trabalhos.

PROPOSTA INDIVIDUAL

Localização



Planta de localização do local de intervenção.

Contexto Histórico

A fábrica da Chemina, que pertencia a José Joaquim dos Santos Guerra e Salomão dos Santos Guerra, começou a ser construída em Abril de 1889 e teve a sua inauguração em Junho de 1890. O seu projeto é da autoria de José Juvêncio da Silva e foi construída em terrenos da antiga quinta ou Casal da Chemina do qual adotou o nome.

Com 136 operários, 40 homens e 96 mulheres, dedicava-se à produção de lanifícios como a fábrica da Romeira e a Companhia dos Lanifícios. Utilizava energia hidráulica e de vapor tendo esta 50 cavalos. Os seus produtos tinham como destino os Açores e África.

Em 1892 contavam com 200 operários mas dificuldades no escoamento da produção entre 1892 e 1893 causaram uma redução nos horários de trabalho e em despedimentos. No outono de 1893 os problemas foram ultrapassados. Os produtos fabricados são chalés, façonnés de duas faces, primaveras, de estambre, diagonais e outros, casimiras, castorinas, cintas, barretes, cobertores e outros.

Mais tarde a sociedade proprietária transforma-se em sociedade anónima, sendo que uma parte do capital pertence a industriais e banqueiros do Porto. José e Salomão Guerra para além de gerentes eram os chefes das secções de acabamento e tecelagem tal como já o haviam sido na fábrica da Romeira e na fábrica Do Meio.

Em 1940, a fábrica De Lanifícios Da Chemina, S.A.R.L., continua a fabricar os mesmos produtos embora a sua sede seja no Porto, na Rua Formosa, ainda com gerência da família Guerra. 8 anos mais tarde a fábrica é explorada por outra entidade e passa-se a chamar fábrica Barros, LDA mas esta opera por pouco tempo. Entre 1949 e 1952, a fábrica manteve-se fechada até ser adquirida por outra empresa, a empresa Lanifícios Tejo, LDA. Em 1977 empregava 160 trabalhadores mas em 1994, à beira do fecho definitivo, contava apenas com 20 operários e funcionava apenas em algumas zonas dos edifícios.

Actualmente a fábrica é propriedade municipal. Tendo sido utilizada como arquivos da C.M.A., em 2000 sofreu um incêndio que deixou o edifício em ruína, restando apenas as antigas oficinas em condições de funcionamento. Estas sendo propriedade da C.M.A., são exploradas pela Sociedade União Musical Alenquerense e pela Santa Casa da Misericórdia de Alenquer.

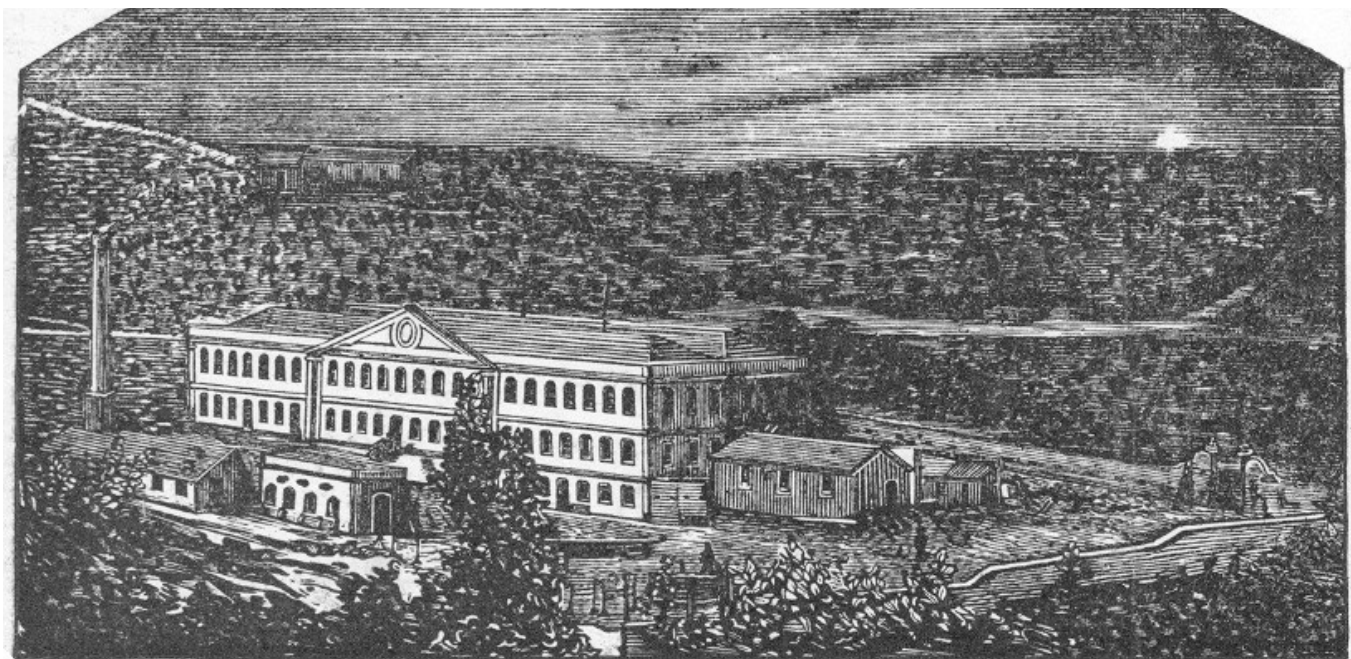


Imagem 33 - Fábrica da Chemina [1895].



Imagem 34 - Fábrica da Chemina [1904].

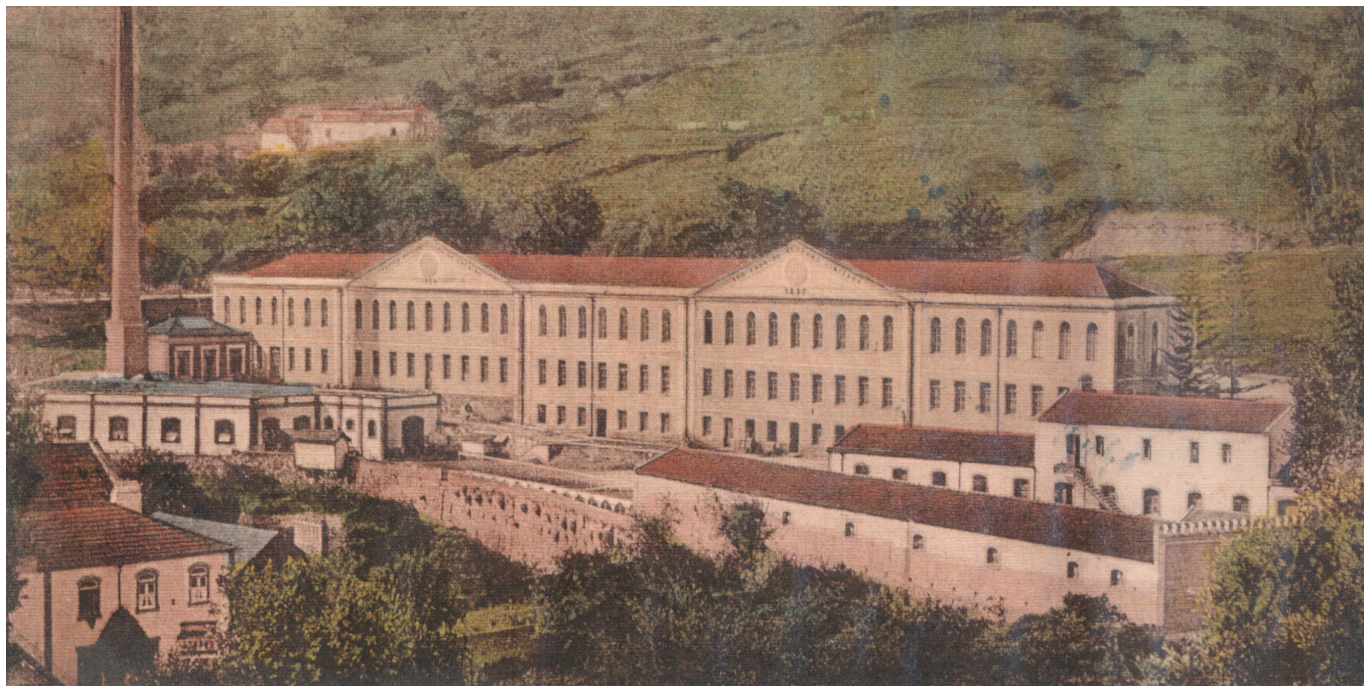


Imagem 35 - Fábrica da Chemina [1904-1960].



Imagem 36 - Fábrica da Chemina [1960].

Edifício Existente

Levantamento

O trabalho iniciou com um levantamento cuidadoso do edifício existente através de várias visitas ao local.

Através de plantas desatualizadas cedidas pela C.M.A. foi possível fazer um primeiro levantamento dos programas e espaços existentes, identificando os seus problemas, e mais tarde a medição dos espaços exteriores e interiores, bem como todos os vãos de modo a obter plantas e alçados que correspondessem ao edifício existente.

O edifício pertence à C.M.A. e tem espaços a serem explorados pela Sociedade União Musical Alenquerense e pela Santa Casa da Misericórdia de Alenquer. Os restantes espaços foram utilizados como um ginásio escolar (e espaços de apoio ao mesmo) mas atualmente não funcionam, uma vez que o ginásio não está em condições de funcionamento. Estes espaços nunca foram autorizados a visitar, ainda assim a C.M.A. admitiu que estes podiam sofrer quaisquer alterações necessárias no projeto uma vez que já existem estudos que demolem esta parte do edifício de forma a dar continuidade ao Jardim Vaz Monteiro até à ponte pedonal em frente à fábrica da Chemina. Uma vez que esta é a intenção principal do projeto e estes espaços não têm atualmente qualquer função, para a proposta individual apenas foram considerados os programas em funcionamento.

A Santa Casa da Misericórdia de Alenquer explora parte do edifício com uma creche e um centro de dia, que apesar de serem dois programas distintos estão ligados através de alguns acessos comuns.

Enquanto que os outros programas mostraram estar a funcionar em condições, a creche apresentou vários problemas que necessitam de ser solucionados.

Com 5 salas para crianças entre os 12 e os 24 meses, a creche conta com 75 crianças e 10 auxiliares (2 por cada sala). Localizando-se numa parte do edifício que pertencia às antigas oficinas da fábrica, apenas existe uma parte do edifício com corredor devido à limitação dos espaços. As salas não têm instalações sanitárias pelo que foram feitos fraldários improvisados, mas devido à pouca ventilação dos espaços, os odores propagam-se por todo o edifício.

Existe falta um refeitório que é utilizado apenas por uma sala devido à falta de corredor. O acesso ao refeitório é feito através da própria sala. Não existe um espaço polivalente interior onde as crianças possam brincar todas juntas quando as condições meteorológicas não possibilitam o recreio no exterior e o espaço exterior que existe atualmente consiste num espaço vedado por grades com relva artificial. Este espaço não é coberto o que para crianças desta idade torna a utilização deste bastante condicionada (pelo calor e sol quente, vento, chuva, humidade e frio).

A copa não confeciona alimentos mas é utilizada para aquecimento e armazenamento destes.

Na hora da sua utilização, o acesso a este espaço tem de ser feito pelo exterior pois o outro acesso existente é através do refeitório, que por consequência é feito através de uma das salas da creche.

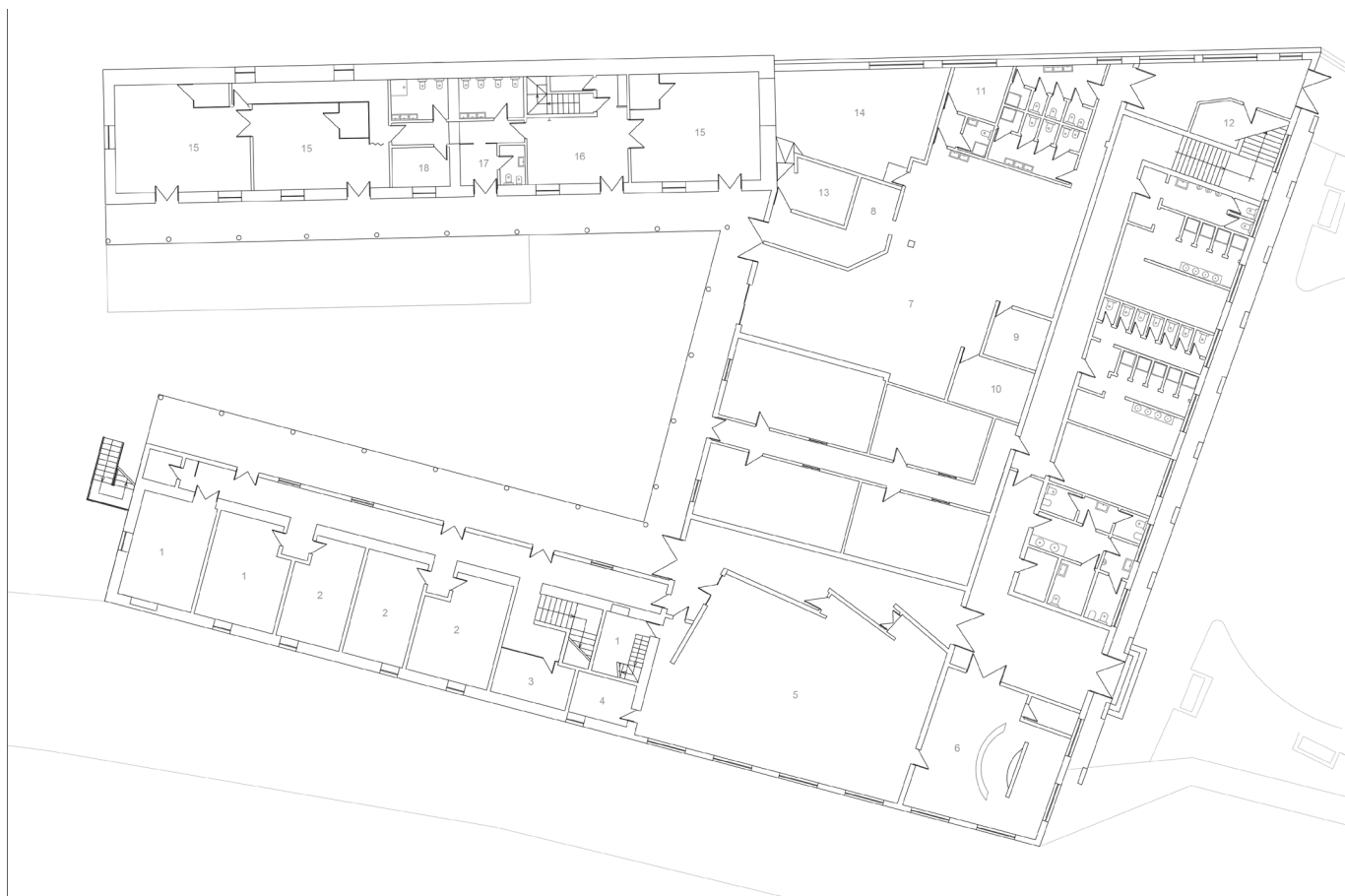
A sala das auxiliares é demasiado pequena e com poucas condições. Tirando a instalação sanitária desta sala, nos restantes espaços da creche apenas existem instalações sanitárias preparadas para as crianças.

No centro de dia, que está ligado à creche através das copas, que embora tenham a mesma função existe uma para cada programa, as condições parecem ser boas e não foram levantados problemas pelos utentes ou funcionários. A sala do centro de dia serve como sala de estar e sala de refeições estando distinguida cada área pelo mobiliário presente, existem instalações sanitárias tanto para os utentes como para os funcionários, uma sala administrativa e uma enfermaria. O único senão deste programa é o facto de se encontrar na parte recente do edifício que se pretende demolir. O centro de dia conta atualmente com 40 utentes.

A S.U.M.A. ocupa a outra parte do edifício que pertencia às antigas oficinas da fábrica, tendo apenas a sala de ensaios localizada na parte recente do edifício. Com salas de música, sala polivalente, sala de ensaios, arrumos, arquivos, direção e bar, a única queixa por parte desta entidade é a falta de uma sala de espetáculos em Alenquer (ou no próprio edifício) para os espetáculos da banda filarmónica. A banda tem atualmente 75 músicos e a S.U.M.A. dá aulas de música a 59 alunos.

Edifício Existente

Plantas e alçados



S.U.M.A.
1 - Arrumos 2 - Sala de música 3 - Sala de exposição 4 - Sala de Maestro 5 - Sala de ensaios 6 - Bar

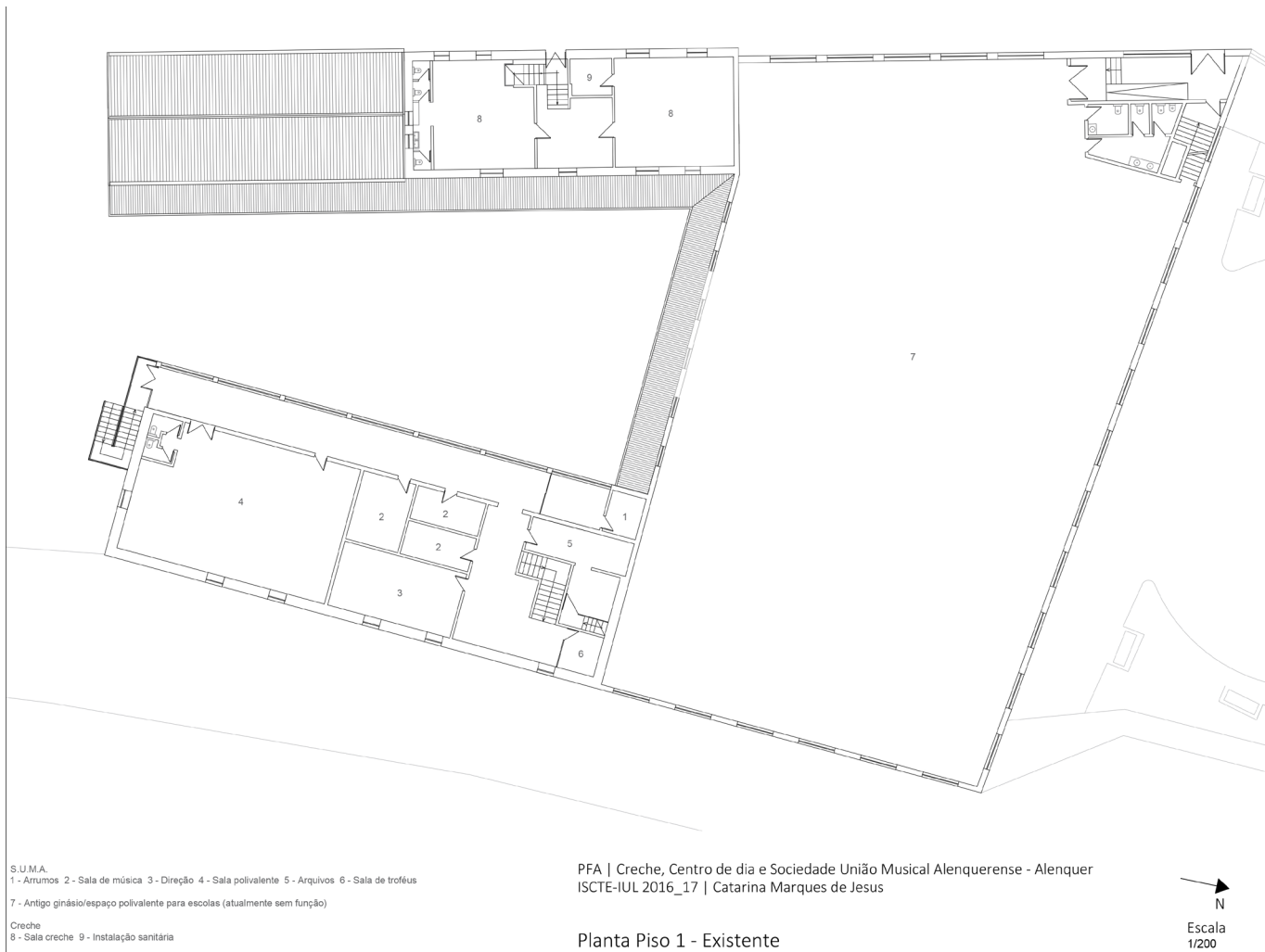
Centro de dia
7 - Sala centro de dia/sala de refeições 8 - Copa 9 - Enfermaria 10 - Administração 11 - Arrumos 12 - Sala funcionários

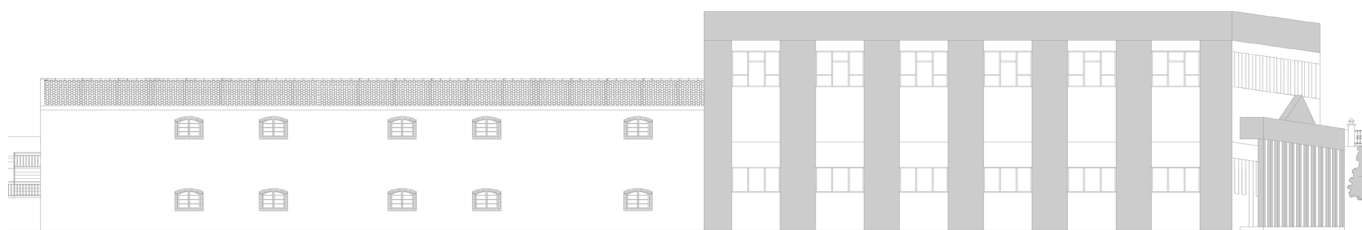
Creche
13 - Copa 14 - Refeitório 15 - Sala creche 16 - Zona de receção 17 - Sala auxiliares 18 - Sala diretora

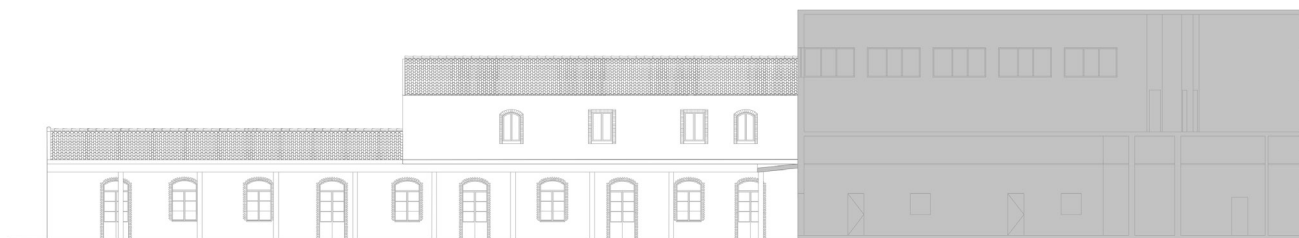
PFA | Creche, Centro de dia e Sociedade União Musical Alenquerense - Alenquer
ISCTE-IUL 2016_17 | Catarina Marques de Jesus

Planta Piso 0 - Existente

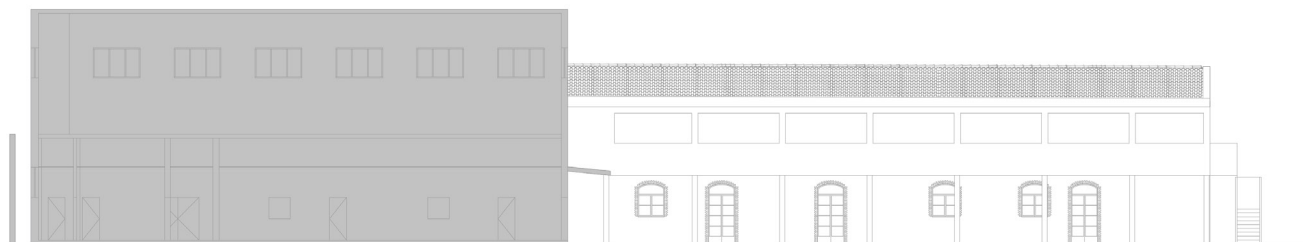
N
Escala
1/200



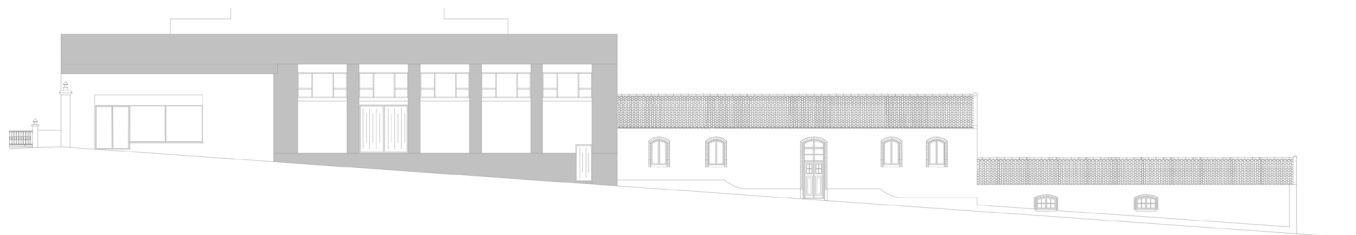




Alçado Sudoeste - interior do pátio



Alçado Sudeste - interior do pátio



Alçado Sudoeste

Edificio Existente

Registo Fotográfico



Imagem 37 - Fachada da Creche a Sudoeste.



Imagem 38 - Fachada da Creche - interior do pátio. Área de recreio exterior da creche.



Imagem 39 - Vista da fachada orientada a sul. Recreio exterior da creche e pátio comum do edifício.



Imagem 40 - Fachada interior do pátio da creche - sudoeste.



Imagem 41 - Recreio exterior da creche e pátio comum do edifício.



Imagem 42 - Recreio exterior da creche.



Imagem 43 - Fachada da S.U.M.A. - interior do pátio.



Imagem 44 - Junção do edifício antigo com o edifício mais recente.



Imagem 45 - Fachada da S.U.M.A. - interior do pátio.



Imagem 46 - Pátio visto de uma das salas da creche.



Imagem 47 - Fachada a Sul - S.U.M.A.



Imagem 48 - Fachada a Sudeste - S.U.M.A.



Imagem 49 - Fachada a Sudeste - S.U.M.A.



Imagem 50 - Jardim Vaz Monteiro.



Imagem 51 - Jardim Vaz Monteiro.



Imagem 52 - Fachada Norte.



Imagem 53 - Jardim Vaz Monteiro e ponte Espírito Santo.



Imagem 54 - Jardim Vaz Monteiro



Imagem 55 - Escadaria do Jardim Vaz Monteiro.



Imagem 56 - Fachada Sudoeste - Ginásio e creche.



Imagem 57 - Fachada Sudoeste - Ginásio e Creche.



Imagem 58 - Sala da creche no piso 1.



Imagem 59 - Sala da creche, piso 0, e fraldário.



Imagem 60 - Sala da creche, piso 0, e acesso para o refeitório.



Imagem 61 - Refeitório.



Imagem 62 - Equipamentos da copa da creche.



Imagem 63 - Sala do centro de dia.



Imagem 64 - Sala do centro de dia, entrada e copa.



Imagem 65 - Sala docento de dia, zona de refeições.



Imagem 66 - Enfermaria.



Imagem 67 - Sala de ensaios.



Imagem 68 - Exterior da sala de ensaios, corredor.



Imagem 69 - Bar.



Imagem 70 - Piso 1 da S.U.M.A.



Imagem 71 - Sala direção da S.U.M.A.



Imagem 72 - Sala de Música.



Imagem 73 - Sala polivalente.

Processo de desenvolvimento

Após o levantamento do edifício existente, dos programas e dos seus problemas, e de conhecer a história da fábrica da Chemina, pretendeu-se voltar à implantação da planta de 1927 das oficinas da fábrica. Ou seja, dois edifícios separados que permitem que o jardim público passe entre estes.

Os programas irão ser mantidos sendo que a S.U.M.A. continuará no edifício onde se situa atualmente e a creche e o centro de dia ficarão no outro edifício.

Uma vez que este trabalho se insere numa estratégia de grupo com a fábrica da Chemina e o Mercado Municipal, a grande sala de espetáculos de Alenquer foi desenvolvida no projeto da fábrica da Chemina. Essa sala é um complemento ao edifício da Sociedade União Musical Alenquerense que irá servir também para outros propósitos.

Devido às limitações dos espaços dos edifícios existentes as circulações dos edifícios ficarão numa nova construção que fará parte do projeto de ampliação dos edifícios existentes. Pretende-se que a construção existente e a construção nova sejam duas peças distintas através do seu traçado, construção e materialidade.

O edifício com os programas da Santa Casa da Misericórdia está dividido em três zonas distintas:

- Creche,
- Centro de dia;
- Zonas de funcionários, arrumos e áreas técnicas.

O centro de dia ficará no piso 0, no edifício existente, uma vez que isso facilita o acesso ao exterior pela parte dos utentes e estes podem usufruir do jardim público. A creche ficará no piso 1, ocupando tanto o edifício existente como a nova construção, uma vez que se pretende que cada sala tenha o seu espaço exterior ao mesmo tempo que estes espaços estejam separados do jardim público. No edifício existente ficará a sala polivalente (um dos espaços em falta atualmente) e as salas da creche ficarão na construção nova. No piso inferior, na construção nova, ou seja nos espaços mais enterrados, ficarão as salas dos funcionários, arrumos e zonas técnicas uma vez que estes são os espaços menos utilizados.

No edifício da S.U.M.A. houve uma reorganização do espaço trazendo os espaços mais públicos para o piso térreo e os mais privados para o primeiro piso. Assim sendo, no primeiro piso ficará a sala de ensaios, a sala polivalente, instalações sanitárias e o bar. O bar passou de norte para sul do edifício de modo a usufruir de uma esplanada exterior e deixou de ser exclusivo para eventos da S.U.M.A. estando aberto ao público em geral. No piso superior encontram-se as salas de aula, direção, arrumos e arquivos.

No exterior, o alargamento do rio será feito em plataformas de modo a que este espaço possa ser utilizado quando o caudal do rio está em baixo.

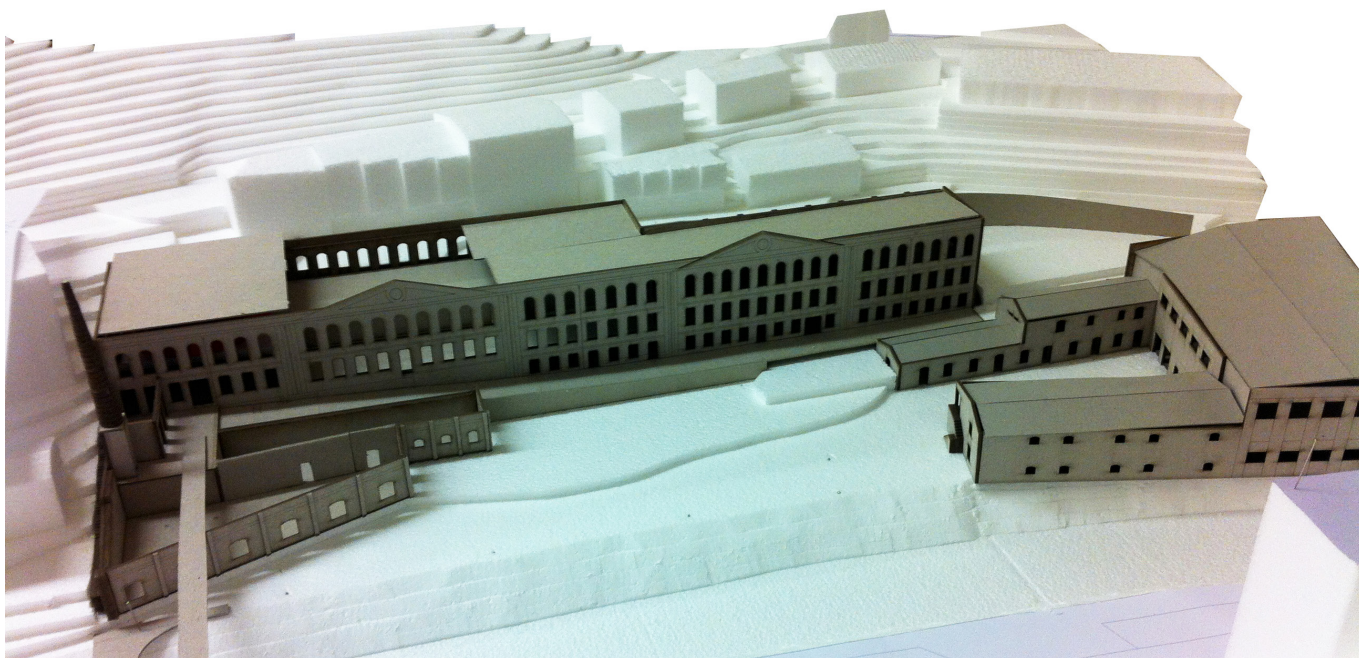


Imagem 74 - Maquete de grupo com edifício de intervenção existente.

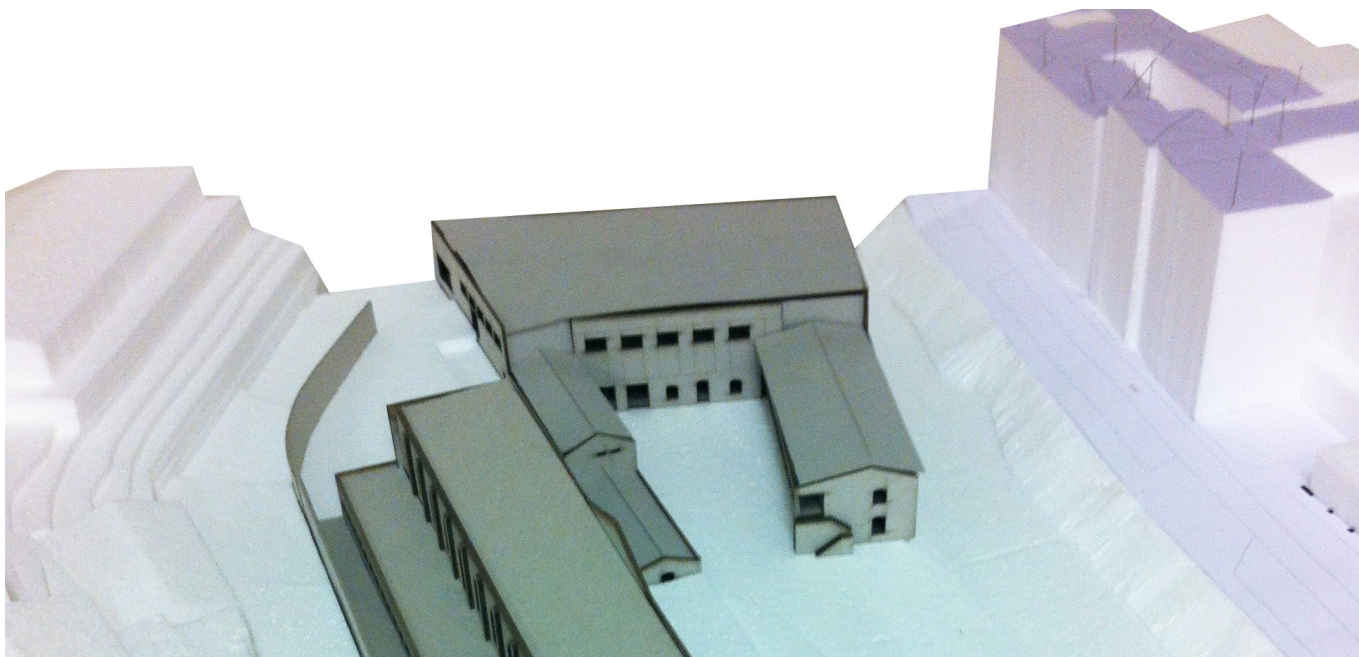
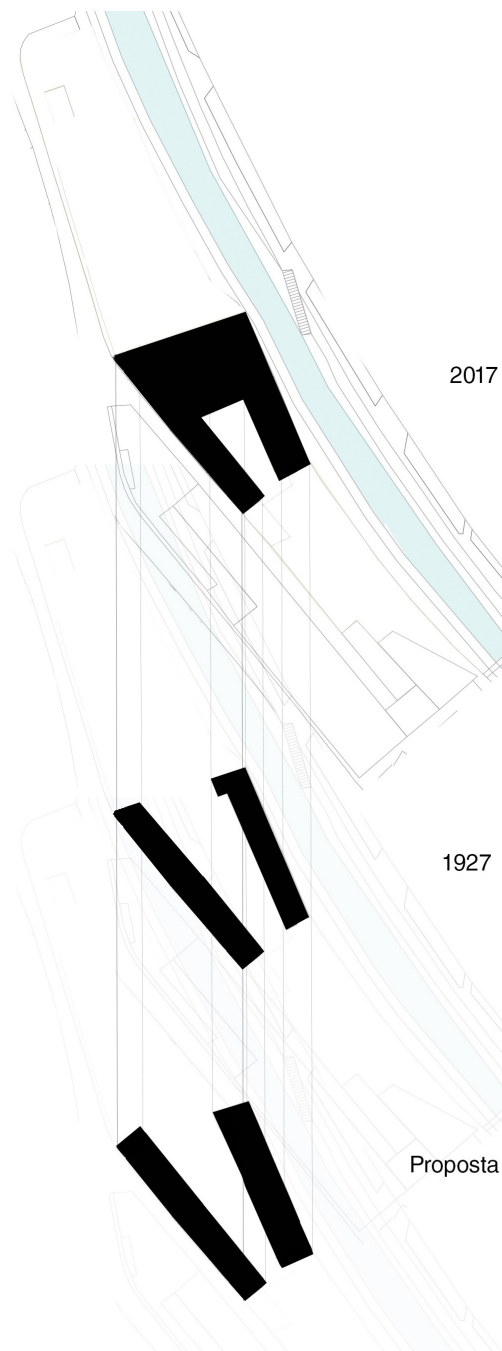


Imagem 75 - Maquete de grupo com edifício de intervenção existente.



Esquema de proposta de implantação.

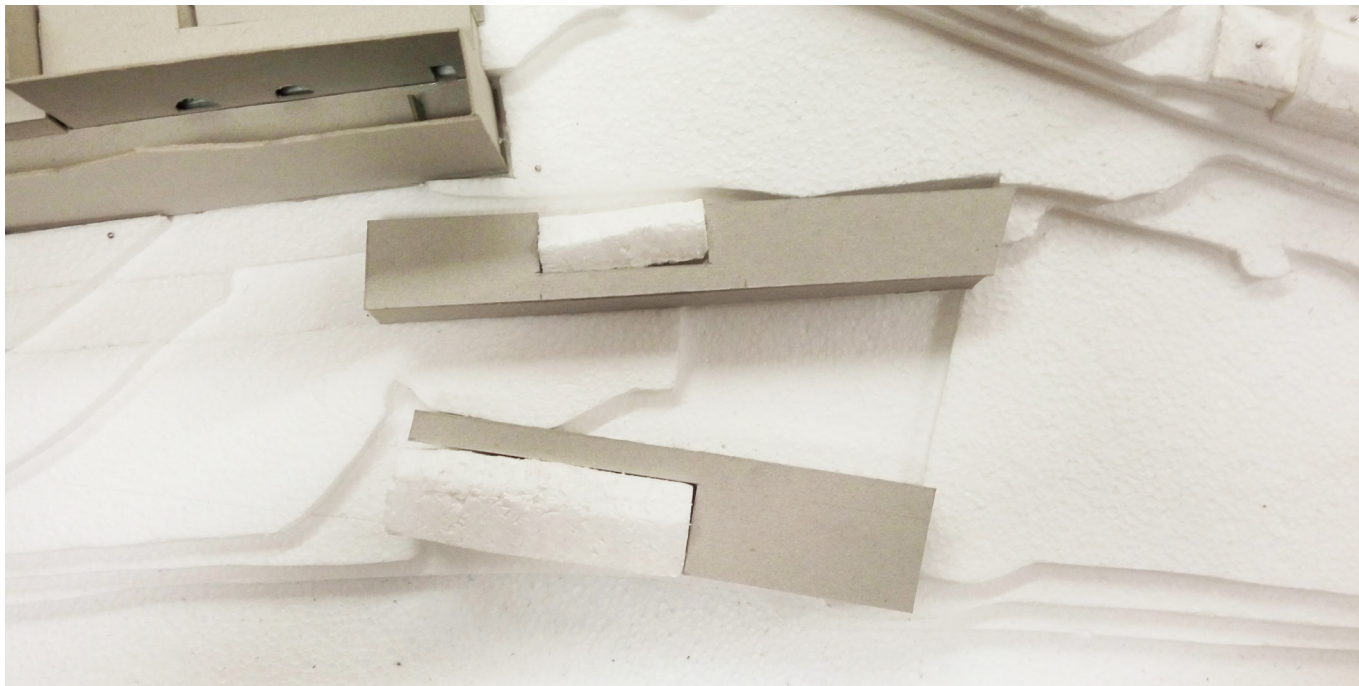


Imagem 76 - Estudo da forma dos novos edifícios.

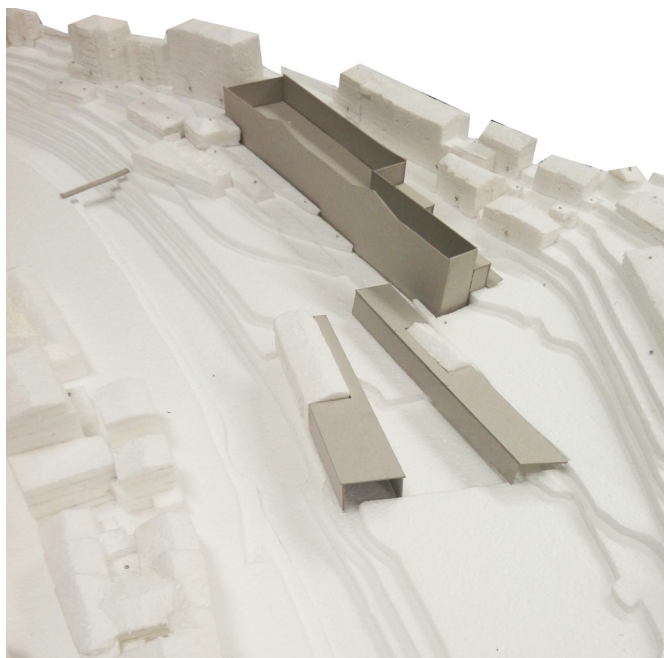
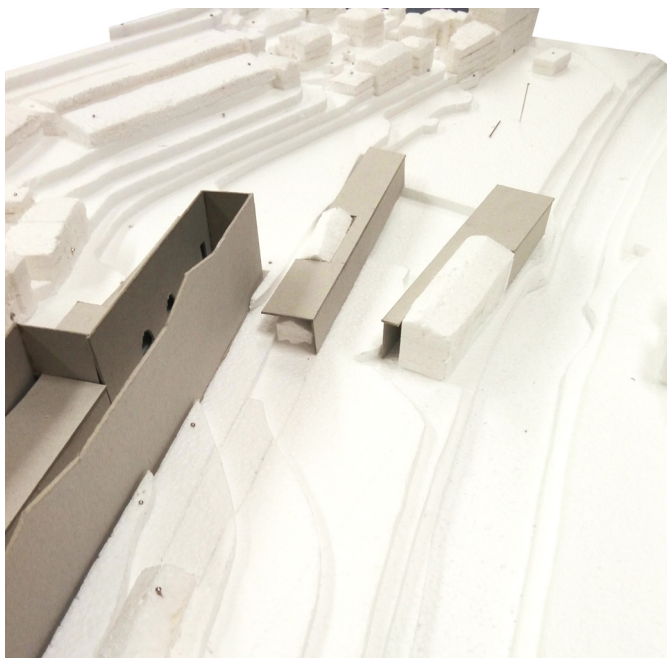


Imagem 77 e 78 - Estudo da forma dos novos edifícios.

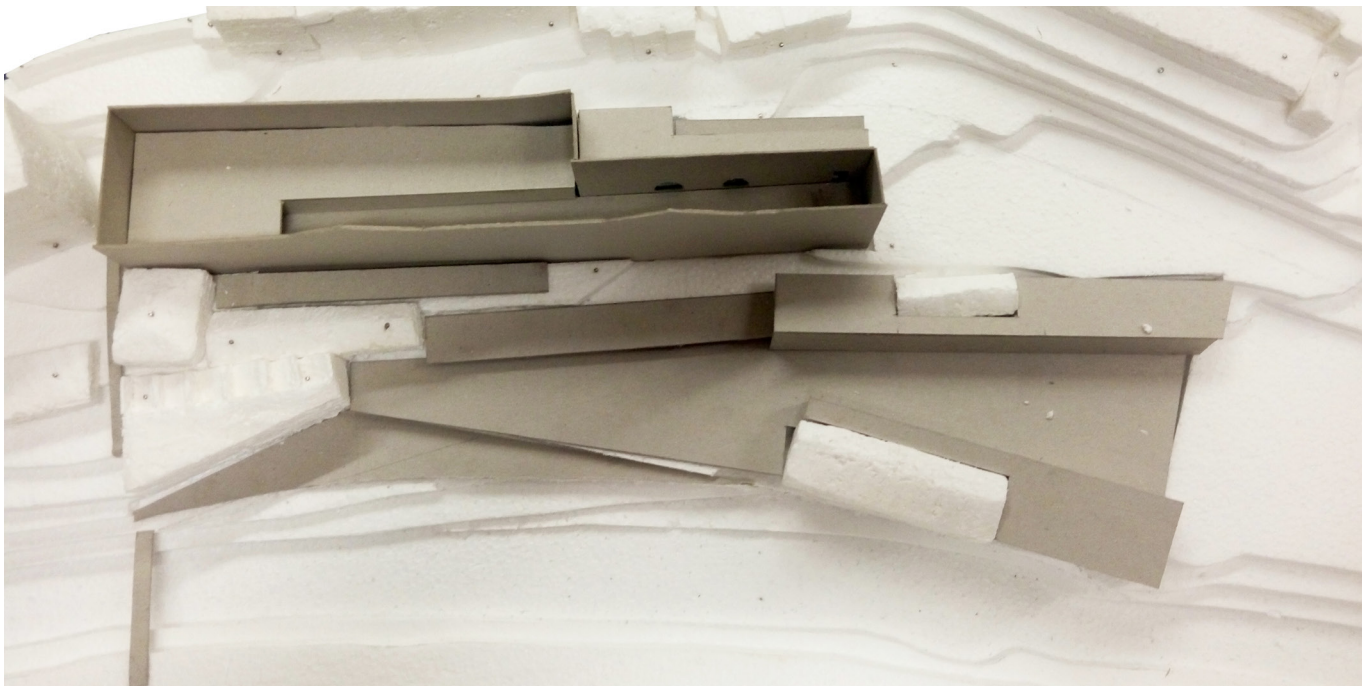


Imagem 79 - Estudo do espaço exterior através de plataformas tanto no alargamento do rio como no jardim.

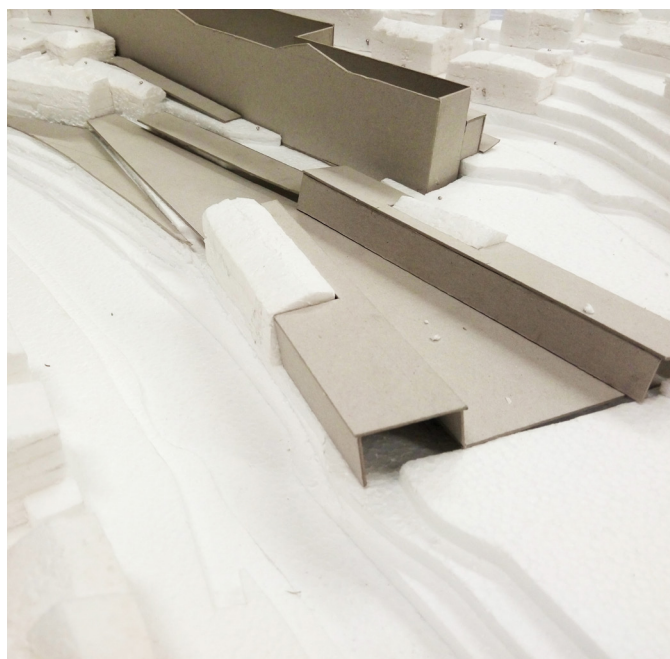
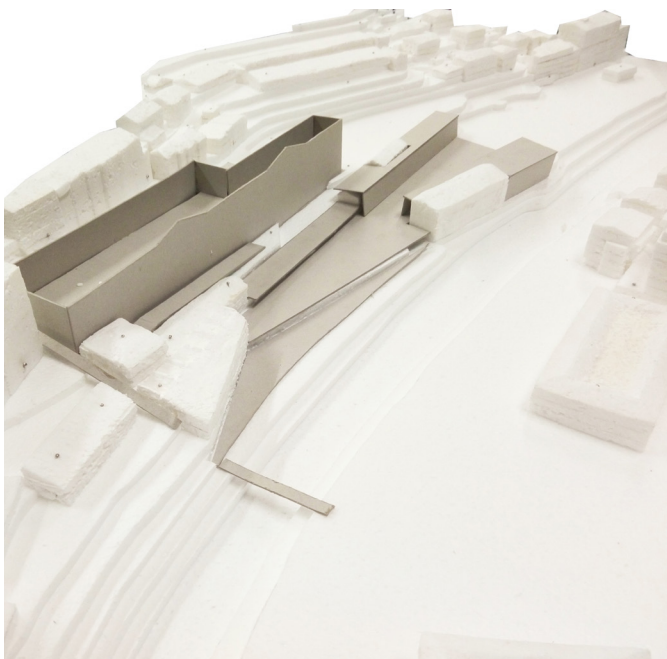


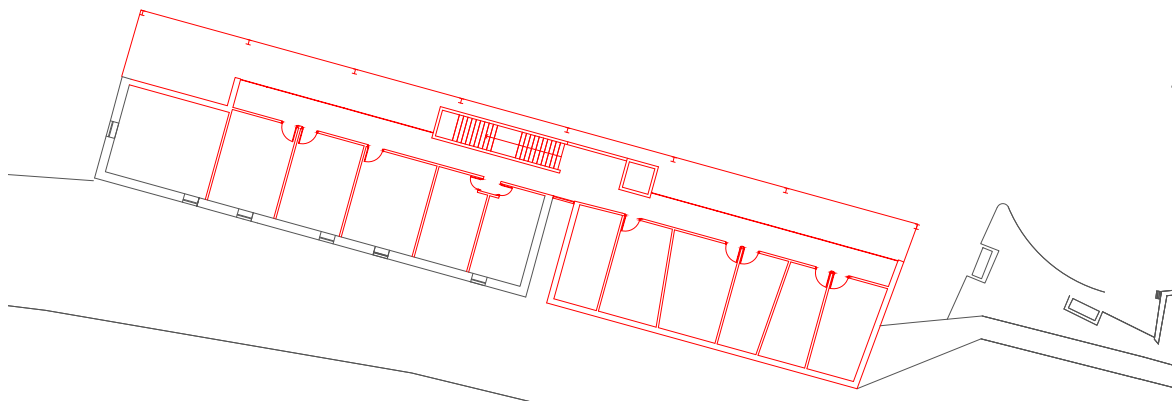
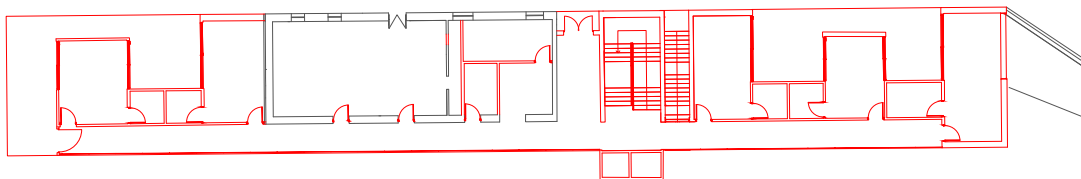
Imagem 80 e 81 - Estudo do espaço exterior através de plataformas tanto no alargamento do rio como no jardim.

No final do mês de maio foi realizada uma exposição dos trabalhos em Alenquer, no Fórum Romeira durante a feira da Ascensão. Essa exposição resultou num ponto de situação do desenvolvimento do trabalho.

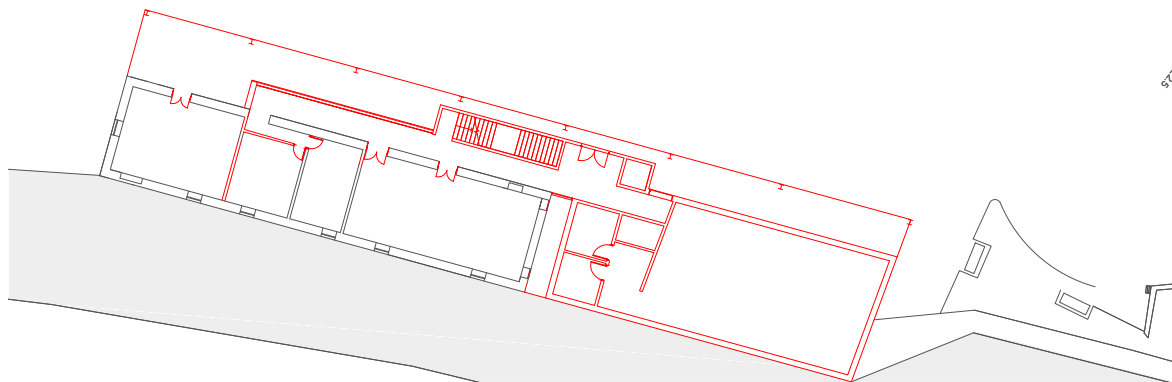
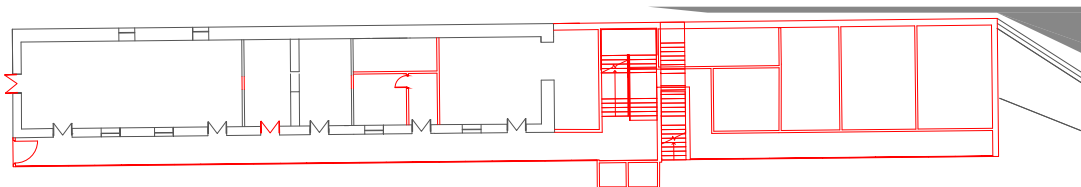
Apesar de a forma do edifício ter sido alterada várias vezes, nesta fase de desenvolvimento pode observar-se que a nova construção se assemelha aos primeiros estudos de forma mostrados anteriormente.

No edifício da S.U.M.A., junto ao rio, o piso inferior já se encontra com os espaços públicos no piso térreo, deixando as salas de música, direção, arrumos e outros no piso superior. No outro edifício também se pode observar o centro de dia no piso inferior, no edifício existente, a creche no piso superior e os restantes espaços na piso térreo da construção nova.

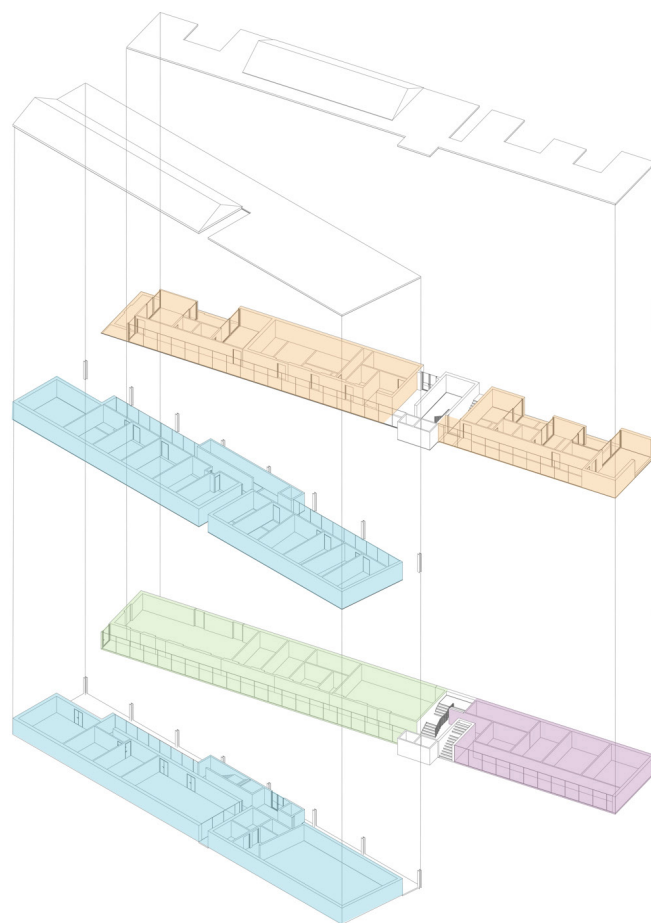
O que mais se destaca nesta fase são os elevadores que interrompem a continuidade da fachada do edifício da Santa Casa da Misericórdia. Uma vez que essa continuidade era pretendida esse aspecto foi alterado nas fases seguintes.



Planta piso 1 - Fase intermédia de projeto

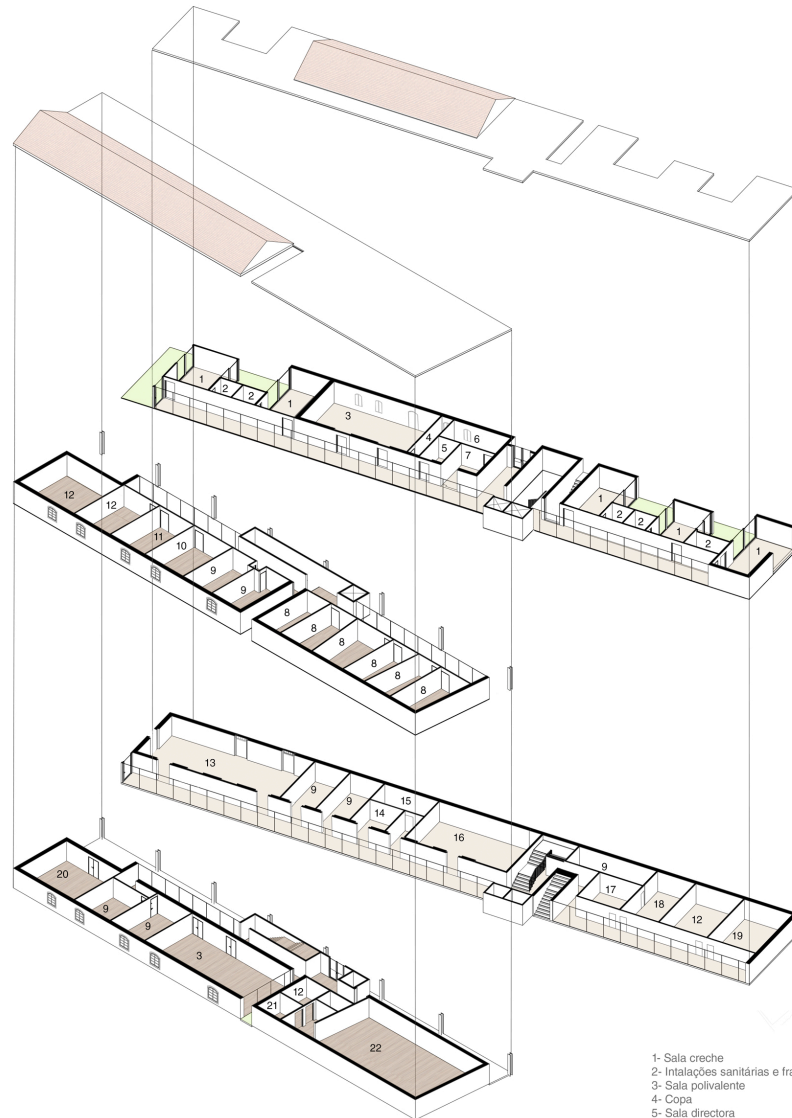


Planta piso 0 - Fase intermédia de projeto



- Creche
- Centro de dia
- Zonas técnicas e Arrumos
- Filarmónica

Esquema dos programas dos edifícios.



- 1- Sala creche
- 2- Instalações sanitárias e fraldário
- 3- Sala polivalente
- 4- Copa
- 5- Sala directora
- 6- Sala de arrumos de carrinhos de bebe
- 7- Recepção
- 8- Sala de música
- 9- Instalação Sanitária
- 10- Direcção
- 11- Arquivo
- 12- Arrumos
- 13- Sala centro de dia
- 14- Administração
- 15- Enfermaria
- 17- Sala de estar - funcionários
- 18- Vestiário
- 19- Zona técnica
- 20- Bar
- 21- Sala maestro
- 22- Sala de ensaios

Axonometria da proposta levada a exposição.



Imagem 82 - Maquete da fase apresentada em exposição.



Imagem 83 - Maquete da fase apresentada em exposição.

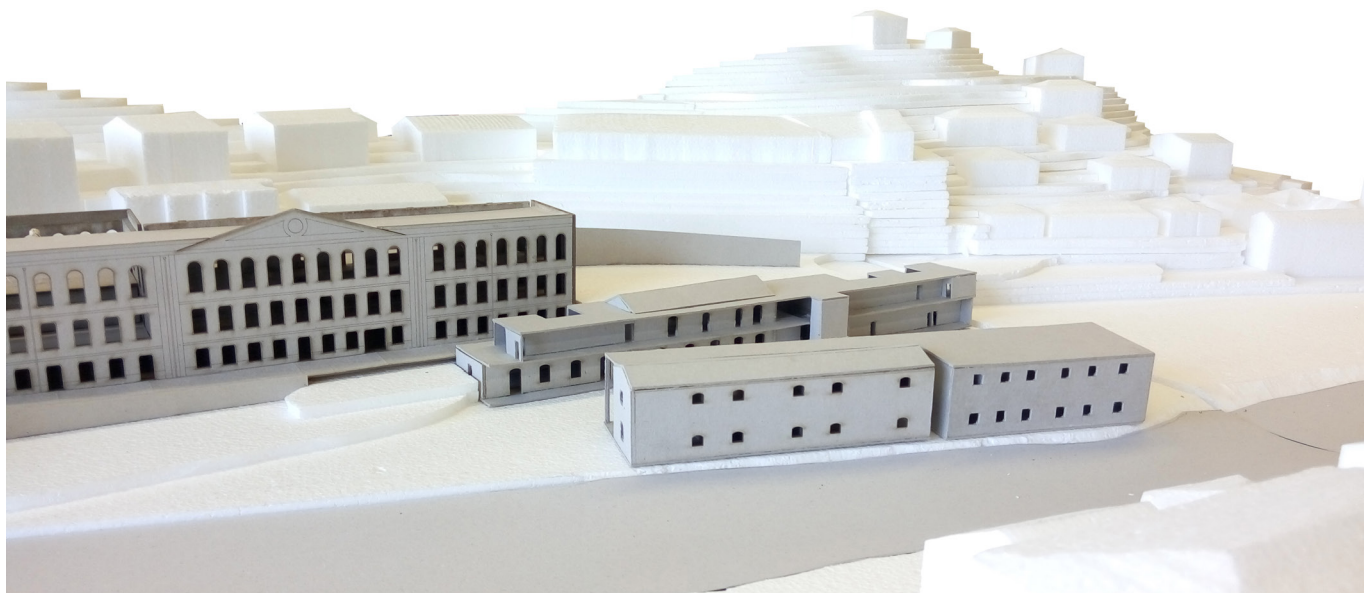


Imagem 84 - Maquete da fase apresentada em exposição.



Imagem 85 - Maquete da fase apresentada em exposição.

Após a exposição foram feitas algumas mudanças tanto na forma do edifício como na organização dos espaços sendo que o conceito base já estava definido. As maiores mudanças ocorreram nos alçados onde se diminuíram consideravelmente os vãos.

De forma a destacar e “separar” a nova construção da construção antiga foram feitas algumas alterações. No edifício da Santa Casa da Misericórdia a nova construção foi afastada da construção existente, tocando nesta apenas em zonas de passagem. No edifício da S.U.M.A., a nova construção terá uma altura mais baixa que a construção existente, uma vez que o afastamento é impossível.

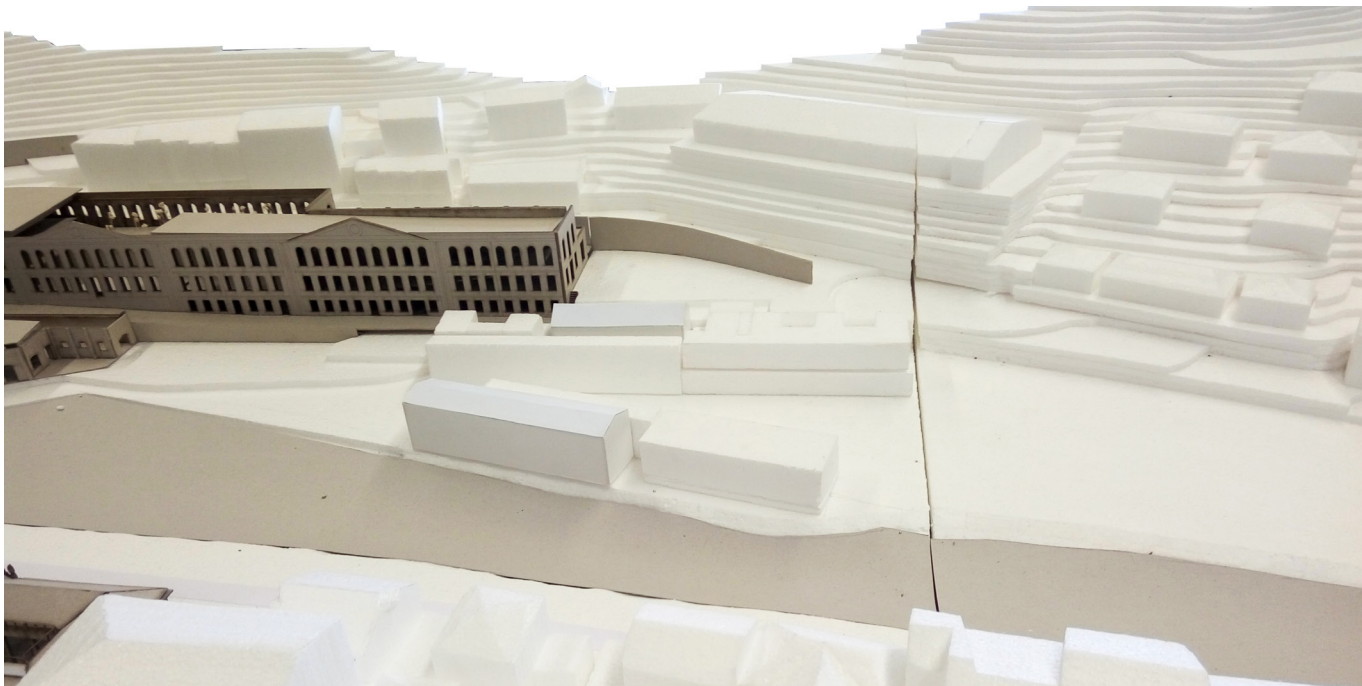


Imagem 86 - Estudo da nova forma dos edifícios.

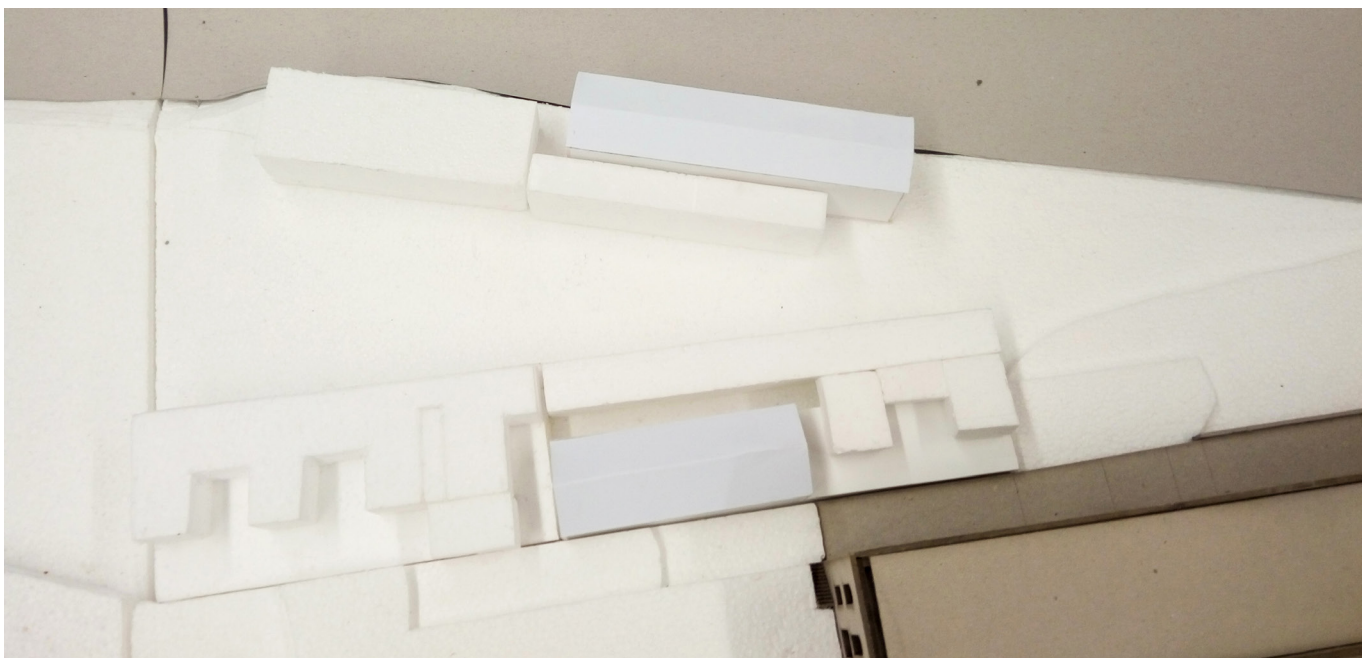


Imagem 87 - Estudo da nova forma dos edifícios.

Proposta Final

Numa intenção de retomar o traçado das antigas oficinas da fábrica da Chemina, a reabilitação seguiu os limites impostos pelas paredes originais. De forma a distinguir a reabilitação da ampliação, a nova construção terá uma materialidade diferente. Enquanto que o edifício existente é caiado a branco, a nova construção será em betão à vista. Desta forma o contraste acontece através dos materiais, texturas e cores.

No edifício da Santa Casa da Misericórdia uma das soluções para evidenciar o edifício existente a sudoeste foi a inexistência de vãos na nova construção, neste alçado. Cada sala da creche tem o seu pátio exterior para recreio que estão orientados a sudoeste, de modo a aproveitar melhor a orientação solar. Os vãos das salas são orientados a sul e a norte e foi considerada a possibilidade de os espaços exteriores, em caso de necessidade, terem uma cobertura.

É criada uma sala polivalente no piso superior do edifício existente assim como um vão a sul de modo a melhorar a captação de luz natural. Ainda neste piso está a sala da diretora e a copa, sendo que a sala polivalente também será utilizada para refeições.

O centro de dia é caracterizado pela sua grande sala a sul do edifício, no piso térreo, funcionando como sala de estar e refeitório. Através de um corredor exterior, os utentes podem aceder a um espaço exterior coberto, na fachada sul, ou aceder às instalações sanitárias e direção. Estes últimos espaços também são acessíveis por um corredor interior.

A passagem do centro de dia para a zona de funcionários é marcada não só pela nova construção como pela marcação de umas escadas exteriores que vencem a cota da rua a sudoeste até à cota do jardim, atravessando o edifício.

Essas escadas estão direcionadas para a entrada do edifício da S.U.M.A. que é caracterizado por um grande envidraçado que deixa ver a outra margem do rio. Essa zona de entrada faz a separação da sala de ensaios com o resto do programa.

No piso térreo encontra-se a sala polivalente, instalações sanitárias e o bar que tem acesso através do exterior e interior do edifício, podendo funcionar como programa independente. No primeiro piso encontram-se as salas de música que foram desenhadas com paredes em ângulos diferentes para uma melhor acústica, sala de arrumos, instalações sanitárias, sala de direção e arquivos.

No exterior foi desenhada uma nova proposta de espaços verdes para o Jardim Vaz Monteiro e a sua ampliação. Os acessos ao jardim, o parque infantil e o posto de turismo foram mantidos.

O alargamento do rio foi feito em plataformas de modo a que este espaço possa ser utilizado quando o caudal tem um nível baixo.

Desenhos



Planta piso 1 - amarelos



Planta piso 0 - amarelos



Alçado Sudoeste - interior do pátio



Alçado Sudeste - interior do pátio



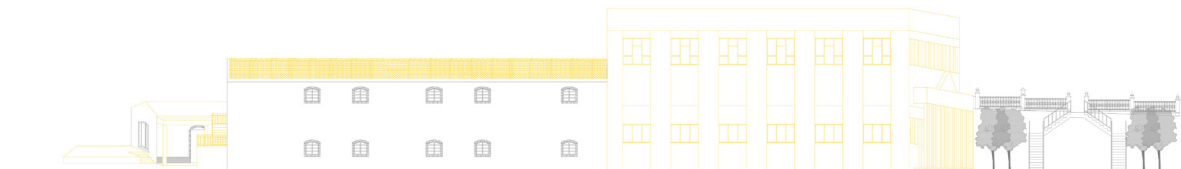
Alçado Sudoeste



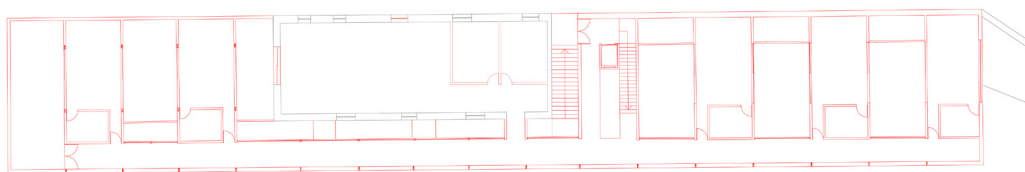
Alçado Norte



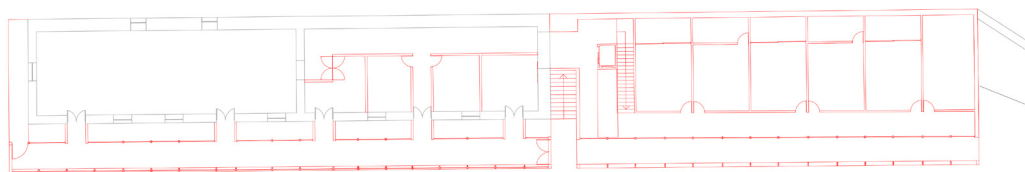
Alçado Sul



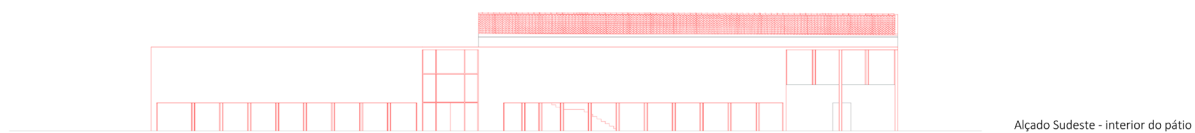
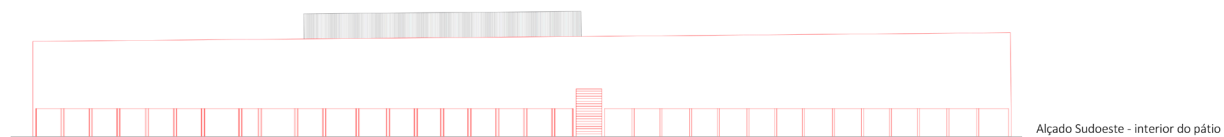
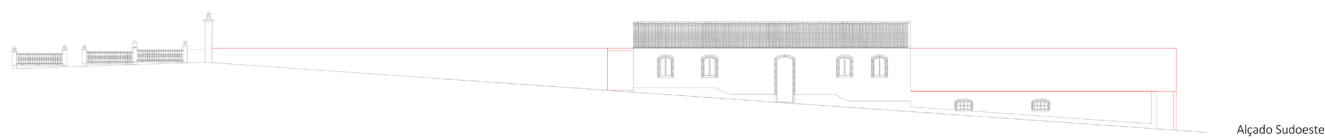
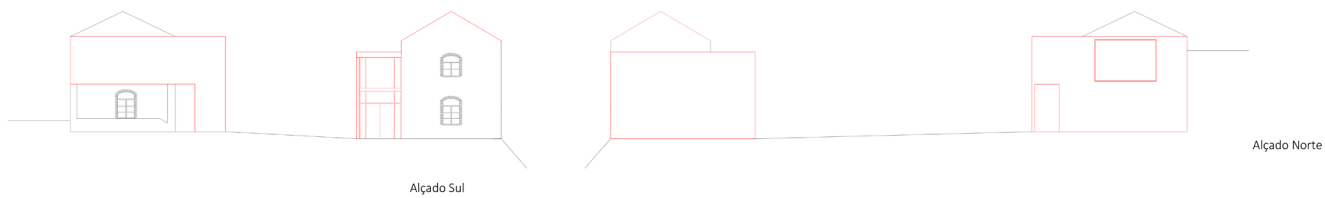
Alçado Sudeste



Planta piso 1 - Encarnados

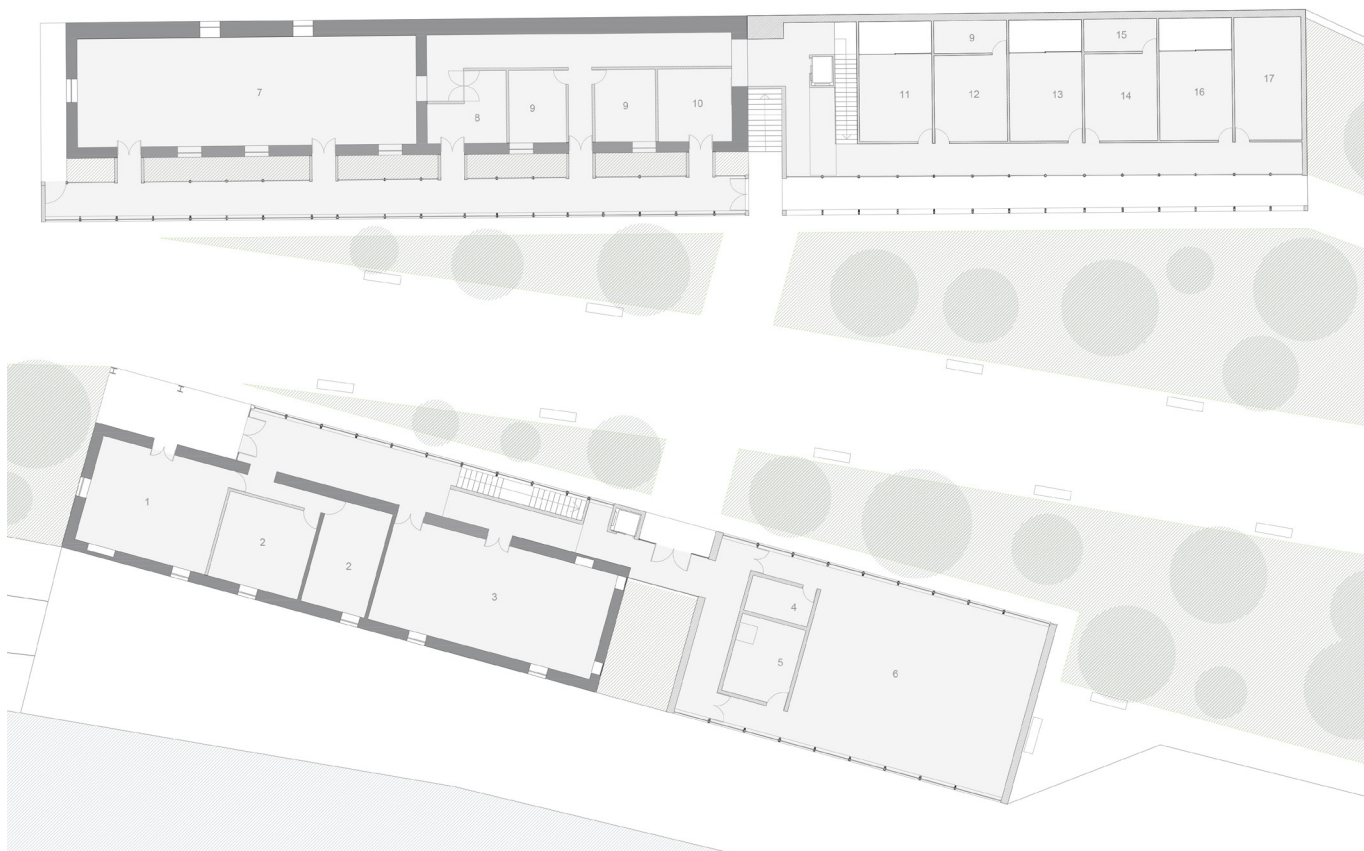


Planta piso 0 - Encarnados





Planta de estratégia de grupo - Proposta de exteriores



S.U.M.A.

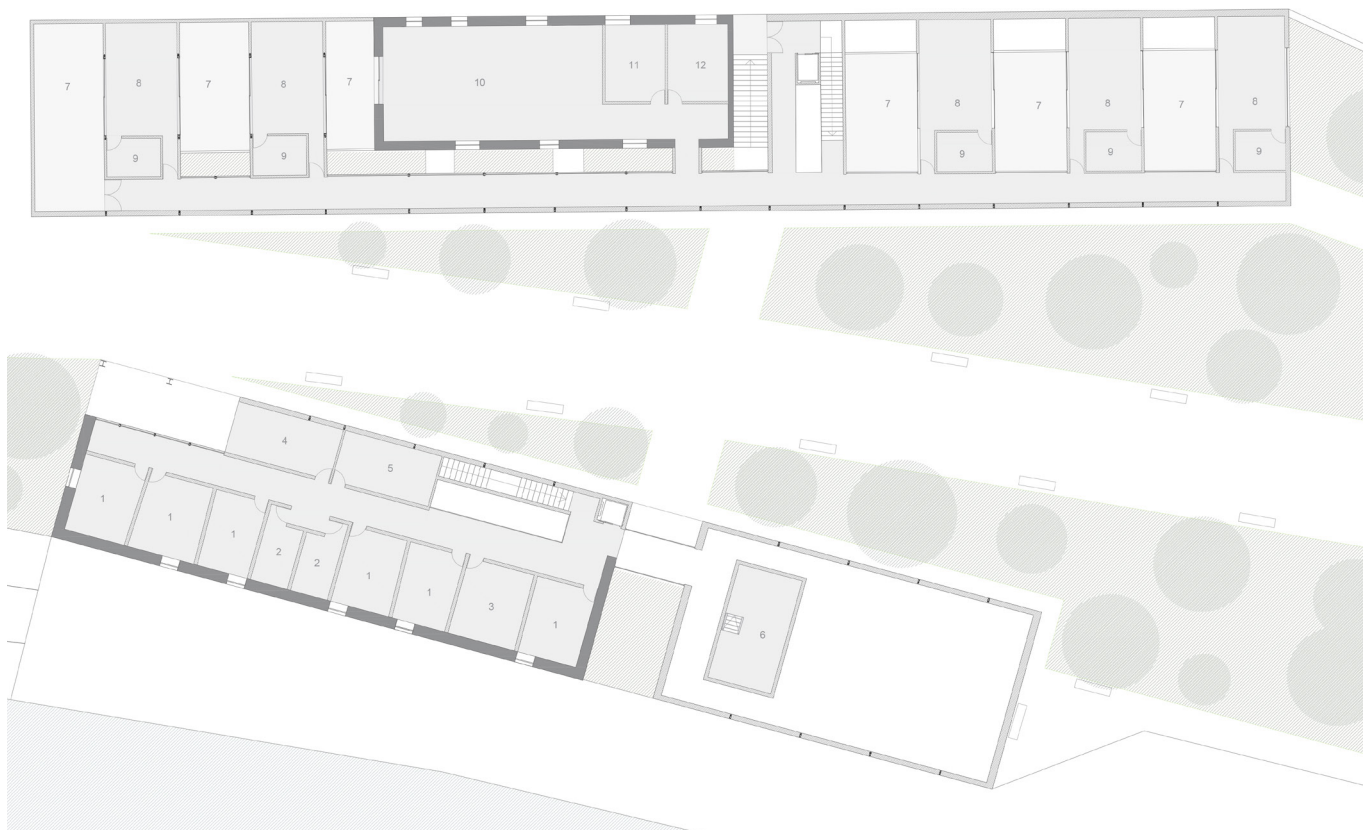
1 - Bar 2 - Instalações sanitárias 3 - Sala polivalente 4 - Sala de Maestro 5 - Arrumos 6 - Sala de ensaios

Centro de dia

7 - Sala centro de dia/sala de refeições 8 - Copa 9 - Instalações sanitárias 10 - Administração 11 - Enfermaria 12 - Sala funcionários 13 - Sala de estar funcionários/auxiliares 16 - Arrumos 17 - Zona técnica

Creche

13 - Sala de estar funcionários/auxiliares 14 - Sala auxiliares 15 - Instalações sanitárias 16 - Arrumos 17 - Zona técnica

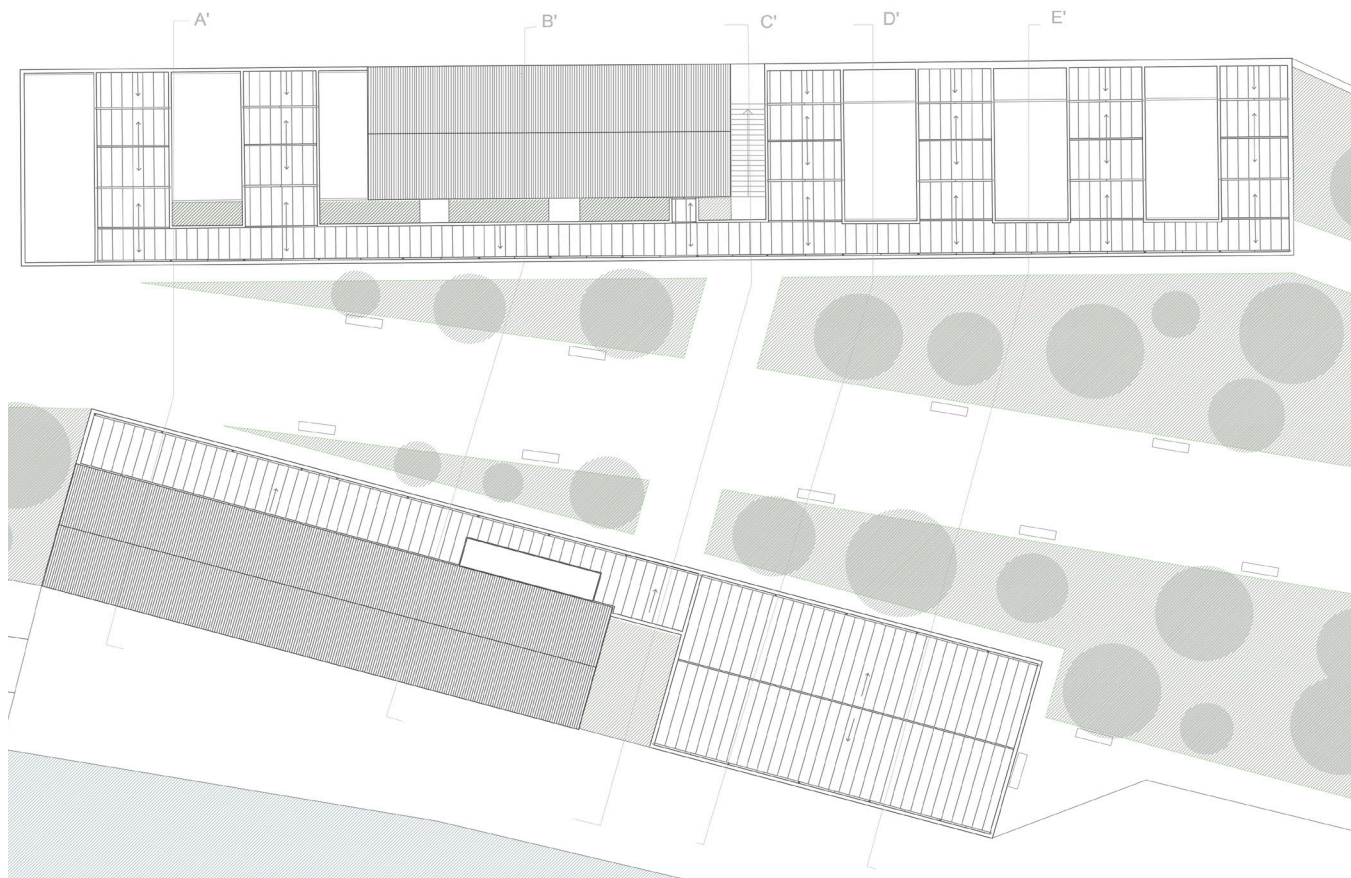


S.U.M.A.

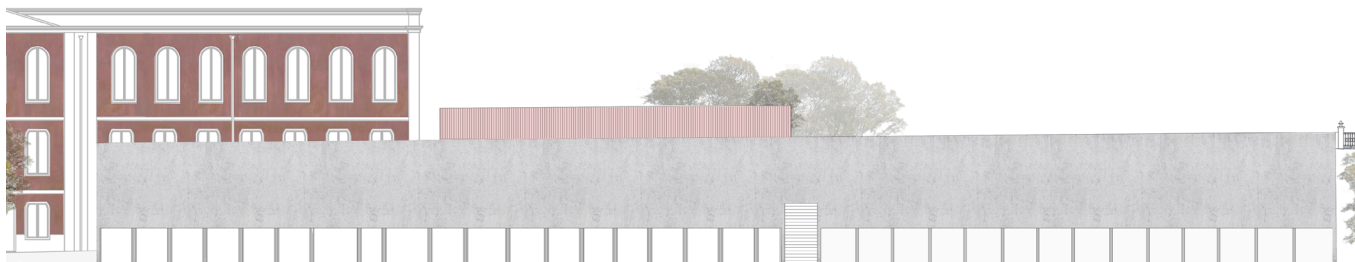
1 - Sala de música 2 - Instalações sanitárias 3 - Arrumos 4 - Direção 5 - Arquivos 6 - Zona técnica

Creche

7 - Espaço exterior de recreio 8 - Sala creche 9 - Instalações sanitárias 10 - Sala polivalente 11 - Copa 12 - Sala diretora



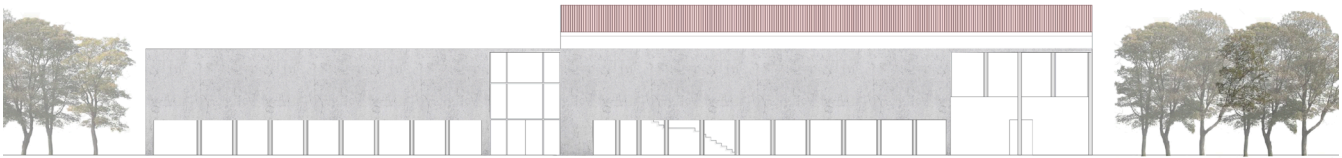
Planta de cobertura



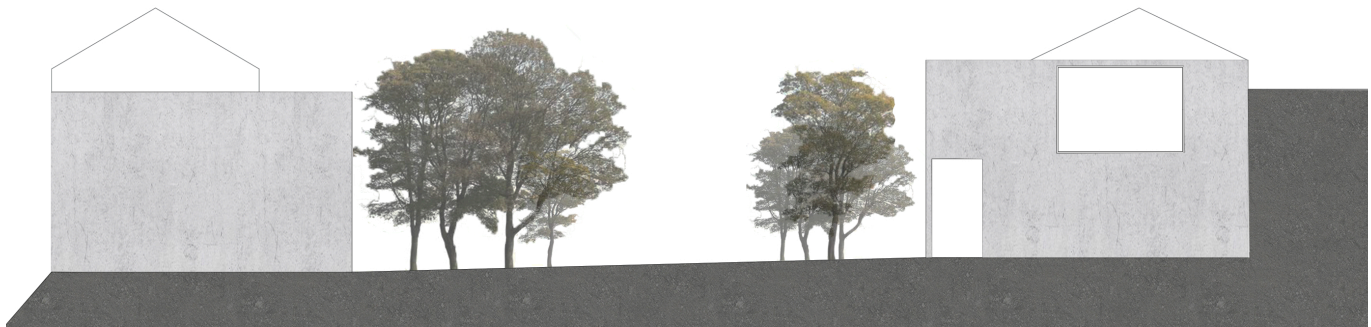
Alçado Sudeste - Creche e Centro de dia



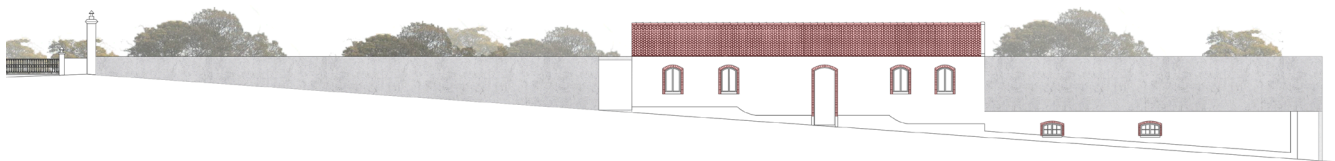
Alçado Sudeste - S.U.M.A.



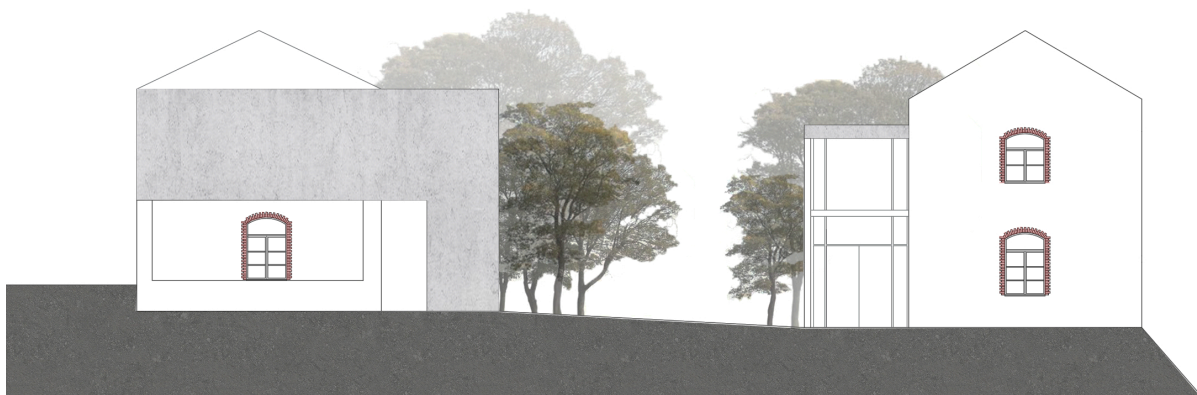
Alçado Sudoeste - S.U.M.A.



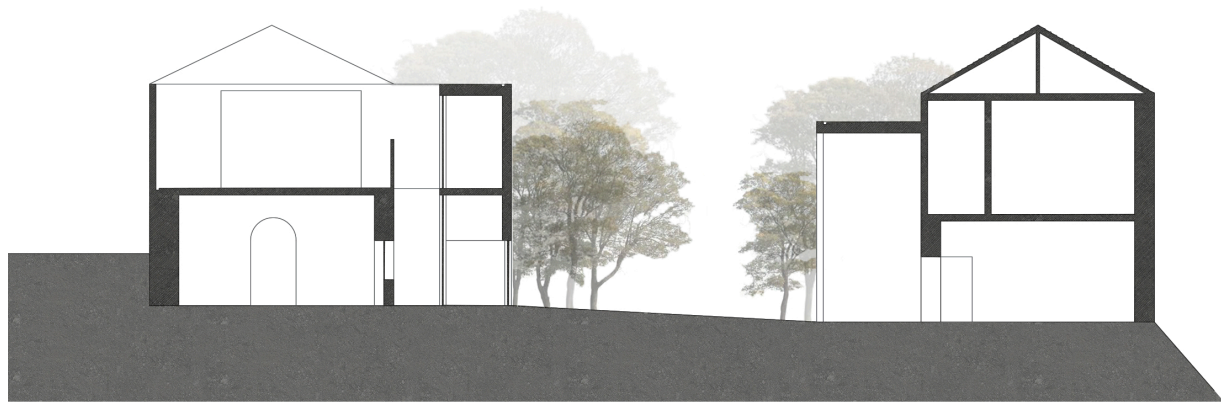
Alçado Norte



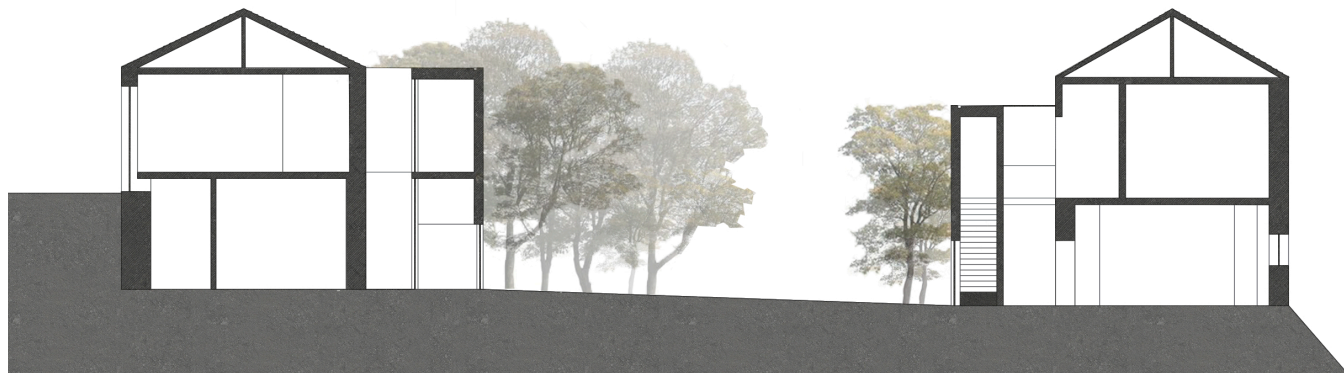
Alçado Sudoeste - Creche e centro de dia



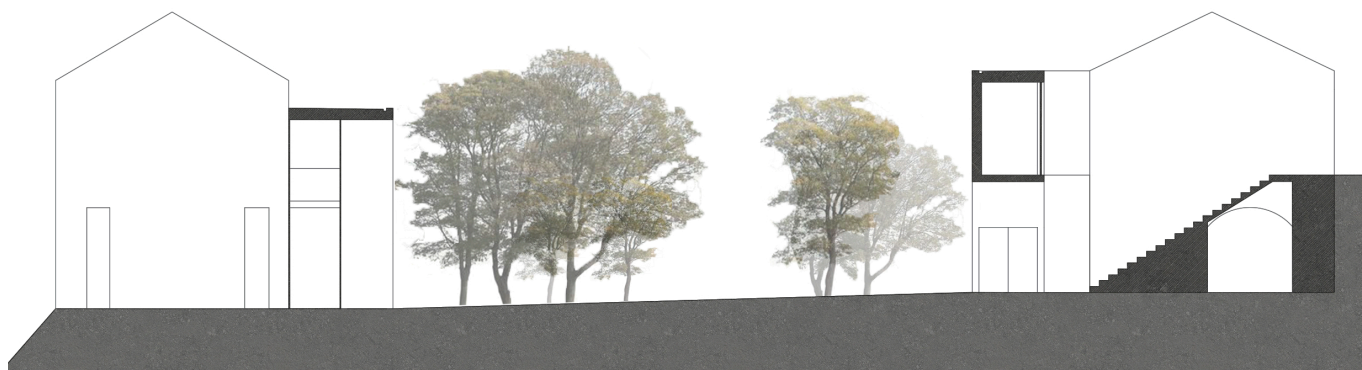
Alçado Sul



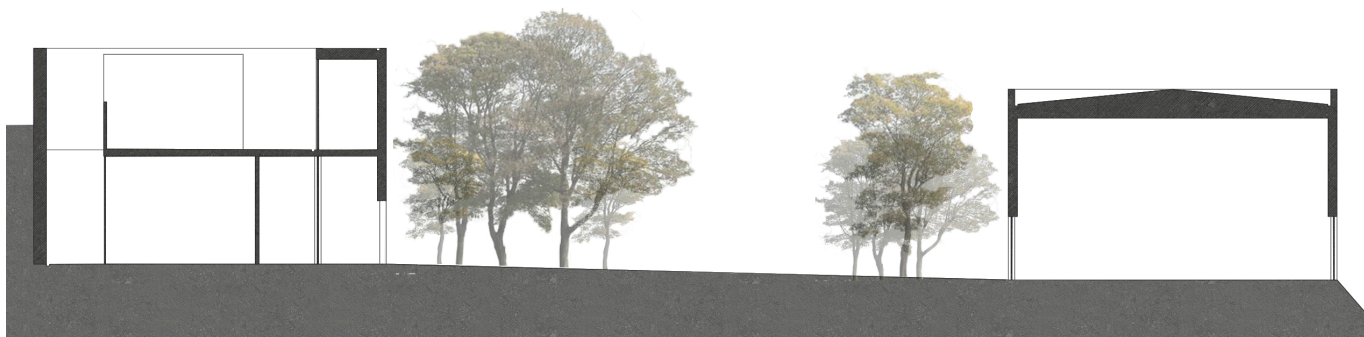
Corte A'



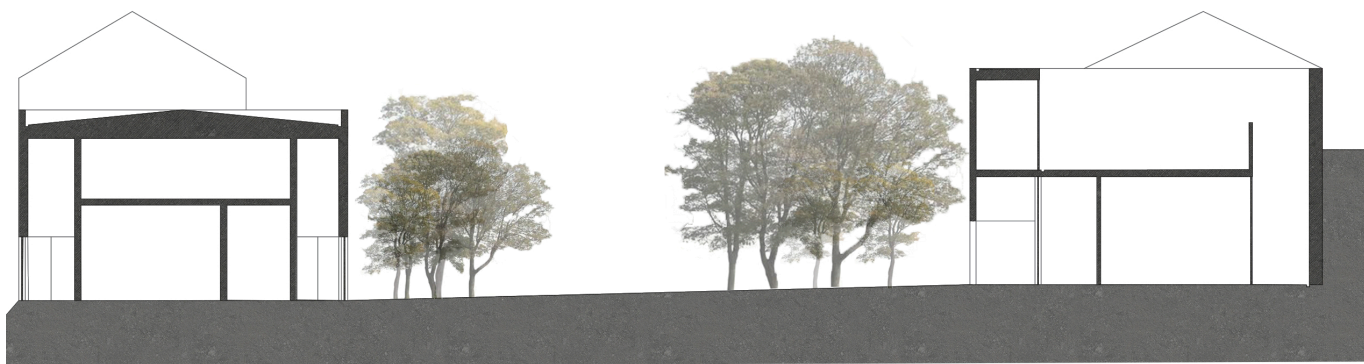
Corte B'



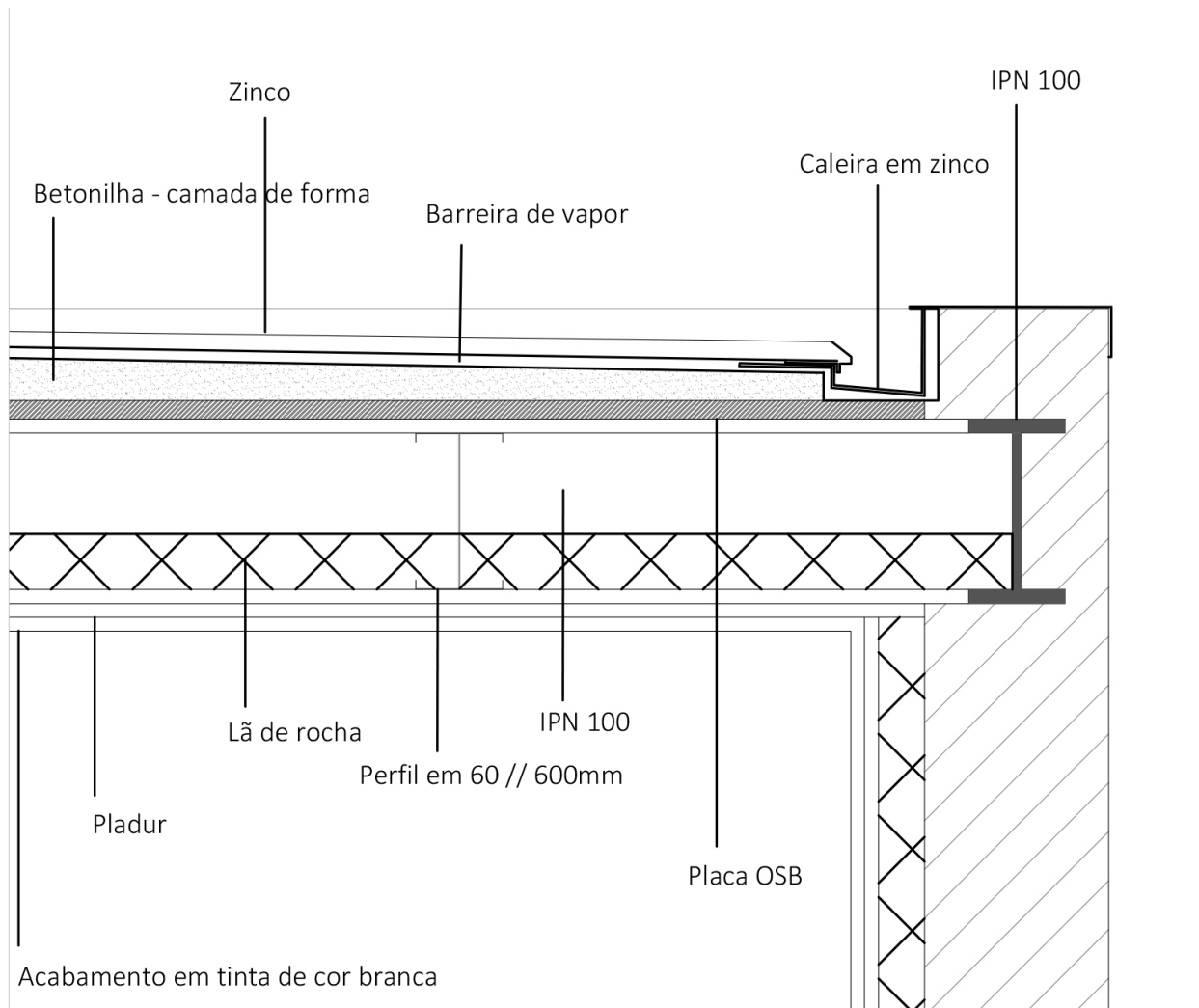
Corte C'



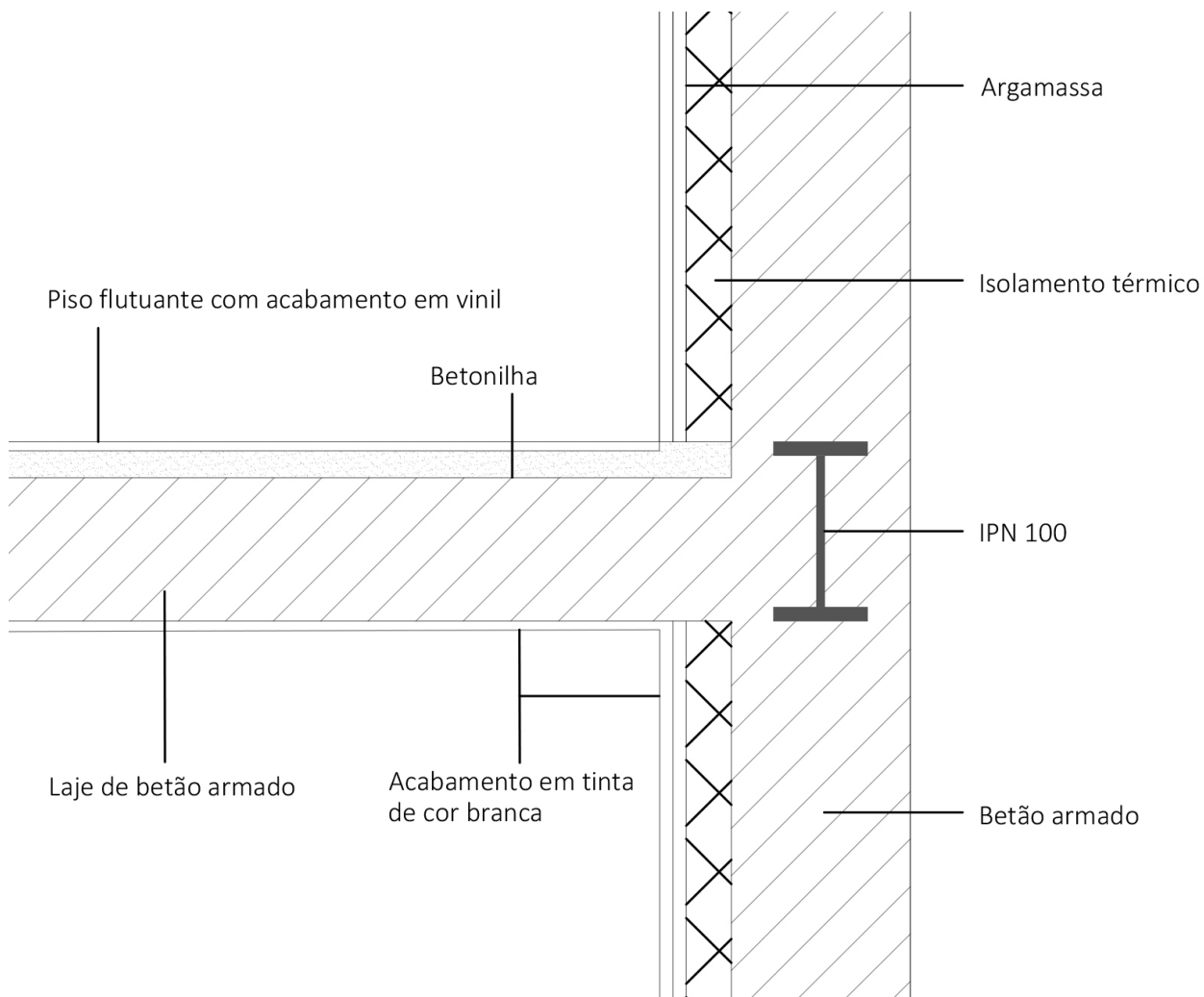
Corte D'



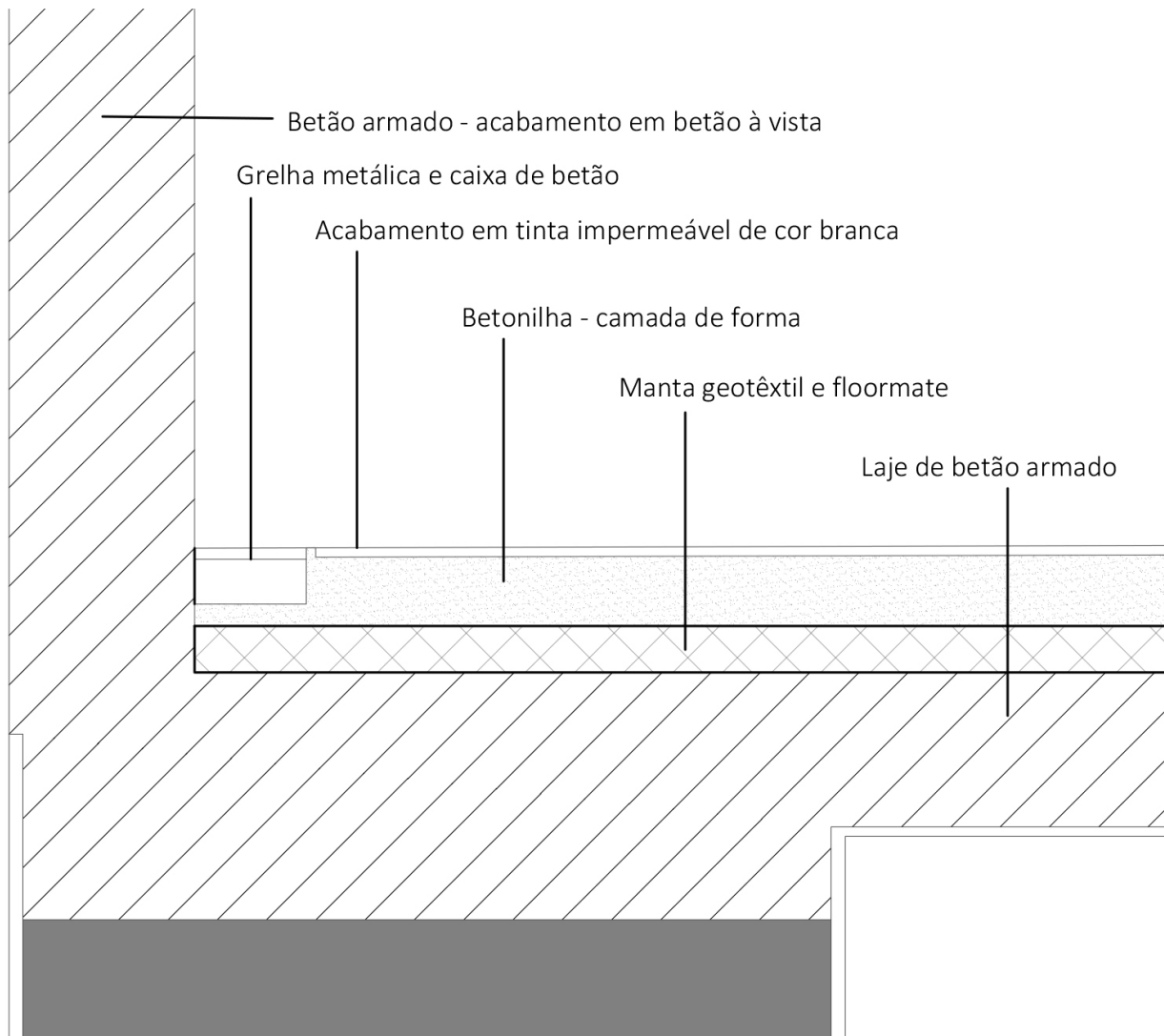
Corte E'



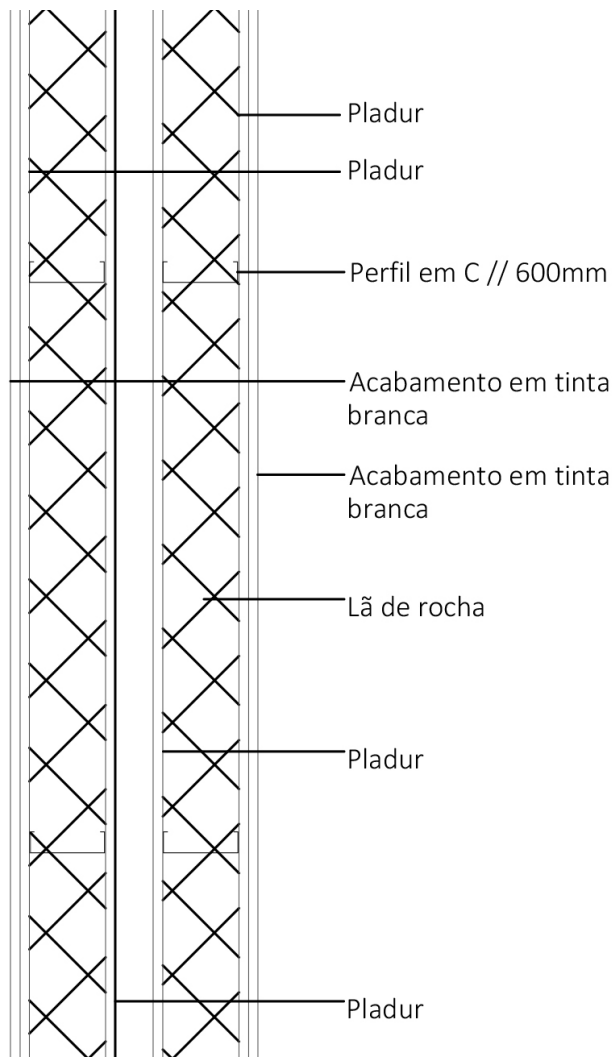
Pormenor construtivo - Cobertura em zinco



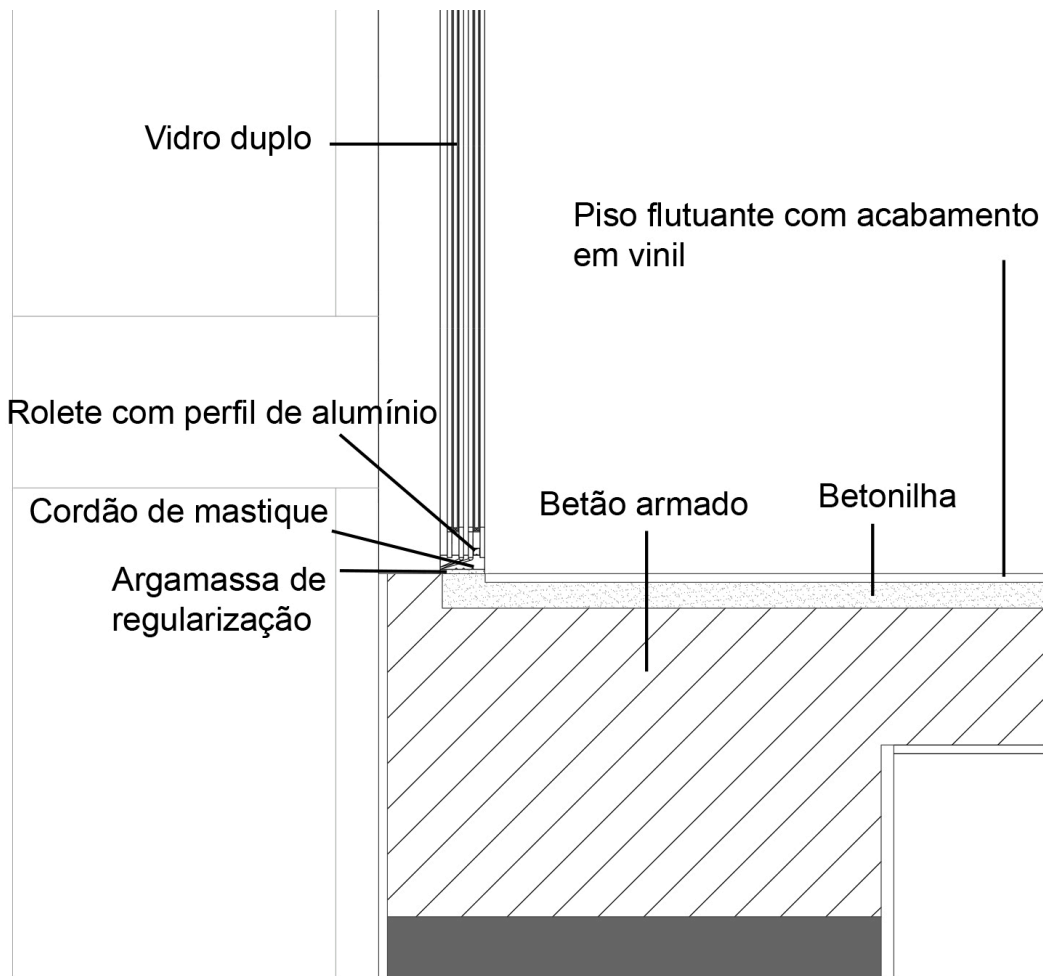
Pormenor construtivo - Laje de piso e parede exterior



Pormenor construtivo - Piso exterior, pátios da creche



Pormenor construtivo - Parede interior das salas de música



Parte II

Reaproveitamento de águas pluviais em edifícios públicos. Um caso de estudo em Alenquer.

Trabalho teórico submetido como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre em Arquitectura

Orientador: Vasco Rato, Professor auxiliar do ISCTE

RESUMO

O crescimento da população mundial bem como o aumento no consumo dos recursos naturais do planeta, a má gestão destes e as alterações climáticas têm resultado num aumento do fenómeno de desertificação do planeta. Em algumas regiões do mundo a escassez de água já é uma realidade e estudos apontam para que em 2050 esta situação atinja um estado catastrófico. Uma vez que, de toda a água existente no planeta, apenas 0,006% é potável e acessível, é necessário refletir e criar novas soluções para um consumo mais eficiente deste recurso. O setor da construção é responsável por 12% do consumo de água mundial (considerando apenas os gastos diretos) sendo necessário perceber o impacto que este problema terá neste setor, como reduzir esta percentagem e qual o papel da arquitetura nesta situação. Através de métodos de aproveitamento de águas pluviais e tecnologias economizadoras, estes conhecimentos irão ser aplicados num caso de estudo em Alenquer composto por dois edifícios públicos. Pretende-se estudar o consumo de água num edifício, como reduzir, tanto quanto possível, este consumo através de redes públicas, estudar as melhores opções para sistemas de aproveitamento de águas pluviais e a sua implementação em projeto, e tornar estes edifícios hidricamente eficientes e sustentáveis.

Palavras chave: arquitetura; eficiência hídrica; águas pluviais; Alenquer; edifício público.

ABSTRACT

The growth of the world's population as well as the increase in consumption of the planet's natural resources, the mismanagement of these resources and climate change have resulted in an increase of the desertification phenomenon on the planet. In some regions of the world the water scarcity is already a reality and studies indicate that this situation will reach a catastrophic state by 2050. Since only 0,006% of the planet's water is potable and accessible, it is necessary to reflect and create new solutions for a more efficient consumption of this resource. Considering that the construction industry is directly responsible for 12% of the world water consumption, it is necessary to understand the impact of water scarcity in this sector, as well as how to reduce this percentage and what is the architecture role in this situation. Through rainwater harvesting methods and low-tech components for water efficiency, this knowledge will be applied in a case study in Alenquer composed by two public buildings. The intention is to study the water consumption of a building, how to reduce, as much as possible, this consumption through public networks, study the best methods for rainwater harvesting and how to apply them on the design phase, making these buildings hydraulically efficient and sustainable.

Key words: architecture, hydric efficiency, rainwater, Alenquer, public building.

ÍNDICE

Léxico e lista de acrónimos	156
Introdução	157
1. A escassez de água	158
1.1. Problema da escassez de água no mundo	158
1.2. Problema da escassez de água em Portugal	163
1.2.1. Nível das águas das chuvas em Portugal	166
2. Pegada hídrica	169
2.1. O que é a pegada hídrica?	169
2.2. Pegadas hídricas do mundo	170
2.3. Pegada hídrica de Portugal	172
2.4. Pegada hídrica de um edifício	172
2.4.1. Requisitos de água para o funcionamento de um edifício	174
2.4.2. Ciclo de água de um edifício	180
2.4.3. Certificação de eficiência hídrica	181
2.4.3.1. BREEAM	182
2.4.3.2. LEED	182
2.4.3.3. LiderA	183
2.4.4. Perdas de água de um edifício	183
3. Sistemas de aproveitamento de águas	184
3.1. Tecnologias economizadoras	184
	151

3.1.1. Autoclismos	186
3.1.2. Chuveiros e sistemas de duche	187
3.1.3. Torneiras	188
3.1.4. Máquinas de lavar roupa	189
3.1.5. Máquinas de lavar loiça	190
3.2. Sistemas de aproveitamento de águas pluviais	190
3.2.1. Componentes	191
3.3. Sistemas de aproveitamento de águas cinzentas	193
4. Caso de estudo em Alenquer	197
4.1. Nível das águas das chuvas em Alenquer	197
4.2. Programa dos edifícios	198
4.2.1. Tipo de utilização de água nos programas	198
4.3. Proposta	198
4.3.1. Cálculos	199
4.3.2. Custo da água em Alenquer e custo do consumo total de água nos edifícios	204
4.4. Projeto	205
Conclusão	209
Considerações finais	211
Desenvolvimentos futuros	211
Bibliografia	212

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico sobre a quantidade de água potável existente no planeta. Fonte: (USGS, n.d.)	160
Figura 2 - Mapa dos países com maior e menor reservas hídricas. Fonte: (Vigotti & Hoffman, 2009).	161
Figura 3 - Gráfico de comparação da precipitação média mensal em Portugal continental entre maio de 2016 e Abril de 2017 e os respetivos valores médios referentes ao período 1971-2000. Fonte:(IPMA, 2017b).	167
Figura 4 – Gráfico de comparação da precipitação média mensal em Portugal continental entre maio de 2015 e Abril de 2016, e os respetivos valores médios referentes ao período 1971-2000. Fonte: (IPMA, 2017b)	168
Figura 5 - Ciclo de vida de um edifício. Fonte: (Margarido, 2015) com base em (Stephan & Crawford, 2014).	173
Figura 6 - Rótulos de eficiência hídrica adotados em Portugal. Fonte: (ANQIP, 2014b).	185
Figura 7 - Rótulos de eficiência hídrica para autoclismos de pequeno volume. Fonte: (ANQIP, 2014b).	185
Figura 8 - Funcionamento de um sistema S.A.A.P. utilizando pasteurização/esterilização para a desinfecção das águas com opção de reutilização de águas cinzentas. Fonte: (Margarido, 2015).	192
Figura 9 - Área de captação considerada para cálculos (a azul)	199
Figura 10 - Esquema em planta de encaminhamento das águas pluviais das coberturas até ao reservatório	208
Figura 11 - Corte esquemático do encaminhamento das águas pluviais das coberturas até ao reservatório	208

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Pegada hídrica da produção mundial (1996 - 2005). Fonte:(Hoekstra & Mekonnen, 2012)	171
Tabela 2 - Repartição dos consumos médios diário. Fonte: (Barroso, 2010).	174
Tabela 3 - Consumos de serviços públicos. Fonte: (Soares, 2010).	175
Tabela 4 - Consumos comerciais. Fonte:(Soares, 2010)	176
Tabela 5 - Consumos industriais. Fonte: (Soares, 2010).	176
Tabela 6 - Consumos industriais. Fonte: (Soares, 2010).	177
Tabela 7 - Usos de água em edifícios de saúde. Fonte:(Soares, 2010).	178
Tabela 8 - Uso da água em edifícios comerciais. Fonte: (Soares, 2010)	178
Tabela 9 - Uso da água em hotéis. Fonte: (Soares, 2010)	179
Tabela 10 - Uso de água em escolas. Fonte: (Soares, 2010).	179
Tabela 11 - Impactes ambientais ao longo do ciclo de vida de um edifício. Fonte: (Lopes, 2010)	181
Tabela 12 - Condições para a atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos. Fonte: (ANQIP, 2014a)	187
Tabela 13 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche. Fonte: (ANQIP, 2014a)	188
Tabela 14 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório. Fonte: (ANQIP, 2014b)	189
Tabela 15 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha. Fonte: (ANQIP, 2014b)	189
Tabela 16 - Balanço hídrico em edifícios residenciais com dispositivos eficientes (valores médios em litros por habitante e por dia). Fonte: (ANQIP, 2014b).	194

Tabela 17 - Comparação de medidas em habitações unifamiliares. Fonte: (Barroso, 2010).	195
Tabela 18 - Comparação de medidas em habitações multifamiliares. Fonte: (Barroso, 2010)	195
Tabela 19 - Utilização dos dispositivos por utilizador	201
Tabela 20 - Consumos de água	202
Tabela 21 - Consumos de água mensais, com T.E., e custos.	204
Tabela 22 - Consumos de água mensais, com T.E. + R.A.C. + S.A.A.P., e custos.	205

Léxico e lista de acrónimos

Água potável – Água própria para consumo.

Água não potável – Água que não cumpre os parâmetros de qualidade exigidos para consumo humano.

Água pluvial – Água precipitada (da chuva)

Águas negras – Água que contém resíduos humanos proveniente de todos os edifícios com saneamento. Representa a água de sanitas, urinóis e por vezes também de cozinhas.

Águas cinzentas – Água residual que provem de atividades como limpezas, lavagens de loiça, duches, lavagens das mãos.

ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

Perdas aparentes – Dizem respeito a água utilizada que não é medida/contabilizada e/ou faturada.

Perdas reais – Dizem respeito à água perdida através de fugas ou ruturas na rede de distribuição.

Precipitação – fenómeno metereológico que se traduz na queda de água, no estado sólido ou líquido.

T.E. – Tecnologias economizadoras

R.A.C. – Reaproveitamento de águas cinzentas

S.A.A.P. – Sistemas de aproveitamento de águas pluviais

S.U.M.A. – Sociedade União Musical Alenquerense

O crescimento da população mundial ao longo dos anos tem exigido um aumento no consumo dos recursos naturais do planeta Terra. A má gestão destes recursos e o aumento da sua procura tem acelerado a destruição dos ecossistemas e alterações climáticas (Kibert, 2008). O fenómeno da desertificação de algumas regiões do planeta, sobretudo rurais, tem vindo a agravar-se sendo que atualmente a escassez de água é uma realidade em várias partes do mundo, afetando já um terço do território europeu (Margarido, 2015).

Sendo a Europa a líder no setor da exploração global de água, a Nestlé (Nestlé, 2009) estima que em 2025 um terço da população mundial vai ser afetada pela escassez de água, chegando esta, possivelmente, a um estado catastrófico em 2050. Segundo as Nações Unidas, em 2025, "1.8 mil milhões de pessoas irão viver em áreas afetadas pela escassez de água, com dois terços da população mundial a viver em regiões com um estado de água crítico como resultado do uso, crescimento e alterações climáticas"¹ (National Geographic, n.d.).

Em Portugal, desde 2015 que o país se encontra num estado de seca severa, até à atualidade, com períodos de precipitação abaixo da média (S. Silva, 2017). Se for considerado que apenas 0,006% da água existente no planeta é potável e acessível, rapidamente se chega à conclusão que é necessário adotar novas soluções para um consumo de água mais eficiente. Uma vez que o setor da construção é responsável por 12% do consumo de água mundial (Margarido, 2015), considerando apenas os gastos diretos, e que o maior consumo de água num edifício é durante a fase da sua ocupação, é necessário substituir os dispositivos mais antigos por outros com tecnologias economizadoras eliminando assim consumos desnecessários de água potável.

Deste modo foi executada uma investigação sobre o problema da escassez de água mundial e sobre o problema da escassez de água nacional, bem como uma investigação sobre a pegada hídrica mundial, nacional e de um edifício. Havendo a noção dos consumos de água num edifício foram estudados métodos de reaproveitamento de águas pluviais, reaproveitamento de águas cinzentas e tecnologias economizadoras.

Estas tecnologias economizadoras juntamente com sistemas de aproveitamento de águas pluviais e sistemas de aproveitamento de águas cinzentas contribuem em ganhos económicos e também em ganhos ambientais (Barroso, 2010). Tendo o arquiteto um papel fundamental na escolha destes sistemas e dispositivos no planeamento de um projeto, pretende-se com um caso de estudo de dois edifícios públicos em Alenquer estimar-se o seu consumo de água e, através de métodos mais eficientes, tornar os edifícios hidricamente sustentáveis com o menor uso de água com recurso a redes públicas.

¹ Traduzido pela autora: "1.8 billion people will live in areas plagued by water scarcity, with two-thirds of the world's population living in water-stressed regions as a result of use, growth, and climate change". (National Geographic, n.d.)

1. A escassez de água

1.1. Problema da escassez de água no Mundo

O crescimento da população mundial ao longo dos anos tem exigido um aumento no consumo dos recursos naturais do planeta Terra. A má gestão destes recursos e o aumento da sua procura tem acelerado a destruição dos ecossistemas e alterações climáticas (Kibert, 2008).

Atualmente, a população mundial utiliza recursos naturais numa quantidade que ultrapassa as reservas disponíveis no planeta e, com o aumento da esperança média de vida, o consumo destes recursos irá aumentar o que levará gradualmente à maior escassez destes (Kibert, 2008). Como resultado de todos estes processos, o recurso mais importante para a existência de vida, a água, é o mais lesado.

O fenómeno da desertificação de algumas regiões do planeta, sobretudo rurais, tem vindo a agravar-se sendo que atualmente a escassez de água é uma realidade em várias partes do mundo, afetando já um terço do território europeu. As alterações climáticas têm causado grandes períodos de seca e extinção da flora local, o que resulta de uma diminuição da pluviosidade, o que por sua vez resulta numa degradação do solo e da biodiversidade (Margarido, 2015). A degradação resulta em desertificação e atualmente “2 mil milhões de hectares de terra, uma área equivalente aos Estados Unidos da América e México juntos, é considerado agora degradado²” (Kibert, 2008).

“40% da superfície terrestre são terrenos áridos suscetíveis à desertificação, pondo em risco mais de 1.1 mil milhões de pessoas em mais de 100 países dependentes destas terras para sobreviver³. Na China, as alterações climáticas e a rápida expansão urbana resultaram num aumento do deserto Gobi em 10460 quilómetros quadrados por ano. Ainda que um terço da superfície terrestre seja área florestal, a cada segundo desaparecem 0.8 hectares de floresta tropical e, em cada ano, 4 milhões de hectares de floresta em zonas temperadas sendo que metade das florestas do planeta Terra já desapareceram. “Nos Estados Unidos, apenas 1 a 2 por cento das florestas originais ainda existem⁴” (Kibert, 2008).

Segundo um relatório da Nestlé (Nestlé, 2009) estima-se que este problema tenha o seu início na Europa devido à indústria alimentar que consome toneladas de água não só nos campos de cultivo mas também na criação de gado; uma caloria de carne requer 10 vezes a água de um alimento cultivado. Sendo a Europa a

² Traduzido pela autora: “5 billion acres (2 billion hectares) of land, na area equal to the United States and Mexico combined, is now considered degraded.” (Kibert, 2008)

³ Traduzido pela autora: “drylands susceptible to desertification cover 40% of the Earth’s surface, putting at risk a further 1.1 billion people in more than 100 countries dependent on these lands for survival.” (Kibert, 2008)

⁴ Traduzido pela autora: “In the United States, only 1 to 2 percent of the original forest cover still remains.” (Kibert, 2008)

líder no sector da exploração global de água (Margarido, 2015), a Nestlé estima que em 2025 um terço da população mundial vai ser afetada pela escassez de água, chegando esta, possivelmente, a um estado catastrófico em 2050. Segundo as Nações Unidas, em 2025, "1.8 mil milhões de pessoas irão viver em áreas afetadas pela escassez de água, com dois terços da população mundial a viver em regiões com um estado de água crítico como resultado do uso, crescimento e alterações climáticas"⁵ (National Geographic, n.d.).

Pensa-se que o limite sustentável da recolha de água potável seja de 12500 quilómetros cúbicos por ano sendo que em 2008 já se recolhia 6000 quilómetros cúbicos. Estima-se que esse valor seja 43% do recurso de água potável acessível mundialmente e que este atinja os 70% em 2025 (Vigotti & Hoffman, 2009). O aumento da população mundial, tal como o seu consumo de carne, irá aumentar a recolha anual de água potável em 10000 a 11000 quilómetros cúbicos em 2050, quantidade suficiente para garantir 2500 quilocalorias diárias a 9 mil milhões de pessoas através de cultivos agrícolas e criação de gado. (Nestlé, 2009).

A Nestlé estima que a atual dieta nos Estados Unidos da América ronda as 3600 quilocalorias diárias com um consumo substancial de carne. Se todo o mundo vivesse de acordo com a mesma dieta, os recursos naturais de água potável teriam esgotado quando a população atingisse os 6 mil milhões, algo que aconteceu no ano 2000 (Nestlé, 2009). Em locais menos desenvolvidos e sem condições/sistemas de recolha de água potável este problema atingirá uma situação catastrófica em 2050.

Apenas 2,5% do total da água global é água potável. Dessa percentagem 68,7% encontra-se em glaciares e calotas polares, 30,1% em águas subterrâneas e, apenas 1,2% está à superfície. Dos 1,2% de água potável à superfície, 69,0% encontra-se em gelo no solo e em permafrost, 20,9% em lagos, 3,8% na forma de humidade no solo, 2,6% em pântanos, 0,49% em rios, 0,26% em seres vivos e 3% na atmosfera (USGS, n.d.). Deste modo, pode considerar-se que apenas 0,006% da quantidade de água existente no planeta é potável e acessível (considerando como acessível apenas a água dos lagos e rios).

⁵ Traduzido pela autora: "1.8 billion people will live in areas plagued by water scarcity, with two-thirds of the world's population living in water-stressed regions as a result of use, growth, and climate change". (National Geographic, n.d.)

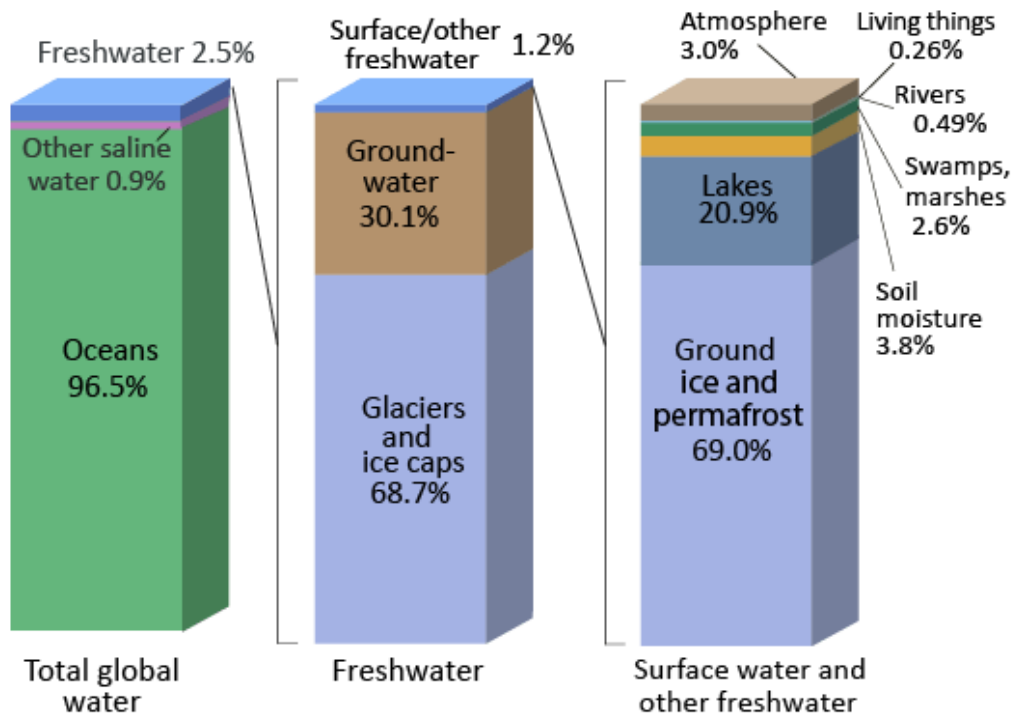


Figura 1 - Gráfico sobre a quantidade de água potável existente no planeta. Fonte: (USGS, n.d.)

Os países com maior precipitação costumam ser os que têm maiores recursos hídricos, sendo que, de toda a água disponível, a América do Sul e a Ásia-Pacífico são os que apresentam maior quantidade. No Kuwait a população usa uma estação de dessalinação para a água do mar pois não existem recursos hídricos nesta região. As estações de dessalinação começam a ser cada vez mais comuns em vários países onde os recursos naturais de água já se encontram num estado muito crítico (Vigotti & Hoffman, 2009).

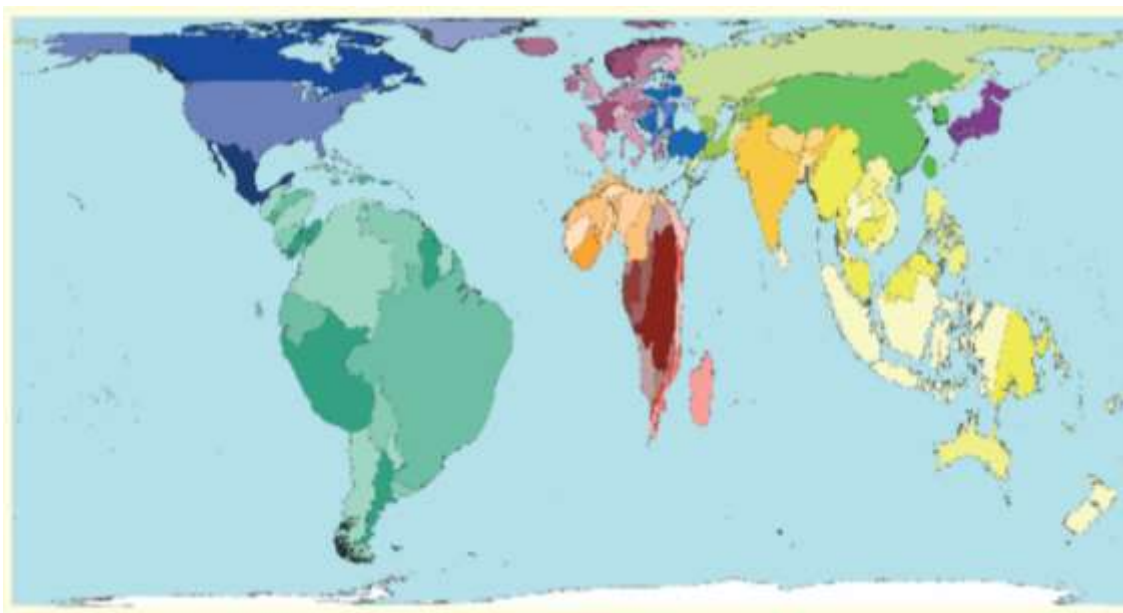


Figura 2 - Mapa dos países com maior e menor reservas hídricas. Fonte: (Vigotti & Hoffman, 2009).

“A revolução industrial trouxe consigo uma série de inovações para a gestão de água que provocaram uma mudança radical no ciclo hidrológico, como a invenção do sistema de bombeamento que permite a captação de água de lagos e rios através de um sistema mecânico (Margarido, 2015).” Este sistema levou a que algumas regiões fossem hidrologicamente exploradas em excesso sendo o Mar de Aral um dos maiores exemplos das consequências destas explorações. Nos anos 60, o Mar de Aral fornecia água a indústrias de cultivo de algodão e após 40 anos metade da sua superfície desapareceu (36.000 quilómetros quadrados), representando 2/3 do seu volume. Outros exemplos são o rio Prata, o rio Paraná, o rio Jordão e o rio Danúbio (World Water Council, n.d.).

Nos últimos 50 anos, a extração de água subterrânea aumentou mais de 300%. “A água subterrânea é uma parte essencial do ciclo hidrológico”⁶ e uma fonte de água primária para a agricultura e usos domésticos e industriais. “Quase metade da água que se bebe no mundo e cerca de 43% de toda a água consumida em

⁶ Traduzido pela autora: “Groundwater is an essential part of the hydrological cycle”. (UNESCO, 2015)

irrigações é proveniente de água subterrânea”⁷ e esta é completamente essencial para ecossistemas como lagos, cursos de água e pântanos (UNESCO, 2015).

“Os recursos globais de água subterrânea estão num estado crítico pois há uma extração excessiva em muitas regiões semi-áridas e áridas e devido às consequências incertas das alterações climáticas”.⁸ Estas alterações irão alterar o ciclo hidrológico afetando não só os recursos naturais, mas também a vida humana provocando desastres naturais como inundações e secas. Com os períodos de seca cada vez mais recorrentes e longos, a água subterrânea é essencial como recurso a todas as regiões afetadas fornecendo uma reserva de água para períodos extensos de seca. No entanto, em algumas regiões do mundo, as zonas de recolha de água já se encontram insustentáveis (UNESCO, 2015).

A vida humana é também afetada em questões de saúde através do aumento de água poluída. Enquanto que a água é um recurso essencial para a sobrevivência, a água poluída é uma das maiores causas de morte no planeta. Com os recursos de água potável cada vez mais escassos, a Organização Mundial de Saúde estima que cerca de um milhar de milhão de pessoas não tenham acesso a esta, e que dois mil milhões de pessoas não tenham acesso a condições sanitárias básicas. 80% das infeções registadas nos países em desenvolvimento estão relacionadas com doenças transmitidas pela água (Vigotti & Hoffman, 2009).

Devido ao excesso de exploração de água e de períodos prolongados de chuva e de secas, a Europa atingiu um nível crítico no equilíbrio entre a água disponível e a exigência de água atual. Nos últimos anos têm sido divulgados fluxos de rios reduzidos, níveis baixos de água subterrânea e de lagos, secagens de terrenos pantanosos e impactes em ecossistemas de água potável, incluindo a vida de peixes e aves. Têm-se também observado uma diminuição da qualidade de água em zonas onde os recursos de água diminuíram pois existe menos água para diluir poluentes. “Além disso, a água salgada invade cada vez mais os aquíferos costeiros bombeados em excesso em toda a Europa. As alterações climáticas irão certamente agravar estes impactos adversos no futuro, estimando-se que hajam secas severas com mais frequência pela Europa.”⁹(Collins, Kristensen, & Thyssen, 2009)

Por outro lado, o uso de água está diretamente relacionado com a produção de energia. “Em toda a União Europeia, a produção de energia representa 44% do total de água extraída, servindo principalmente como água de arrefecimento. 24% da água extraída é usada em agricultura, 21% para abastecimento público de

⁷ Traduzido pela autora: “Nearly half of all drinking water in the world and about 43% of all water effectively consumed in irrigation is sourced from groundwater.” (UNESCO, 2015)

⁸ Traduzido pela autora: “Global groundwater resources are in a state of crisis because of over-abstraction in many semiarid and arid regions and the uncertain consequences of climate change” (UNESCO, 2015)

⁹ Traduzido pela autora: “. In addition, salt water increasingly intrudes into 'over-pumped' coastal aquifers throughout Europe. Climate change will almost certainly exacerbate these adverse impacts in the future, with more frequent and severe droughts expected across Europe.” (Collins et al., 2009)

água e 11% para usos industriais.”¹⁰ (Collins et al., 2009) Enquanto que no Sul da Europa mais de metade do total de extração nacional se destina à agricultura, sendo que em algumas regiões ultrapassa os 80%, na Europa Ocidental mais de metade da água extraída destina-se ao arrefecimento necessário aos sistemas industriais de produção de energia. O uso de água na agricultura na Europa aumentou nas últimas duas décadas, conduzido pelo facto de que os agricultores raramente terem de pagar o “verdadeiro” preço da água. No entanto, enquanto que, no arrefecimento de água, 100% da água utilizada é reutilizada, na agricultura, devido a absorção por plantas ou evaporação, apenas 30% da água utilizada vai ser possível reutilizar.

O turismo também aumenta o uso de água público, particularmente durante a época das férias de verão e especialmente no sul da Europa, onde as regiões já estão num nível de stress considerável. Além da água para alimentação e higiene pessoal, o turismo está associado a atividades como nadar e jogar golfe (que necessita de bastante irrigação dos campos) o que aumenta significativamente o uso de água. (Collins et al., 2009)

1.2. Problema da escassez de água em Portugal

Com uma maioria da água captada a reverter para a agricultura e com o turismo a crescer, Portugal é o 4º maior consumidor de água *per capita* da Europa, logo a seguir ao Reino Unido, Espanha e França, e o país mediterrânico com maior consumo. O aumento do consumo de água, juntamente com as alterações climáticas, tem resultado numa grave acentuação do fenómeno de desertificação no país nos últimos 50 anos (Margarido, 2015) sendo que o índice de risco de escassez de água para Portugal é de 14%¹¹ (S. Silva, 2017).

Tal como o fenómeno de desertificação, nos últimos 50 anos o consumo de água potável triplicou e, no entanto, a água disponível atualmente é cerca de metade da que existia em 1950 (Mota et al., 2009).

Em 2015, Portugal continental encontrava-se numa situação de seca severa, quando 90% do território encontrava-se nesta condição devido à falta de precipitação desde o início do ano (S. Silva, 2017). Em Junho desse ano, a Plataforma em Defesa do Tejo alertava que “o rio mais comprido da Península Ibérica “esgota-se” ao passar pela província de Toledo, em Espanha, devido a mais uma seca e ao transvase para a barragem de Segura.” (Diário de Notícias, 2015)

¹⁰ Traduzido pela autora: “In the EU as a whole, energy production accounts for 44 % of total water abstraction, primarily serving as cooling water. Twenty-four per cent of abstracted water is used in agriculture, 21 % for public water supply and 11 % for industrial purposes.”(Collins et al., 2009)

¹¹ Nota: Apesar de a fonte referir um valor concreto para Portugal e indicar que a cima de 40% se considera risco de escassez severa, não foi referido o que consiste o índice em si nem encontrados dados sobre este. Esta informação partiu de uma entrevista a Ana Mata, professora de recursos hídricos do Instituto Politécnico de Setúbal.

Esta situação de seca arrastou-se desde essa data até à atualidade sendo que entre 2015 e 2016 houveram 18 meses onde a precipitação registada foi abaixo da média. Em Maio de 2015, as barragens da Bacia do Sado registavam 50% da sua capacidade de armazenamento, em Agosto de 2016 registavam 30% e em Janeiro de 2017 registavam 28,2%, o nível mais baixo registado desde 1995. Esta situação levou a uma aplicação de estratégias de curto e médio prazo para evitar que, no Verão, existam interrupções no abastecimento de água às populações, como aconteceu em 2005. Atualmente, o abastecimento para esta região está a ser assegurado pela albufeira do Alqueva. Enquanto que o índice de risco de água para Portugal é de 14%, para a Bacia do Sado é de 36% sendo que 40% já se considera risco de escassez severa (S. Silva, 2017).

Ainda assim, a região mais afetada pela escassez de água é a Bacia hidrográfica do Rio Guadiana que durante as secas se encontra numa situação de grande pressão e stress hídrico (WWF, n.d.-a), uma vez que durante o verão o índice de exploração atinge os 54% e acima dos 20% está-se numa situação de stress hídrico (TSF, 2017).

Em Agosto de 2016, as comunidades isoladas de Mértola, localizadas na margem direita do Guadiana, tiveram que ser auxiliadas com autotanques devido à falta de chuva e também porque as altas temperaturas danificaram as ligações e as tubagens do sistema de abastecimento de água, causando um esvaziamento dos depósitos. Desde Abril de 2016 que as localidades de Mértola tiveram que ser auxiliadas pela autarquia, existindo algumas sem acesso à rede pública onde se tiveram que efetuar furos artesanais. Todo este auxílio se destinou apenas a consumo humano sendo que com o abeberamento animal a situação encontrava-se ainda mais grave (Dias, 2016).

“As reservas de água de superfície, ribeiras, charcas e pequenas barragens «estão secas» por não terem sido repostas nos últimos dois anos com as chuvas de Outono/Inverno” (Dias, 2016) e os furos artesanais encontram-se demasiado explorados, alguns já sem água. Nas explorações agrícolas apenas se encontra água em rios e ribeiras bastante distantes tornando-se impossível o seu transporte para o consumo de gado.

Em Almodôvar, a autarquia disponibilizou vários pontos de água potável e outras fontes de água para animais no início do verão de 2016. Desde Abril de 2016 que algumas comunidades já estavam a ser auxiliadas com autotanques mas devido a diversas estratégias de apoio aplicadas nos quatro a cinco meses anteriores no acesso à água dos fontanários, a situação encontra-se dentro da normalidade (Dias, 2016).

Estas estratégias revelam-se cada vez mais importantes e fundamentais no apoio à população nos meses de seca podendo fazer toda a diferença em regiões mais áridas. O apelo pela diminuição do uso de água e estratégias de poupança levaram a que Almodôvar conseguisse ter a situação controlada. Enquanto isso, em Mértola onde não foram aplicadas quaisquer estratégias, a situação encontrava-se num estado crítico com a autarquia a afirmar que, caso os aglomerados populacionais a necessitar de auxílio chegassem aos 30, a autarquia poderia não ter meios para levar água a todas as comunidades.

As Nações Unidas têm alertado sucessivamente para a necessidade de poupar água na Península Ibérica, afirmando que em 2025 Portugal e Espanha serão os países mais afetados pelo aquecimento global. Estima-se que nesse ano a Península Ibérica não tenha água potável uma vez que a escassez de água em Portugal já é uma realidade. Anthímio de Azevedo afirma que o motivo desse fenómeno “está no posicionamento do anticiclone dos Açores que tem vindo a mudar a sua localização. A tendência é ficar mais a Sudeste, num triângulo formado entre as ilhas Britânicas, Açores e Península Ibérica, bloqueando as superfícies frontais que trazem chuva para Portugal e Espanha”, pois uma vez que quando essas massas nos atingem já vêm sem chuva (CM, 2008).

Apesar dos sucessivos alertas, Portugal ainda tem uma elevada percentagem de perdas nas redes de distribuição de água, embora diferenciado em cada sector de utilização: “25% no uso urbano, 38% no uso agrícola e 23% no uso industrial” (Sardinha et al., 2017). Segundo Diana Margarido, “a nível nacional, cerca de 426 milhões de litros de água potável são diariamente desperdiçados, representando 19% de toda a água que é injetada nas canalizações em todo o país. Isto significa que um em cada cinco litros de água captada, tratada e pronta a ser consumida perde-se pelo caminho e não chega às torneiras” (Margarido, 2015). No concelho de Lisboa, as metodologias de monitorização e controlo da rede de distribuição de água permitiram uma redução significativa nas perdas de água sendo que em 2014 apenas 8,1% da água que entrou em Lisboa resultou em perdas, resultantes de fugas ou ruturas na rede de distribuição, o que mostra que estas estratégias devem ser aplicadas no resto do país (Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia e Ambiente, Câmara Municipal de Lisboa EPAL- Empresa Pública das Águas Livres, & SIMTEJO, 2015).

Por outro lado, os rios e albufeiras do país estão cada vez mais poluídos, como é o caso do rio Tejo, e 50% das águas residuais não têm tratamento conveniente. Nos países em desenvolvimento um grande fator na escassez de água é a água imprópria para consumo e, ainda que em Portugal apenas 2% da água distribuída para consumo humano não respeite os níveis e qualidade exigidos, têm-se verificado um aumento significativo da poluição nos últimos anos nas reservas hídricas (Teixeira, 2007).

A Comissão Europeia tem apelado a Portugal para que trate uma maior quantidade de águas residuais uma vez que o considera o país da União Europeia com maior potencial para reutilização de água (TSF, 2017). O tratamento de águas residuais pode atenuar períodos de seca e até mesmo repor ecossistemas que são explorados em demasia. Em 2015, The Coca-Cola Company tornou-se na primeira empresa da lista *Fortune 500* a repor toda a água utilizada, entre 2012-2014, no meio ambiente sendo que dos 300,19 milhões de litros de água gasta foram repostos 337,17 milhões, mais de 100%. Este processo, realizado em mais de 71 países, foi feito através do tratamento integral das águas residuais que em conjunto com os governos permitiu o restauro de bacias hidrográficas. Em Portugal, juntamente com a WWF, a empresa tem vários projetos para a preservação do meio ambiente no qual se destaca a “Conservação da Bacia do Guadiana” (Coca Cola, 2016).

1.2.1. Nível das águas das chuvas em Portugal

Em Portugal, cerca de 70 a 80% da precipitação ocorre de novembro a abril e atinge o seu máximo em fevereiro, com concentração da precipitação e escoamento em períodos relativamente curtos, seguido de períodos prolongados de seca que coincidem com o Verão. O sul, centro e interior do país são as zonas mais atingidas por estes períodos de seca (Mota et al., 2009).

Ao longo dos anos tem-se verificado um aumento dos períodos de seca e períodos de precipitação cada vez mais intensos e curtos. Em 2015, 90% de Portugal continental encontrava-se numa situação de seca severa e comparando os dados desse ano com os valores médios dos anos 1971-2000 (imagem 2), pode-se verificar um Verão e um Inverno muito mais seco que o habitual com exceção apenas em setembro e outubro (IPMA, 2017a).

Em 2016, pode-se observar um aumento significativo acima da média da precipitação (imagem 1 e 2) a partir de janeiro até maio onde se dá novamente uma quebra nos meses de Verão. Apenas em novembro de 2016 a precipitação é um pouco maior que os valores médios, seguido de dois meses com uma redução da precipitação em 50%. Com o seu pico em fevereiro de 2017, a precipitação volta a diminuir atingindo valores mínimos em abril de 2017, chovendo apenas 12,5%¹² da quantidade prevista (IPMA, 2017a).

¹² Percentagem calculada com os valores atuais e os valores médios do mês de Abril de 1971-2000.

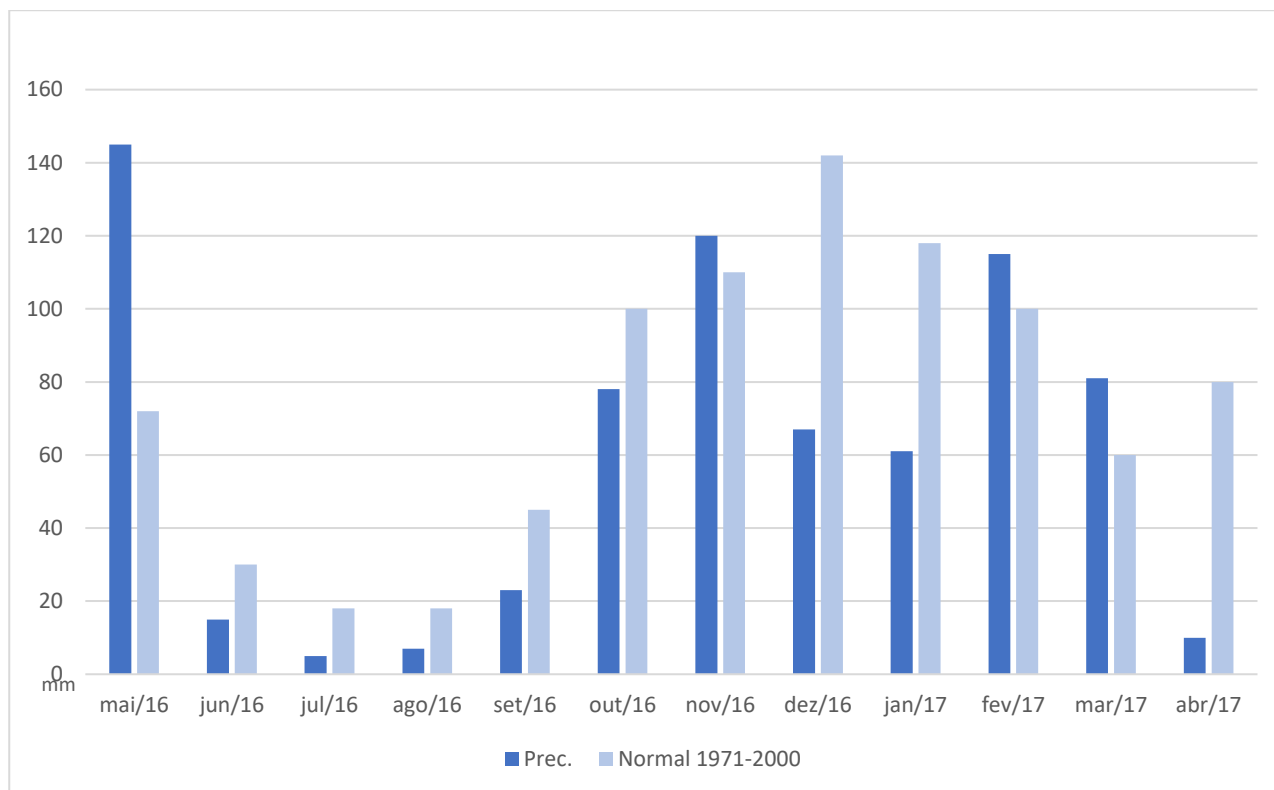


Figura 3 - Gráfico de comparação da precipitação média mensal em Portugal continental entre maio de 2016 e Abril de 2017 e os respetivos valores médios referentes ao período 1971-2000. Fonte:(IPMA, 2017b).

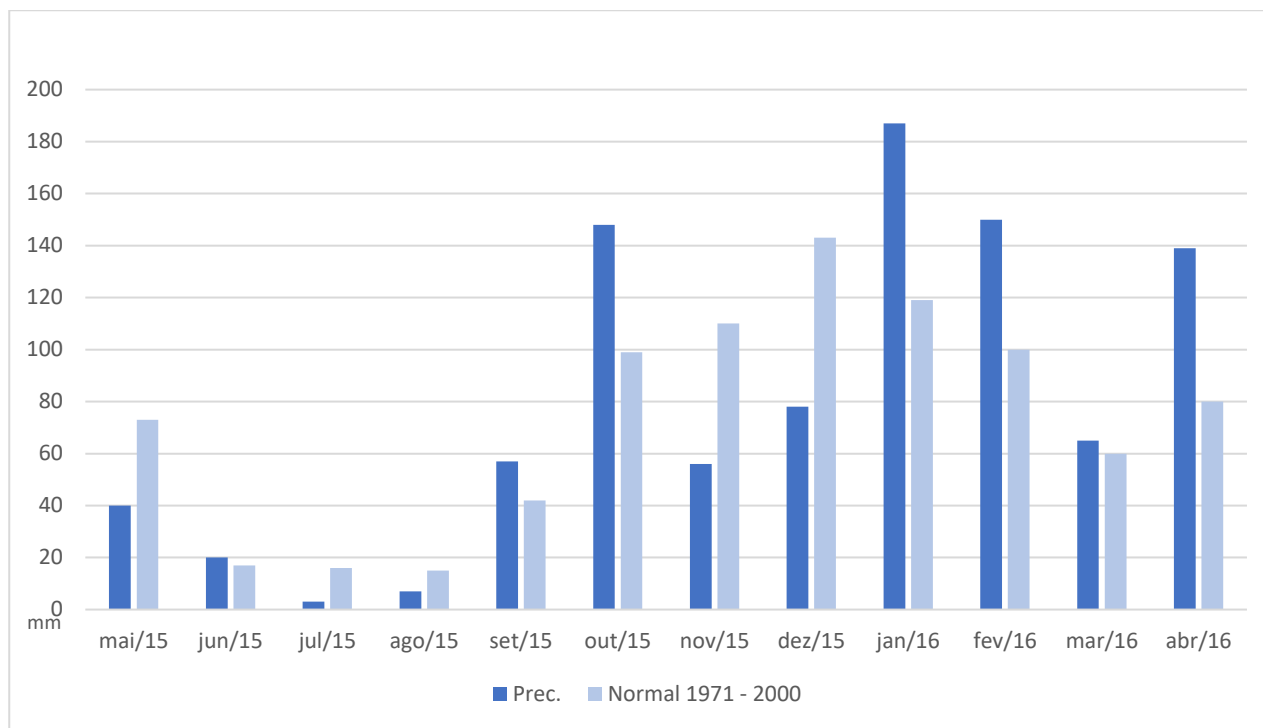


Figura 4 – Gráfico de comparação da precipitação média mensal em Portugal continental entre maio de 2015 e Abril de 2016, e os respetivos valores médios referentes ao período 1971-2000. Fonte: (IPMA, 2017b)

Essa quebra significativa de precipitação resulta num mês extremamente seco onde cerca de 90% de Portugal continental se encontra numa situação de seca, sendo que 3% está numa situação de seca severa, 77% em seca moderada, 20% em seca fraca e 10% numa situação normal ou de chuva fraca (IPMA, 2017b).

No geral, tem-se verificado uma redução na precipitação anual em 30% em todas as estações do ano com alguma exceção no Inverno (Mota et al., 2009).

2. Pegada Hídrica

A utilização de água é transversal a todas atividades da humanidade. Este facto, aliado ao aumento do fenómeno de desertificação do planeta, levou a que fosse criada, em 1993 por Tony Allan, uma introdução ao conceito de água virtual e água incorporada para perceber como é que os países áridos alimentavam as suas populações. Em 2002, Arjen Hoekstra criou o conceito de pegada hídrica enquanto trabalhava com a UNESCO-IHE (Water Footprint Network, n.d.).

2.1. O que é a pegada hídrica?

A pegada hídrica é um “indicador que expressa o consumo de água envolvido na produção de bens e serviços que consumimos”, direta ou indiretamente (WWF, n.d.-b).

Ela pode ser utilizada para medir a quantidade de água utilizada num único produto, num processo de cultivo (como cultivo de arroz), num combustível, numa construção, no consumo diário de uma pessoa, entre outros. A pegada hídrica também permite que seja calculado o consumo de água de um país, do mundo ou de uma bacia hidrográfica em específico (Waterfootprint, n.d.).

“A pegada hídrica é composta por três componentes: verde, azul e cinzento. Juntos, estes três componentes fornecem uma imagem abrangente do uso da água, delineando a fonte de água consumida, seja humidade no solo/precipitação ou água subterrânea/superfície, e o volume de água doce necessária para assimilar os poluentes”¹³ (Waterfootprint, n.d.).

A pegada hídrica verde está associada à água de precipitação que é armazenada no solo e que evapora ou é incorporada e transpirada por plantas. Esta pegada é relevante para produtos agrícolas, hortícolas e florestais (Waterfootprint, n.d.).

A pegada hídrica azul diz respeito à água obtida através de recursos naturais subterrâneos ou de superfície e que é incorporada na produção de bens e serviços. Parte desta água é devolvida, a determinado momento, aos sistemas aquíferos de onde é originária, ou a outros, em função do processo produtivo em que foi utilizada. Esta pegada está relacionada com agricultura irrigada, com a indústria e com uso doméstico (Waterfootprint, n.d.).

¹³ Traduzido pela autora: “The water footprint has three components: green, blue and grey. Together, these components provide a comprehensive picture of water use by delineating the source of water consumed, either as rainfall/soil moisture or surface/groundwater, and the volume of fresh water required for assimilation of pollutants.” (Waterfootprint, n.d.)

A pegada hídrica cinzenta relaciona-se com a quantidade de água doce que é necessária para assimilar os poluentes e garantir a qualidade da água. Esta pegada considera a poluição descarregada num recurso de água doce através de várias fontes (Waterfootprint, n.d.).

2.2. Pegadas hídricas do mundo

As pegadas hídricas de cada país dependem de vários factores como a sua dimensão, número de população, estilo de vida da população e os recursos hídricos naturais disponíveis. Isso significa que os mesmos produtos produzidos em países diferentes terão pegadas hídricas diferentes (Margarido, 2015). Os países com maior população também terão por consequência uma pegada hídrica mais elevada (Hoekstra & Mekonnen, 2012). Note-se que a mesma pegada hídrica pode dar origem a diferentes níveis de stress hídrico, em função da quantidade de recursos disponíveis.

A pegada hídrica de um país subdivide-se em quatro categorias: produção agrícola, produção industrial, consumo doméstico e água virtual (Hoekstra & Mekonnen, 2012).

A produção agrícola é responsável pela maior percentagem de pegada hídrica de cada país, representando 92% da pegada hídrica mundial (Hoekstra & Mekonnen, 2012). Exemplos disso são os factos de para um quilo de carne de vaca serem necessários 15000 l de água (Margarido, 2015), para um quilo de carne de porco serem necessários 4800 l de água (Neto et al., 2013) e para uma chávena de café serem necessários 140 l de água, sendo que, neste último, a maioria está relacionada com a produção da planta (Perry, 2014).

A produção industrial representa 4,4% da pegada hídrica mundial e o consumo doméstico 3,6%. A água virtual representa a quantidade de água consumida que não diz diretamente respeito a consumo final na região de extração do recurso. Diz pois respeito a um produto que foi criado num país mas exportado para ser consumido noutro, ou seja, produtos agrícolas ou industriais que são exportados. Como a tabela 1 indica, da produção agrícola, 19% da pegada hídrica mundial foi exportada tal como 41% da produção industrial. Globalmente, 19% da pegada hídrica total corresponde a água virtual (Hoekstra & Mekonnen, 2012).

Tabela 1 - Pegada hídrica da produção mundial (1996 - 2005). Fonte:(Hoekstra & Mekonnen, 2012).

	Agricultural production			Industrial production	Domestic water supply	Total
	Crop production	Pasture	Water supply in animal raising			
Global water footprint of production, Gm ³ /y						
Green	5,771*	913 [†]	—	—	—	6,684
Blue	899*	—	46 [†]	38	42	1,025
Gray	733*	—	—	362	282	1,378
Total	7,404	913	46	400	324	9,087
Water footprint for export, Gm ³ /y	—	1,597	—	165	0	1,762
Water footprint for export compared to total, %	—	19	—	41	0	19
*Mekonnen and Hoekstra (21, 22).						
[†] Mekonnen and Hoekstra (23).						

“A China, a Índia e os Estados Unidos são os países com as maiores pegadas hídricas nacionais, com totais de 1207, 1182 e 1053 Gm³/ano, respectivamente. Cerca de 38% da pegada hídrica da produção global concentra-se nestes três países.”¹⁴ De seguida está o Brasil com uma pegada hídrica de 482 Gm³/ano (Hoekstra & Mekonnen, 2012).

No entanto, são os Estados Unidos que têm uma maior pegada hídrica por consumidor, 2842 m³/ano.pessoa, sendo que a pegada hídrica média mundial per capita é de 1385 m³/ano.pessoa. Na China, este valor é de 1071 m³/ano.pessoa e na Índia, de 1089 m³/ano.pessoa, ou seja, abaixo da média mundial (Hoekstra & Mekonnen, 2012).

Os maiores exportadores de água virtual são a América do Norte e do Sul (Estados Unidos, Canadá, Brasil e Argentina), Sul da Ásia (Índia, Paquistão, Indonésia e Tailândia) e a Austrália. Os maiores importadores são o Norte de África, o Médio Oriente, México, Europa, Japão e Coreia do Sul. É importante haver um controlo da água virtual pois esta permite analisar o fenómeno de desertificação num contexto mundial e apresentar soluções que sejam mais favoráveis entre países, pois países com poucos recursos hídricos dependem de água externa para a sua subsistência (Hoekstra & Mekonnen, 2012).

A nível europeu, o consumo das reservas hídricas é relativamente pequeno uma vez que na Europa Ocidental apenas são consumidos, em média, cerca de 20% dos recursos disponíveis. “No entanto, os problemas de quantidade de água ocorrem em áreas com baixa pluviosidade e elevada densidade populacional e em grandes áreas de terrenos agrícolas, especialmente nos países Mediterrâneos e na União Europeia” (Barroso, 2010).

¹⁴ Traduzido pela autora: “China, India, and the United States are the countries with the largest total WFs within their territory, with total WFs of 1,207; 1,182; and 1,053 Gm³/y, respectively. About 38% of the WF of global production lies within these three countries.” (Hoekstra & Mekonnen, 2012)

Na Europa Ocidental, a maioria da água captada é utilizada na produção de energia, sendo que na média europeia 44% se destina à produção de energia eléctrica, 24% para a produção agrícola, 21% no abastecimento público de água e 11% na indústria. Estes valores variam sobretudo nos países mediterrâneos onde a agricultura utiliza mais de 60% da água captada (Lopes, 2010). Estes factores explicam o facto de Portugal, Espanha, Itália e Grécia se encontrarem entre os países com maiores pegadas hídricas (WWF, n.d.) e o facto do Reino Unido, Espanha, França e Portugal serem os países com maior consumo diário per capita (Lopes, 2010).

2.3. Pegada hídrica de Portugal

Com uma pegada hídrica anual *per capita* de 2264m³, Portugal ocupa o 6º lugar do ranking mundial da pegada hídrica (WWF, 2010), com um gasto de água por pessoa de 165 l/dia (com grandes variações no Algarve e Ilhas) (Mota et al., 2009).

Tal como outros países mediterrânicos, o consumo de água pelo sector agrícola predomina sendo que Portugal é o país da Europa do Sul que apresenta a taxa mais elevada neste sector por habitante, representando a produção agrícola 78% da procura de água no país. No entanto, 54% da pegada hídrica nacional é importada, ou seja externa, sendo a cultura do olival a que utiliza mais água virtual, neste caso maioritariamente de Espanha (WWF, 2010).

“A pouca eficiência do sector agrícola nacional, a dependência dos bens agrícolas que importamos (principalmente de Espanha), e as diferenças geográficas internas, com problemas de escassez de água a sul (em particular na bacia do Guadiana), são as principais causas da elevada pegada hídrica nacional” (Portal do Ambiente e do Cidadão, n.d.).

Em 2005, do total de água captada, 61,1% destinou-se à produção agrícola, 23,3% à produção industrial e 15,1% para sistemas de abastecimento de água. Destes sistemas, mais de 80% destinou-se ao consumo doméstico (Lopes, 2010).

2.4. Pegada hídrica de um edifício

Sabe-se que, mundialmente, o sector da construção é responsável por 12% do consumo total de água e que, durante o seu ciclo de vida, os seus consumos estão relacionados com o consumo doméstico. No entanto, estes valores referem-se apenas aos gastos directos (Margarido, 2015).

Para se calcular a pegada hídrica de um edifício é necessário ter em conta o seu ciclo de vida e todos os seus serviços associados. Isto é, extração dos materiais, transporte, manufactura e fabricação dos mesmos,

preparação e distribuição dos produtos, processo de construção e manutenção do edifício, utilização do edifício, demolição, transporte e reciclagem de materiais (Margarido, 2015).

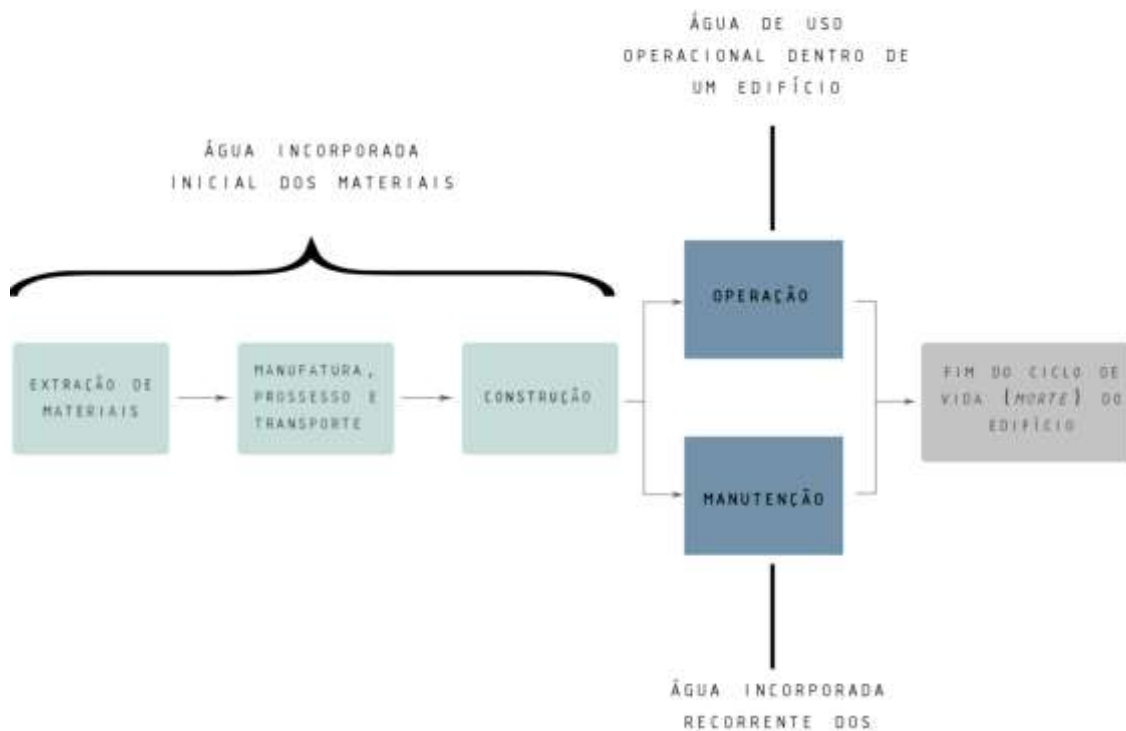


Figura 5 - Ciclo de vida de um edifício. Fonte: (Margarido, 2015) com base em (Stephan & Crawford, 2014).

Em Portugal, o consumo directo de água na fase de construção do ciclo de vida de um edifício “representa cerca de $0,20 \text{ m}^3/\text{m}^2$ de construção, enquanto que, na fase de utilização, para um ciclo de vida de 50 anos, a utilização padrão situa-se entre 40 a $60 \text{ m}^3/\text{m}^2$ de construção” (Barroso, 2010). Estes valores fazem com que Barroso (Barroso, 2010) estabeleça uma relação de utilização de água de $0,6\%$ para a construção e de $99,4\%$ para a utilização do edifício.

2.4.1. Requisitos de água para o funcionamento de um edifício

Os requisitos de água para o funcionamento de um edifício dependem de vários factores como o tipo de edifício (residencial, serviços, escola, hospital, etc.) e a sua dimensão. Ainda assim, os edifícios residenciais são os que consomem mais água distribuída pela rede pública (Lopes, 2010).

A distribuição de água para um edifício pode ser externa e/ou interna. O consumo doméstico destina-se assim a lavatórios, chuveiros, autoclismos, máquinas de lavagem de loiça e de roupa, sistemas de rega e outros equipamentos aplicáveis (Barroso, 2010).

“Gleick (1996) propõe que a quantidade mínima *per capita* seja de 50 litros/hab.dia, quantidade suficiente para suprir as necessidades básicas de ingestão, higiene pessoal, serviços sanitários e alimentação, baseado nos consumos mínimos para diversos usos” (Barroso, 2010). No entanto, os valores atuais oscilam entre os 120 e os 200 litros/hab.dia.

Numa habitação o maior consumo de água acontece nos duches seguido dos autoclismos e lavatórios, respetivamente, como se observa na tabela seguinte (Barroso, 2010).

Tabela 2 - Repartição dos consumos médios diário. Fonte: (Barroso, 2010).

Utilizações	Consumo (l/hab.dia)			
	Edifício multifamiliar		Edifício unifamiliar	
Autoclismo	43	31%	43	27%
Torneiras	22	16%	22	14%
Banho/duche	52	37%	52	32%
Máquina lavar roupa	13	9%	13	8%
Máquina lavar louça	3	2%	3	2%
Perdas	7	5%	7	4%
Exterior			20	13%
Total (litros/hab.dia)	140		160	

Nos edifícios públicos o maior consumo de água acontece no consumo doméstico (torneiras, duches e autoclismos), como se pode observar nas tabelas seguintes, sendo que o peso deste no consumo total de água varia de programa em programa (Soares, 2010).

Tabela 3 - Consumos de serviços públicos. Fonte: (Soares, 2010).

Fonte	A	B	C	D		
Tipo de estabelecimento	Consumo unitário				Média	Unidade
Hospitais (c/ cozinha e lavandaria)	750	400	500	900	637,5	l/(cama x dia)
Hospitais (espaços exteriores)	150				150	l/(cama x dia)
Internatos	150			280	215	l/(dia x aluno)
Escolas e Externatos	50		76	80	68,7	l/(dia x aluno)
Templos	2			2	2	l/(dia x lugar)
Quartéis	150		150	150	150	l/(dia x "per capita"
Salas de reuniões	8			8	8	l/(dia x lugar)
Piscinas públicas	50		50	50	50	l/(dia x utente)
Prisões	650		450	650	583,3	l/(dia x preso)
Locais de visita	20			20	20	l/(dia x visitante)

Fonte A: Comentários Reg. Geral Port. - A. S. Afonso

Fonte B: Pedroso (2007)

Fonte C: Tomaz (1999)

Fonte D: Tese doutoramento A. Silva Afonso

Tabela 4 - Consumos comerciais. Fonte: (Soares, 2010)

Fonte	A	B	C	D	
Utilizações	Consumo unitário			Média	Unidade
Restaurantes	25	45		25	31,7 l/refeição
Restaurante (só cozinha)	10				10 l/refeição
Snack	15				15 l/refeição
Pubs	20				20 l/por lugar
Lavandarias	30		30		30 l/kg de roupa seca
Mercado	5		5	10	6,7 l/(m2 de área x dia)
Estações de serviço (s/lavagem)	40				40 l/automóvel
Cinemas e teatros	2		5	2	3 l/lugar x sessão)
Lavagem de automóveis	200				200 l/automóvel
Escritórios	50	15	65	80	52,5 l/(funcionário x dia)
Centro comercial	100		40	100	80 l/(funcionário x dia)

Tabela 5 - Consumos industriais. Fonte: (Soares, 2010).

Fonte	A	B	C	D	
Atividade industrial	Consumo unitário			Média	Unidade
Matadouros	200		300		250 l/cabeça abatida
Matadouros	6				6 m3/ton. de animal abatido
Matadouros de porcos	6				6 m3/ton. de animal abatido
Matadouro de aves	9				9 m3/ton. de animal abatido
Laboratórios fotográficos	650				650 l/dia
Confeitarias	425		694		559,5 l/dia

Padarias	2,5		2,5	m3/ton.
Fábricas de cerveja	15		15	m3/1000l
Adegas	5		5	l/litro de produto
Pensões	190	190	190	l/(hóspede x dia)
Pensões (s/ cozinha ou lavandaria)	120		120	l/(hóspede x dia)
Parques de campismo	120	100	110	l/(campista x dia)
Hotéis (luxo)	1000	1000	1000	l/(hóspede x dia)
Hotéis (Categoria média)	500	500	500	l/(hóspede x dia)
Hotéis	70		70	l/quarto s/banheira
Hotéis	230		230	l/quarto c/ banheiro

Tabela 6 - Consumos industriais. Fonte: (Soares, 2010).

Fonte	A	B	C	D	
Atividade industrial		Consumo unitário		Média	Unidade
Criação de animais:					
Vacas leiteiras	75			75	l/(animal x dia)
Cavalos	40			40	l/(animal x dia)
Porcos	10			10	l/(animal x dia)
Cabras e ovelhas	8			8	l/(animal x dia)
Perus	0,75			0,75	l/(animal x dia)
Galinhas	0,4			0,4	l/(animal x dia)
Pasteurização e embal. De leite	1300			1300	l/m3 de leite
Indústria de queijo	7,5			7,5	m3/m3 de leite
Indústria de laticínios	15			15	m3/ton.
Concentrado de tomate	100			100	m3/ton.
Conservas de carne	10			10	m3/ton. de animal morto

Tabela 7 - Usos de água em edifícios de saúde. Fonte: (Soares, 2010).

Uso da água	Porcentagem
Consumo doméstico	39,6
Água para lavandarias	12,4
Aquecimento e ar condicionado	10,8
Ar condicionado sem reaproveitamento da água	8,8
Água de processos	7,5
Perdas de água	5,4
Água para limpeza	4,8
Água para cozinhas	4,5
Água para regas de jardim	3,8
Outros usos	2,4
Total	100

Tabela 8 - Uso da água em edifícios comerciais. Fonte: (Soares, 2010)

Uso da água	Porcentagem
Consumo doméstico	40,8
Aquecimento e ar condicionado	26,2
Água para regas de jardim	21,6
Perdas de água	9,2
Ar condicionado sem reaproveitamento da água	1,6
Água para cozinhas	1
Total	100

Tabela 9 - Uso da água em hotéis. Fonte: (Soares, 2010)

Uso da água	Porcentagem
Consumo doméstico	30,6
Ar condicionado sem reaproveitamento da água	18,4
Água para lavandarias	17,2
Perdas de água	13,6
Aquecimento e ar condicionado	10,1
Água para limpeza	6,4
Água para cozinhas	3,1
Perdas de água	0,6
Total	100

Tabela 10 - Uso de água em escolas. Fonte: (Soares, 2010).

Uso da água	Porcentagem
Consumo doméstico	47,8
Água para regas de jardim	29,5
Aquecimento e ar condicionado	5,4
Ar condicionado sem reaproveitamento da água	5,2
Perdas de água	4,5
Água para cozinhas	3,9
Água para lavandarias	2,9
Outros usos	0,8
Total	100

2.4.2. Ciclo de água de um edifício

Num edifício os maiores consumos de água não acontecem durante a fase da construção mas sim na fase da sua ocupação. Isto se considerarmos apenas os consumos diretos pois nos consumos indiretos, água incorporada em materiais, ainda não existem muitos estudos pelo que os valores são bastante incógnitos (Crawford & Treloar, 2005).

André Stephan e Robert H. Crawford (Stephan & Crawford, 2014) calcularam a água incorporada num edifício de habitação com um ciclo de vida de 50 anos no contexto australiano. Esse estudo é sobre o ciclo de vida integral de um edifício e das infraestruturas relacionadas.

Nesse estudo, a água incorporada foi separada em duas fases: a inicial, que engloba todo o processo de construção, e a recorrente, que representa as manutenções até à demolição do edifício. Para além da água incorporada também foi considerada a água operacional (Stephan & Crawford, 2014).

“Os resultados mostram que a quantidade de água incorporada somada à utilizada na operação de um edifício habitacional, num ciclo de vida de 50 anos, é suficiente para preencher o volume da casa 49 vezes. Este valor representa uma quantia suficiente para mais de 400 pessoas ingerirem durante 80 anos, considerando que cada pessoa ingere 3l de água, diariamente” (Margarido, 2015).

A água incorporada representa 38,2%, a de operação 33,1% e os transportes (pela família) 28,7% da água consumida, ou seja, os gastos indiretos (água incorporada e transportes) representam sempre mais de 50% dos gastos de água de um ciclo de vida de um edifício unifamiliar (Margarido, 2015).

Embora o ciclo de vida de um edifício termine na sua demolição, a reciclagem de materiais pode ter um impacto significativo na pegada hídrica de um novo edifício uma vez que o sector da construção consome cerca de 30% dos recursos naturais do planeta e as novas construções são as que têm um maior impacto ambiental (Lopes, 2010).

A tabela 11 mostra que, exceto na fase de demolição, os impactes ambientais de um ciclo de vida de um edifício durante as suas várias fases contribuem para um aumento da poluição da água (Lopes, 2010).

Tabela 11 - Impactes ambientais ao longo do ciclo de vida de um edifício. Fonte: (Lopes, 2010)

Fase do ciclo de vida	Impacte ambiental
Pré-produção (extração de recursos)	Poluição do ar Poluição da água Danos ecológicos e paisagísticos Impactes sociais Resíduos/desperdícios
Produção	Poluição do ar Poluição da água Resíduos/desperdícios
Construção	Poluição do ar Poluição da água Danos ecológicos e paisagísticos Impactes sociais Resíduos/desperdícios
Utilização e manutenção	Poluição da água Poluição do ar local Poluição do ambiente interior/problemas de saúde
Demolição	Danos ecológicos e paisagísticos Poluição do ar devido à incineração Possibilidades de reciclagem/montante efetivamente reciclado Eliminação de resíduos de demolição

2.4.3. Certificação de eficiência hídrica

Com o aparecimento do conceito de construção sustentável, em 1994, surgem de seguida métodos de analisar e certificar a sua implementação em arquitetura e construção. De todos os sistemas que surgiram evidenciam-se o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) no Reino Unido, o LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) nos Estados Unidos e Canadá, o CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) no Japão, o HQE (Haute Qualité Environnementale des Bâtiments) em França e o LiderA (Sistema Voluntário para Avaliação da Construção Sustentável) em Portugal (Lopes, 2010).

Internacionalmente os dois sistemas de certificação principais são o BREEAM e o LEED. O BREEAM surgiu em 1990(BREEAM, n.d.) e foi o primeiro sistema de avaliação e o LEED surgiu em 1998. Em Portugal, o sistema LiderA surgiu em 2005 (Barroso, 2010).

Nestes sistemas os objetivos são estabelecer critérios e padrões que encorajem a utilização das soluções mais sustentáveis num edifício e que estas causem o menor impacto ambiental possível (Barroso, 2010).

2.4.3.1. BREEAM

A água é uma das nove categorias ambientais avaliadas no desempenho energético e divide-se em consumo interno e consumo externo. “Dos 104 pontos possíveis no BREEAM, 6 pontos estão diretamente associados com a eficiência da água” (Barroso, 2010). Uma vez que todas as categorias têm pesos diferentes, a água tem um peso de 9% na classificação final.

A classificação atribui 5 pontos para consumo interno e 1 ponto para consumo externo, não sendo este último obrigatório para obter a certificação. Esse ponto tem o objectivo de incentivar o reaproveitamento das águas pluviais e reduzir a utilização de água potável para uso exterior (Barroso, 2010).

Já o consumo interno é uma categoria obrigatória onde apenas é obtida pontuação através de sistemas que reciclem e reduzam o consumo de água em todas as fontes de consumo (Barroso, 2010).

2.4.3.2. LEED

“Existem várias versões do LEED destinadas a diferentes utilizações. Para novas construções e projetos de renovação é utilizado o LEED-NC (New Construction and Major Renovations). Para operações de manutenção e melhoria sustentável de edifícios existentes existe ainda o LEED-EB (Existing Buildings)” (Barroso, 2010).

Das 8 categorias avaliadas, uma delas é a água. No LEED-BDC (Building Design and Construction) (LEED, 2016), dos 146 pontos possíveis, 12 estão associados à água tendo um peso de 8,21% na classificação final. Já no LEED-EB dos 115 pontos possíveis, 13 pertencem a esta categoria, ou seja a eficiência hídrica tem um peso de 11,3% na classificação final (Barroso, 2010)(LEED, 2017).

Estes pontos estão repartidos em quatro subcategorias: redução de utilização de água interior (1 a 7 pontos no LEED-BDC e 1 a 5 pontos no LEED-EB), redução de utilização de água exterior (1 a 2 pontos em ambas as versões), uso de água em torres de arrefecimento (1 a 2 pontos no LEED-BDC e 2 a 4 pontos no LEED-EB) e medição de água (1 ponto no LEED-BDC e 2 pontos no LEED-EB) (LEED, 2017).

2.4.3.3. LiderA

O sistema nacional de certificação tem como objetivo apoiar a sustentabilidade, avaliar o seu desempenho e classificar o seu desempenho ambiental e sustentável (Margarido, 2015).

Neste sistema a água é o segundo fator de maior importância. Ainda assim, este apenas contribui com 8% na classificação final. Este subdivide-se em duas categorias: consumo de água potável e gestão das águas locais (Barroso, 2010). Ou seja, para além de avaliar a utilização de aparelhos eficientes e a reutilização de águas pluviais, também avalia a área de solo permeável (Lopes, 2010).

2.4.4. Perdas de água num edifício

Nem toda a água consumida num edifício é aproveitada uma vez que existem perdas de água devido a fugas e a equipamentos que não regulam a quantidade de água distribuída (Lopes, 2010).

As fugas acontecem por falta de manutenção, pouco cuidado na instalação ou por produtos de pouca qualidade. Ainda assim, segundo Barroso (Barroso, 2010) estas são responsáveis por um aumento significativo do consumo diário numa habitação. “Uma fuga de 2 mm num agregado familiar de 3 pessoas aumenta o consumo diário de 165 l/dia.pessoa (caso não existisse uma fuga) para 333 l/dia.pessoa” (Margarido, 2015).

“As torneiras e os chuveiros tradicionais têm caudais médios elevados” (Lopes, 2010) com um grande potencial para serem reduzidos, tal como os autoclismos. A substituição destes equipamentos pode reduzir substancialmente o consumo doméstico. A ausência de circuitos de retorno e traçados extensos aumenta a perda de água com elevados tempos de espera por água quente nas torneiras e chuveiros. A aplicação desta medida também contribuirá para uma redução do consumo doméstico.

3. Sistemas de aproveitamento de águas

Sendo a água um recurso cada vez mais escasso e um bem económico, a redução do consumo deste é cada vez mais importante tal como encontrar soluções alternativas para a sua utilização.

O surgimento de sistemas de aproveitamento de águas e de tecnologias economizadoras são fundamentais para que se cumpram os 5R's do uso eficiente de água: reduzir os consumos; reduzir as perdas e os desperdícios; reutilizar a água; reciclar a água; recorrer a origens alternativas (A. A. Silva & Pimentel, 2012).

Eficiência hídrica dos edifícios:

- Reduzir os consumos;
- Reduzir as perdas e os desperdícios;
- Reutilizar a água;
- Reciclar a água;
- Recorrer a origens alternativas.

3.1. Tecnologias economizadoras

A necessidade de um uso eficiente da água fez com que surgissem várias entidades responsáveis pela avaliação, certificação e promoção de produtos e serviços eficientes no uso de água.

No Reino Unido, surgiu em 2005 a Waterwise que se tornou marca em 2006; nos Estados Unidos, surgiu em 1970 a EPA (Environmental Protection Agency) que criou mais tarde a WaterSense; na Austrália, em 2005, foi criada a WELS (Water Efficiency Labelling and Standards); nos países nórdicos desenvolveu-se durante os anos 80 o Nordic Swan eco-label; e, na Irlanda, mais nomeadamente em Dublin, surgiu a Dublin Region Water Conservation Project (Pimentel-Rodrigues & Silva-Afonso, 2008).

Em Portugal, a entidade responsável pela certificação hídrica é a ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade das Instalações Prediais). Criada em 2007, é uma associação sem fins lucrativos “que tem como objetivos gerais a promoção e a garantia da qualidade e da eficiência nas instalações prediais, com particular ênfase no ciclo predial da água e nas questões de sustentabilidade.” (ANQIP, n.d.).

Em 2008, a ANQIP criou um sistema de certificação hídrica de produtos associados a uma rotulagem (Barroso, 2010). Essa certificação classifica autoclismos, chuveiros e sistemas de duche, torneiras (exceto

duche) e fluxómetros consoante a sua eficiência hídrica, sendo que a classificação 'A' representa o mais eficiente e a classificação 'E' o menos eficiente (Pimentel-Rodrigues & Silva-Afonso, 2008).

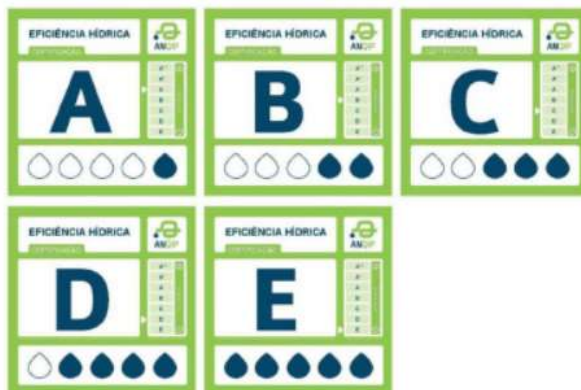


Figura 6 - Rótulos de eficiência hídrica adotados em Portugal. Fonte: (ANQIP, 2014b).

Existem ainda as classificações 'A+' e 'A++' para aplicações especiais ou condicionadas (Pimentel-Rodrigues & Silva-Afonso, 2008).



Figura 7 - Rótulos de eficiência hídrica para autoclismos de pequeno volume. Fonte: (ANQIP, 2014b).

3.1.1. Autoclismos

Como se verificou anteriormente na tabela 2, os autoclismos correspondem ao segundo maior consumo de água numa habitação, variando entre os 27% e os 31%. Em edifícios públicos, segundo um estudo feito em contexto australiano, os autoclismos correspondem a um consumo de 50% a 90% (Cook, Sharma, & Gurung, 2014).

A reutilização de águas pluviais ou cinzentas para as descargas de autoclismo são a solução a adotar uma vez que o uso de água potável é desnecessário. No entanto, o tipo de autoclismo e a sua capacidade é uma escolha bastante importante para garantir a eficiência hídrica de um edifício. “Estima-se que, em média, os portugueses terão um sistema de autoclismo de descarga única com um volume de 9 litros, em que a média diária de utilização do autoclismo é de 5 vezes por dia” (Barroso, 2010) e onde os modelos tradicionais podem ter uma capacidade de 15 litros. A escolha de modelos de menor capacidade e a substituição dos autoclismos de descarga única por autoclismos de dupla descarga ou com interruptor de descarga são a solução mais eficiente resultando, por si só, numa poupança significativa.

Através da classificação da ANQUIP para os autoclismos pode-se verificar que a substituição de um autoclismo com capacidade de 9 litros para um classificado com ‘A++’ permite a redução de 50% (admitindo os valores de descargas completas) do consumo de água por pessoa por ano. Se forem admitidos os valores de volume mínimo de descarga, a poupança anual aumenta para os 78% por pessoa.

Tabela 12 - Condições para a atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos. Fonte: (ANQIP, 2014a)

Volume nominal	Tipo de descarga	Categoria de Eficiência Hídrica	Tolerância (Volume máximo – descarga completa)	Tolerância (Volume mín. de descarga para poupança de água)
4,0	Dupla descarga	A++	4,0 – 4,5	2,0 – 3,0
5,0	Dupla descarga	A+	4,5 – 5,5	3,0 – 4,0
6,0	Dupla descarga	A	6,0 – 6,5	3,0 – 4,0
7,0	Dupla descarga	B	7,0 – 7,5	3,0 – 4,0
9,0	Dupla descarga	C	8,5 – 9,0	3,0 – 4,5
4,0	C/ interrup. de desc.	A+	4,0 – 4,5	-
5,0	C/ interrup. de desc.	A	4,5 – 5,5	-
6,0	C/ interrup. de desc.	B	6,0 – 6,5	-
7,0	C/ interrup. de desc.	C	7,0 – 7,5	-
9,0	C/ interrup. de desc.	D	8,5 – 9,0	-
4,0	Completa	A	4,0 – 4,5	-
5,0	Completa	B	4,5 – 5,5	-
6,0	Completa	C	6,0 – 6,5	-
7,0	Completa	D	7,0 – 7,5	-
9,0	Completa	E	8,5 – 9,0	-

3.1.2. Chuveiros e sistemas de duche

Representando entre 32% a 37% do consumo de água num edifício habitacional, os chuveiros e sistemas de duche são responsáveis pelo maior consumo de água numa habitação. A eficiência hídrica destes sistemas está associada ao seu utilizador uma vez que a frequência e a duração dos banhos estão diretamente relacionados com este, pelo que é necessário uma consciencialização de um uso eficiente destes sistemas de forma a ocorrer uma poupança no consumo de água. Ainda assim, a redução do caudal através da substituição dos chuveiros pode reduzir significativamente o consumo de água, sendo que a ANQUIP propõe o uso de caudais inferiores a 5 litros (Barroso, 2010).

Tabela 13 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche. Fonte: (ANQIP, 2014a)

CAUDAL (Q) (l/min)	Chuveiro	Sistemas de duche	Sistema de duche com torneira termoestática ou eco-stop	Sistema de duche com torneira termostática e eco-stop
$Q \leq 5$	A+	A+	A++ (1)	A++ (1)
$5,0 < Q \leq 7,2$	A	A	A+	A++
$7,2 < Q \leq 9,0$	B	B	A	A+
$9,0 < Q \leq 15,0$	C	C	B	A
$15,0 < Q \leq 30,0$	D	D	C	B
$30,0 < Q$	E	E	D	C

Se considerar-se que um duche demora em média 5 minutos e que cada pessoa toma dois duches por dia, com um caudal de 5 l/min (classificação A+) ao fim de um ano são gastos 18250 litros de água. Em contrapartida, se se utilizar um caudal de 30 l/min (classificação E) ao fim de um ano foram gastos 109500 litros de água. A substituição de um sistema de classificação E por um de classificação A+ permite ao utilizador poupar 83,4% do consumo de água (ANQIP, 2014b).

Para caudais inferiores a 7,2 l/min sem torneira termoestática o certificado é acompanhado de um aviso sobre a possibilidade de escaldão pelo que a utilização de torneiras termoestáticas é recomendado (ANQIP, 2014b).

3.1.3. Torneiras

Responsáveis por 14% a 16% do consumo de água num edifício habitacional, as torneiras (exceto duches) são o dispositivo mais comum num edifício seja de habitação ou de serviços. “Numa habitação comum existem no mínimo 3 a 5 torneiras distribuídas pela cozinha e casas de banho” (Barroso, 2010). O seu consumo de água está associado ao caudal, número de utilizações por dia e duração da utilização, sendo que a frequência e a duração são difíceis de quantificar por também estarem associadas a aspetos comportamentais.

A ANQIP propõe o uso de torneiras de lavatório com caudais inferiores a 2 l/min e de torneiras de cozinha com caudais inferiores a 4 l/min. Considerando uma utilização de 2,5 minutos cinco vezes ao dia, a substituição de uma torneira de categoria ‘E’ por uma de categoria ‘A’ representa uma redução de consumo de 83.4% numa torneira de lavatório e 73.4% numa torneira de cozinha.

Tabela 14 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório. Fonte: (ANQIP, 2014b)

CAUDAL (Q) (l/min)	Torneiras de lavatório	Torneiras de lavatório com eco-stop ou arejador (1)	Torneiras de lavatório com eco-stop e arejador (1)
$Q \leq 2,0$	A+	A++ (2)	A++ (2)
$2,0 < Q \leq 4,0$	A	A+	A++
$4,0 < Q \leq 6,0$	B	A	A+
$6,0 < Q \leq 9,0$	C	B	A
$9,0 < Q \leq 12,0$	D	C	B
$12,0 < Q$	E	D	C

Tabela 15 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha. Fonte: (ANQIP, 2014b)

CAUDAL (Q) (l/min)	Torneiras de cozinha	Torneiras de cozinha com eco-stop ou arejador (1)	Torneiras de cozinha com eco-stop e arejador (1)
$Q \leq 4,0$	A+	A++ (2)	A++ (2)
$4,0 < Q \leq 6,0$	A	A+	A++
$6,0 < Q \leq 9,0$	B	A	A+
$9,0 < Q \leq 12,0$	C	B	A
$12,0 < Q \leq 15,0$	D	C	B
$15,0 < Q$	E	D	C

3.1.4. Máquinas de lavar roupa

Variando entre os 35 e os 220 litros por lavagem, as máquinas de lavar roupa são responsáveis por 9% do consumo de água de uma habitação. Admite-se em geral que têm “um valor médio de 90 litros por lavagem, para uma capacidade de carga de 5 kg de roupa por lavagem” (Barroso, 2010), sendo os modelos inferiores a 50 litros considerados eficientes.

Para uma redução no consumo de água neste equipamento deve-se optar por um modelo de menor consumo, utilizar programas mais económicos e fazer utilizações conscientes, ou seja, utilizar o maior número de peças de roupa por lavagem (Barroso, 2010).

3.1.5. Máquinas de lavar loiça

Responsável por 2% do consumo de água numa habitação, as máquinas de lavar loiça têm um consumo entre os “12 a 36 litros de água por lavagem para máquinas com capacidade de serviços para 8 pessoas, e cerca de 12 a 54 litros para capacidades até 12 pessoas, neste último caso, admite-se um valor médio de 22 litros por lavagem” (Barroso, 2010).

Para uma maior eficiência hídrica devem ser escolhidos os modelos com menor consumo, utilizar programas mais económicos e utilizar apenas o equipamento quando este estiver totalmente preenchido de loiça (Barroso, 2010).

3.2. Sistemas de aproveitamento de águas pluviais

O aproveitamento de águas pluviais insere-se no princípio dos 5 R's como recorrer a origens alternativas. Segundo a ANQUIP (ANQIP, 2009) pode ter os seguintes usos: descargas em bacias de retrete; lavagem em máquinas de lavar roupa; lavagem de pavimentos, automóveis, etc; rega de zonas verdes; outros usos (torres de arrefecimento, redes de incêndio, AVAC, etc).

Segundo Barroso (Barroso, 2010), “o armazenamento de águas pluviais e a sua subsequente utilização para fins domésticos e sanitários pode constituir-se em muitos casos como uma solução para ajudar na redução dos consumos de água potável, tendo em conta que os volumes de água da chuva captados poderão atingir percentagens na ordem dos 50% destes consumos”.

Estes sistemas têm como desvantagem o seu investimento inicial; no entanto, o aproveitamento de águas pluviais contribui em ganhos económicos e também em ganhos ambientais uma vez que a água tratada para distribuição irá ser menor (Barroso, 2010).

O volume de água a recolher depende de vários fatores a ser considerados como o local do país, o tipo de uso do edifício e o tipo de cobertura. Esses fatores são o coeficiente de *run off* da cobertura, a precipitação média acumulada anual (mm), a área de captação da superfície e a eficiência hidráulica da filtragem (Barroso, 2010).

3.2.1. Componentes

Dependendo da qualidade exigida ou do uso pretendido, o sistema de tratamento de águas pluviais pode ser mais ou menos complexo. As redes de água não potável devem ser diferenciadas das redes de água potável através de “tubagem de cor púrpura ou de fita adesiva colorida, preferencialmente com texto «Água não potável», «Água da chuva» ou outro equivalente” (ANQIP, 2009). Considera-se na figura seguinte o reaproveitamento de águas pluviais para usos potáveis, mas não para ingestão (Margarido, 2015).

1- captação das águas pluviais através de calhas perfuradas

2- válvula de seccionamento

3- orifício de descarga para auto-limpeza e first flush

4- primeiro reservatório de limpeza

5- válvula de seccionamento

6- orifício de limpeza inferior

7- reservatório de água

8- orifício de limpeza superior

9- válvula de seccionamento

10 - sistema de pré-filtração

11- tanque de pressão

12- filtros de partículas

13- válvula de opção de regresso ao reservatório

14- sistema de esterilização

15- bomba de pressão

16- sistema de distribuição para vários usos

17- drenagem de águas negras para a rede municipal

18- rede municipal

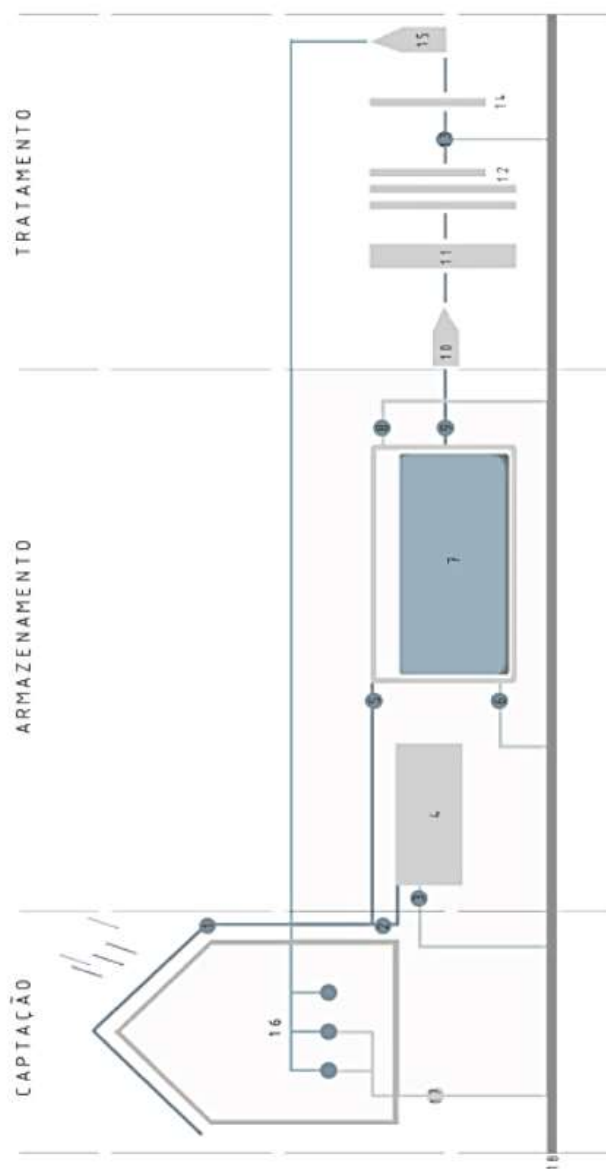


Figura 8 - Funcionamento de um sistema S.A.A.P. utilizando pasteurização/esterilização para a desinfecção das águas com opção de reutilização de águas cinzentas. Fonte: (Margarido, 2015).

O sistema de aproveitamento de águas fluviais começa com a captação que é feita, geralmente, em telhados e coberturas não acessíveis nos edifícios. “Estes devem ser limpos, impermeáveis e construídos em material não tóxico. (...) O tipo de revestimento destes materiais tem consequências diretas na qualidade da água, «pelo que é aconselhável a utilização de revestimentos com coeficiente de escoamento mais elevado». A área de captação é o componente mais decisivo para a qualidade da água, daí que pavimentos (...) estejam excluídos à partida” (Margarido, 2015).

As calhas devem ter grelhas para impedir a passagem de folhas e outros poluentes e os tubos de queda devem conduzir a água para dois reservatórios, um reservatório de limpeza de pequenas dimensões e um reservatório para armazenamento de água. Como a primeira chuvada costuma trazer uma maior número de sedimentos indesejáveis, a água desta deve ser conduzida para o reservatório de limpeza e descartada através de um orifício de descarga, sendo que as seguintes captações podem seguir diretamente para o reservatório de armazenamento de água (Margarido, 2015).

Sendo a cisterna a componente mais cara de todo o sistema, os cálculos para o seu volume, a sua materialidade e a sua localização devem ser adequadas. Uma vez que a captação de águas pluviais depende do clima local, quando o reservatório estiver vazio é feita a troca de redes para a rede pública através de um *by-pass* de forma automática. A primeira fase de tratamento de água é feita dentro da própria cisterna com um sistema de filtragem e a segunda fase é feita “num outro tanque e funciona muitas vezes como pré-filtração para a fase de desinfecção” (Margarido, 2015).

Não é necessária uma desinfecção regular da água da chuva em reservatórios domésticos a não ser que esta seja utilizada em torneiras e duches. O método mais comum para a desinfecção é o cloro por ser o mais barato e fácil de obter mas existe também a desinfecção por ozono, por radiação ultravioleta e por pasteurização/esterilização (Margarido, 2015).

Uma vez desinfetada, a água é direcionada com uma bomba de pressão para os usos pretendidos no edifício, como o autoclismo, torneiras e duches, entre outros. As águas cinzentas provenientes destes podem ainda ser reutilizadas (Margarido, 2015).

3.3. Sistemas de aproveitamento de águas cinzentas

O reaproveitamento de águas cinzentas é uma medida que reduz significativamente o consumo de água potável urbana; no entanto, existem alguns países que limitam este método devido ao “risco de problemas para a saúde pública decorrentes de eventuais salpicos na sua utilização” (Barroso, 2010). A sua reutilização pode ser feita em autoclismos, sistemas de rega e em sistemas de combate a incêndios.

Uma vez que estas águas contêm contaminantes provenientes de detergentes e outros produtos é necessário um tratamento através de filtração e desinfecção consoante a qualidade de água e uso pretendido. O reaproveitamento destas águas requer a separação efetiva de águas cinzentas das águas negras através de tubagens separadas, onde as águas cinzentas são direcionadas para um tanque onde é feita a filtragem e o tratamento. Existem vários métodos de filtração de água “incluindo destilação e osmose inversa, usadas maioritariamente para a [dessalinização] de água proveniente dos oceanos; os filtros de prata coloidal e a luz ultravioleta são métodos usados na eliminação de bactérias; e biofiltragem” (Margarido, 2015).

Segundo Armando Silva e Carla Pimentel (A. A. Silva & Pimentel, 2012), numa habitação com dispositivos de classe ‘A’ de eficiência hídrica, com um consumo de 100 l/hab.dia e uma produção de 70 l/hab.dia, estima-se que 48 l/hab.dia possam ser reaproveitados, dos quais 25-35 l/hab.dia para autoclismos.

*Tabela 16 - Balanço hídrico em edifícios residenciais com dispositivos eficientes (valores médios em litros por habitante e por dia).
Fonte: (ANQIP, 2014b).*

Natureza da água utilizada	Usos de água	Águas residuais produzidas	Destino da água	
52 litros de água de qualidade alimentar	40 litros para duche, banheira e lavatórios	70 litros de águas cinzentas	48 litros de águas cinzentas regeneradas	
	12 litros para a cozinha		22 litros de águas cinzentas descarregadas	
48 litros de água regenerada	5 litros para limpezas			25 litros de águas negras
	13 litros para a máquina de lavar roupa			
	25 litros para descarga de autoclismos	-	Infiltração no solo	
	5 litros para rega			

Barroso (Barroso, 2010) por sua vez considera que, numa habitação unifamiliar, é possível atingir uma poupança entre 40% e 76,3%, e numa habitação multifamiliar uma poupança entre os 31% e os 73,7%, considerando em ambos os casos um consumo de 160 litros/hab.dia.

Tabela 17 - Comparação de medidas em habitações unifamiliares. Fonte: (Barroso, 2010).

Medida	Consumo normal (m3/agr.ano)	Redução (m3/agr.ano)	Consumo final (m3/agr.ano)	Consumo (l/hab.dia)	Poupança (%)
Águas cinzentas	211,2	83,2	128	117	40
Águas pluviais	211,2	91,2	120	90,8	43,2
Dispositivos eficientes	211,2	106,2	105	79	50
Águas pluviais + dispositivos eficientes	211,2	161,2	50	37,9	76,3

Tabela 18 - Comparação de medidas em habitações multifamiliares. Fonte: (Barroso, 2010)

Medida	Consumo normal (m3/agr.ano)	Redução (m3/agr.ano)	Consumo final (m3/agr.ano)	Consumo (l/hab.dia)	Poupança (%)
Águas cinzentas	138,6	42,5	96,1	97,1	31
Águas pluviais	138,6	43,7	94,9	95,9	31,5
Dispositivos eficientes	138,6	79,8	58,8	59	58
Águas pluviais + dispositivos eficientes	138,6	102,2	36,4	36,7	73,7

Com estas medidas de aproveitamento de águas pluviais e cinzentas é possível reduzir o consumo significamente uma vez que a utilização de água potável em autoclismos seria de 0% e em torneiras 45% como se pode observar nas tabelas 17 e 18. Ainda que 37,9 l/hab.dia ou 36,7 l/hab.dia sejam valores extremamente reduzidos e estejam dependentes do comportamento de cada habitante, estes mostram a

grande poupança que se pode alcançar através de dispositivos de eficiência hídrica, aproveitamento de águas pluviais e aproveitamento de águas cinzentas (Barroso, 2010).

4. Caso de estudo em Alenquer

Sendo a água um recurso cada vez mais escasso e um bem económico, a redução do consumo deste é cada vez mais importante tal como encontrar soluções alternativas para a sua utilização.

O caso de estudo em dois edifícios públicos surge assim como oportunidade de estudar a introdução de sistemas economizadores e de aproveitamento de águas pluviais e de águas cinzentas num edifício público (A. A. Silva & Pimentel, 2012).

4.1. Nível das águas das chuvas em Alenquer

Alenquer tem um clima quente e temperado com uma temperatura média anual de 16.3 °C e com variações anuais das temperaturas médias de 10.6 °C. Tem uma pluviosidade total média anual de 690 mm, com maior pluviosidade no inverno do que no verão, com uma diferença de precipitação entre o mês mais seco e o mês mais chuvoso de 103 mm. Embora o mês mais quente seja agosto, o mês mais seco é julho com uma precipitação de 3 mm. O mês com maior precipitação é novembro com uma média de 106 mm (Climate-Data.org, n.d.).¹⁵

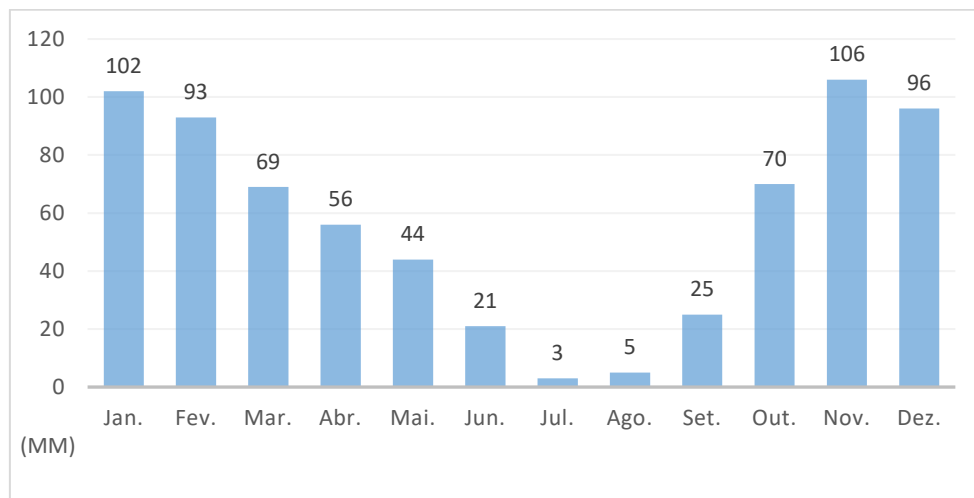


Gráfico 1 - Precipitação mensal em Alenquer (1982 - 2012)

¹⁵ Estes valores correspondem a uma média de 30 anos com dados recolhidos entre 1982 e 2012.

4.2. Programa dos edifícios

O projeto em estudo é composto por dois edifícios e três programas: creche; centro de dia; Sociedade União Musical Alenquerense.

A creche e o centro de dia estão num edifício e partilham as áreas técnicas e áreas de funcionários/auxiliares, sendo que a Sociedade União Musical Alenquerense está no outro edifício.

4.2.1. Tipo de utilização de água nos programas

Os espaços da creche com utilização de água são cinco salas de aulas com instalações sanitárias, com fraldário cada uma; salas para as auxiliares com instalações sanitárias; e uma copa que não confeciona alimentos.

No centro de dia, os espaços com consumo de água são as instalações sanitárias, dos utentes e dos funcionários, e a copa que não confeciona alimentos.

No edifício da Sociedade União Musical Alenquerense (S.U.M.A.) os espaços com utilização de água são as instalações sanitárias e o bar.

4.3. Proposta

O edifício do caso de estudo, apresentado previamente na vertente de projeto, é um edifício em forma de “U” que será parcialmente demolido. Uma vez que a intenção de projeto é retomar a implantação antiga (implantação de 1927) a parte do edifício que une os dois “braços” será demolida, resultando em dois edifícios diferentes. Esses edifícios serão reabilitados e ampliados de forma a responder às necessidades dos programas (que se irão manter). Sendo um trabalho de reabilitação e ampliação, a proposta passa por tornar estes edifícios hidricamente eficientes através de soluções economizadoras do consumo de água bem como a utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e sistemas de aproveitamento de águas cinzentas.

A proposta passa pelos seguintes passos:

- Calcular os consumos de água dos edifícios e os seus usos;

- Calcular o potencial de poupança através de vários métodos (tecnologias economizadoras; tecnologias economizadoras e reutilização de águas cinzentas; tecnologias economizadoras e sistemas de aproveitamento de águas pluviais; tecnologias economizadoras com sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas);
- Calcular os custos do consumo de água nos edifícios;
- Integrar no projeto de reabilitação e ampliação a solução mais eficiente.

4.3.1. Cálculos

Considerando a área de captação apresentada na figura seguinte, calculou-se o volume de águas pluviais a aproveitar.

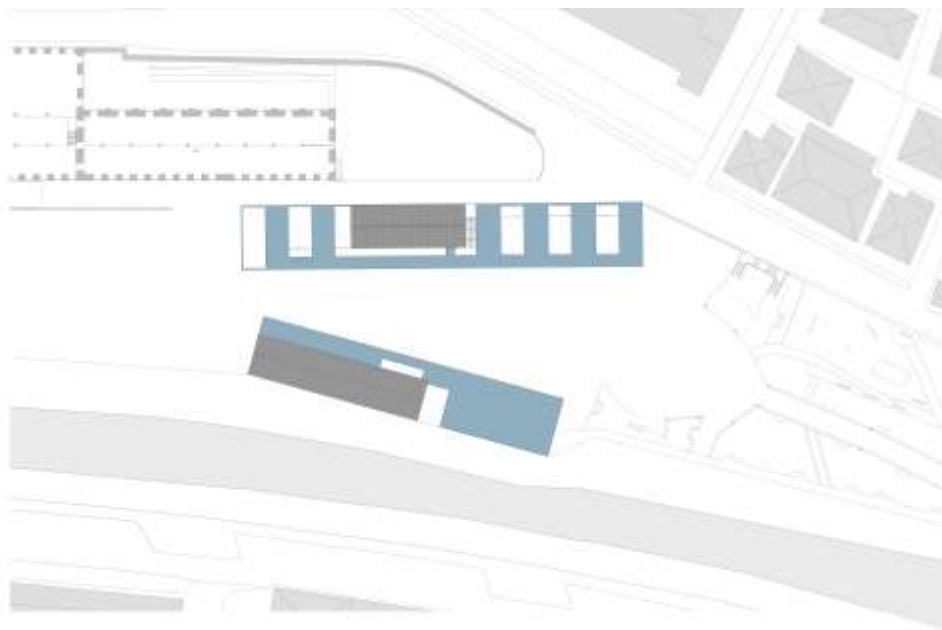


Figura 9 - Área de captação considerada para cálculos (a azul)

Volume total de água a aproveitar = Volume de água a aproveitar – Volume de primeiras águas a desviar

Volume de águas a desviar (em litros) = $P \times A$

P – Altura de precipitação (mm) a desviar, que varia entre o 0 e os 8 mm. Recomenda-se que seja feito o desvio de um volume mínimo correspondente a 2mm de precipitação.

A – Área de captação (m^2)

Volume de primeiras águas a desviar: $2 \times 883,7 = 1767,4l$

Volume de água a aproveitar (em litros) = $C \times P \times A \times Ef$

C – Coeficiente de escoamento da cobertura

P – Precipitação média acumulada anual (mm)

A - Área de captação (m^2)

Ef – Eficiência hidráulica de filtragem. É considerada uma constante de 0,9.

Volume de água a aproveitar: $0,8 \times 690 \times 883,7 \times 0,9 = 439022,2l$

Volume total de água a aproveitar: $439022,2 - 1767,4 = 437254,8l/\text{ano}$

Volume total de água a aproveitar por dia: 1198l

Para os cálculos foram considerados dispositivos de eficiência máxima uma vez que se pretende as melhores soluções para um edifício hidricamente eficiente (autoclismos e torneiras, estas últimas dependente da utilização de cada utilizador). Foi utilizado o trabalho de Diana Margarido (Margarido, 2015) como base para o cálculo de dados e valores relativos aos consumos de água.

Tabela 19 - Utilização dos dispositivos por utilizador

Tipo de usuário	Número de pessoas	Horário diário	Média utilizações/dia autoclismo mulheres	Média utilizações/dia autoclismo homens	Média utilizações/dia urinóis	Média utilizações/dia lavatórios mulheres	Média utilizações/dia lavatórios homens
Creche	85	12h	3,6	0,6	2,4	3,6	3
Alunos	75						
Educadoras e auxiliares	10						
Centro de dia	46	9h	2,7	0,45	1,8	2,7	2,25
Utentes	40						
Funcionários	6						
S.U.M.A.	138	2h	0,6	0,1	0,4	0,6	0,5
Alunos	59						
Banda Filarmónica	75						
Professores	2						
Funcionários	2						
Total	269						

Os seguintes cálculos correspondem ao gasto diário atual num mês regular considerando os dispositivos mais eficientes.

Gasto diário creche:

Volume de águas negras: $[(3,6 \times 4) + (0,6 \times 4) + (2,4 \times 5)] \times 42,5 = 612 + 102 + 510 = 1224$ l

Volume de águas cinzentas: $[(3,6 \times 2) + (3 \times 2)] \times 42,5 = 306 + 255 = 561$ l

Gasto diário centro de dia:

Volume de águas negras: $[(2,7 \times 4) + (0,45 \times 4) + (1,8 \times 5)] \times 23 = 248,4 + 41,4 + 207 = 496,8$ l

Volume de águas cinzentas: $[(2,7 \times 2) + (2,25 \times 2)] \times 23 = 124,2 + 103,5 = 227,7$ l

Gasto diário S.U.M.A.:

Volume de águas negras: $[(0,6 \times 4) + (0,1 \times 4) + (0,4 \times 5)] \times 69 = 165,6 + 27,6 + 138 = 331,2\text{l}$

Volume de águas cinzentas: $[(0,6 \times 2) + (0,5 \times 2)] \times 69 = 82,8 + 69 = 151,8\text{l}$

Volume de águas negras total: $1224 + 496,8 + 331,2 = 2052\text{l}$

Volume de águas cinzentas total: $561 + 227,7 + 151,8 = 940,5\text{l}$

Tabela 20 - Consumos de água

	Dia Normal	Dia Julho	Dia Agosto
Creche			
nº pessoas	85	85	0
Águas negras	1224,0	1224,0	0,0
Águas cinzentas	561,0	561,0	0,0
Refeições	160,4	160,4	0,0
Outros	60,2	60,2	0,0
Potáveis	721,4	721,4	0,0
Potencialmente não potáveis	1284,2	1284,2	0,0
Total com T.E.	2005,6	2005,6	0,0
Centro Dia			
nº pessoas	46	46	46
Águas negras	496,8	496,8	496,8
Águas cinzentas	227,7	227,7	227,7
Refeições	65,1	65,1	65,1
Outros	24,4	24,4	24,4
Potáveis	292,8	292,8	292,8
Potencialmente não potáveis	521,2	521,2	521,2
Total com T.E.	814,0	814,0	814,0

SUMA			
nº pessoas	138	79	79
Águas negras	331,2	189,6	189,6
Águas cinzentas	151,8	86,9	86,9
Refeições	43,4	24,9	24,9
Outros	16,3	9,3	9,3
Potáveis	195,2	111,8	111,8
Potencialmente não potáveis	347,5	198,9	198,9
Total com T.E.	542,7	310,7	310,7
Total águas negras	2052,0	1910,4	686,4
Total águas cinzentas	940,5	875,6	314,6
Total potáveis	1209,5	1126,0	404,6
Total potencialmente não potáveis	2152,9	2004,3	720,1
Total do total com T.E.	3362,4	3130,3	1124,7
Total do total com T.E. + R.A.C.	2421,9	2254,7	810,1
Total do total com T.E. + S.A.A.P.	2164,4	1932,3	404,6
Total do total com T.E. + R.A.C. + S.A.A.P.	1223,9	1126,0	404,6
Total de água pluvial a aproveitar por dia (média)	1198	1198	1198

Como se observa na tabela 2, quantos mais sistemas forem utilizados maior é a percentagem de poupança sendo para um edifício projetado com tecnologias economizadoras com um consumo de 3362,4l (num dia normal), ao serem utilizados sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reaproveitamento de águas cinzentas o consumo total é de 1223,9l (num dia normal). Uma vez que a água potável necessária por dia (num dia normal) são 1209,5l, a utilização destes sistemas assegura quase por completo o abastecimento de água para usos que originam águas negras. Durante os meses de julho e agosto pode-se observar que estes sistemas têm a capacidade de assegurar esse abastecimento por completo.

4.3.2. Custo da água em Alenquer e custo do consumo total de água dos edifícios

Sendo a água um bem económico transaccionável, a redução do consumo do mesmo traz vantagens não só ambientais como monetárias. Desde modo, foram calculados os custos do consumo anual de água com apenas tecnologias economizadoras e os custos do consumo anual de água com tecnologias economizadoras, sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reutilização de águas cinzentas. Para os cálculos de custo de água foi apenas considerado o valor de venda de água do ano 2016 (2,0206 euros), não estando incluídas outras taxas como o saneamento (Águas de Alenquer, 2016).

Os dados de consumo de água referidos na tabela seguinte foram calculados com base em meses regulares (22 dias) e meses irregulares (23 dias), em fevereiro foram considerados 20 dias úteis. Sabe-se que durante o mês de julho e agosto não existem aulas de música no edifício da S.U.M.A. e que durante o mês de agosto a creche fecha para férias.

Tabela 21 - Consumos de água mensais, com T.E., e custos.

Consumos TE		Custos
JAN	77334l	156,26
FEV	67247l	135,88
MAR	77334l	156,26
ABR	73972l	149,47
MAI	77334l	156,26
JUN	73972l	149,47
JUL	71998l	145,48
AGO	25869l	52,27
SET	73972l	149,47
OUT	77334l	156,26
NOV	73972l	149,47
DEZ	77334l	156,26
		1712,81

Tabela 22 - Consumos de água mensais, com T.E. + R.A.C. + S.A.A.P., e custos.

Consumos TE+RAC+SAAP		Custos
JAN	28149l	56,88
FEV	24477l	49,46
MAR	28149l	56,88
ABR	26925l	54,40
MAI	28149l	56,88
JUN	26925l	54,40
JUL	25899l	52,33
AGO	9305l	18,80
SET	26925l	54,40
OUT	28149l	56,88
NOV	26925l	54,40
DEZ	28149l	56,88
		622,60

Comparando os valores da tabela 3 e da tabela 4 é possível ver uma diferença significativa na utilização T.E. com R.A.C. e S.A.A.P. tanto no consumo mensal de água como nos custos mensais.

4.4. Projeto

No projeto pretende-se a instalação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais e um sistema de reutilização de águas cinzentas comum aos dois edifícios através de três reservatórios, um para as águas pluviais, outro para as águas cinzentas e outro para as águas negras, uma vez que que o sistema de reaproveitamento de águas cinzentas necessita destes reservatórios para a separação das águas.

Os cálculos de dimensionamento da cisterna de aproveitamento de águas pluviais foram feitos com base nas fórmulas da ANQIP (ANQIP, 2009).

Volume da cisterna: $V = \text{Min} \{V1 \text{ ou } V2\}$

$$V1 = 0,0015 \times P \times A \times N$$

$$V2 = 0,003 \times U \times Cae \times N$$

V1 – Volume aproveitável (litros)

P – Pluviosidade média anual no local da instalação (mm)

A – Área de captação (m²)

N – Número máximo de dias de retenção da água na cisterna. Em geral 20 a 30 dias, podendo considerar-se um valor superior, até 90 dias, quando existir uma utilização significativa para rega)

V2 – Volume consumido (litros)

U – Número de moradores ou utentes no edifício

Cae – Consumo anual estimado (litros)

$$V1 = 0,0015 \times 690 \times 883,7 \times 30 = 27438,885l$$

$$V2 = 0,003 \times 269 \times 304218,5 \times 30 = 7365129,885l$$

É recomendada a utilização de um depósito de 28000l, ou, 28 m³.

Para o reaproveitamento das águas cinzentas são necessários dois tanques, um para as águas cinzentas e outro para as águas negras. O dimensionamento destes tanques foi feito com base na fórmula de Cape Town Centre Project (Cape Town Project Center, 2010).

Considera-se que o tempo de retenção hidráulica (TRH) é de 10h e pode ser usado para calcular o volume que os dois tanques precisam (Cape Town Project Center, 2010).

$$V = Q \times TRH$$

V – Volume do tanque (litros)

Q – L/Hora

Volume das águas cinzentas – 940,5l = 39,2 l/h

$$V = 39,2 \times 10 \Leftrightarrow V = 392l \text{ ou } 0,392 \text{ m}^3$$

Como fator de segurança em caso de ampliação do edifício ou aumento de utilizadores é utilizado um mínimo de 45% como fator de segurança (Cape Town Project Center, 2010).

$$0,392 + 0,392 (0,45) = 0,5684 \text{ m}^3$$

Volume das águas negras – $2052l = 85,5 \text{ l/h}$

$V = 85,5 \times 10 = 855l$ ou $0,855 \text{ m}^3$

$0,855 + 0,855 (0,45) = 1,239 \text{ m}^3$

Os reservatórios terão capacidades de 28 m^3 , $0,855 \text{ m}^3$ e $1,239 \text{ m}^3$, águas pluviais, águas cinzentas e águas negras, respetivamente. Uma vez que os edifícios se situam na margem do rio Alenquer, a necessidade de reduzir a profundidade de ocupação no subsolo implicou que a cisterna para as águas pluviais terá uma área de base alargada, ocupando mais área de implantação e menos volume em profundidade.

Será considerada como área de captação apenas a construção nova; os tubos de queda encontram-se junto a pilares e por dentro de paredes conduzindo a água desde a cobertura até ao reservatório, que se encontra enterrado entre os dois edifícios.

Os espaços exteriores que circundam os edifícios fazem parte da proposta de ampliação do Jardim Vaz Monteiro pelo que a manutenção destes não é considerada nos consumos dos edifícios.

Uma vez que o jardim passa por entre os edifícios, o reservatório de águas pluviais situa-se numa zona de passagem e ligação exterior entre os dois edifícios, marcando a sua presença através de uma quebra na vegetação. Os reservatórios de águas cinzentas e de águas negras situam-se numa área técnica num dos edifícios.

Tanto as águas cinzentas como as águas pluviais passarão por processos de filtração e desinfeção, como descritos no capítulo anterior, e uma vez tratadas serão direcionadas através de tubagem para os dispositivos pretendidos (autoclismos e torneiras), exceto cozinha e copas onde é necessária água potável.

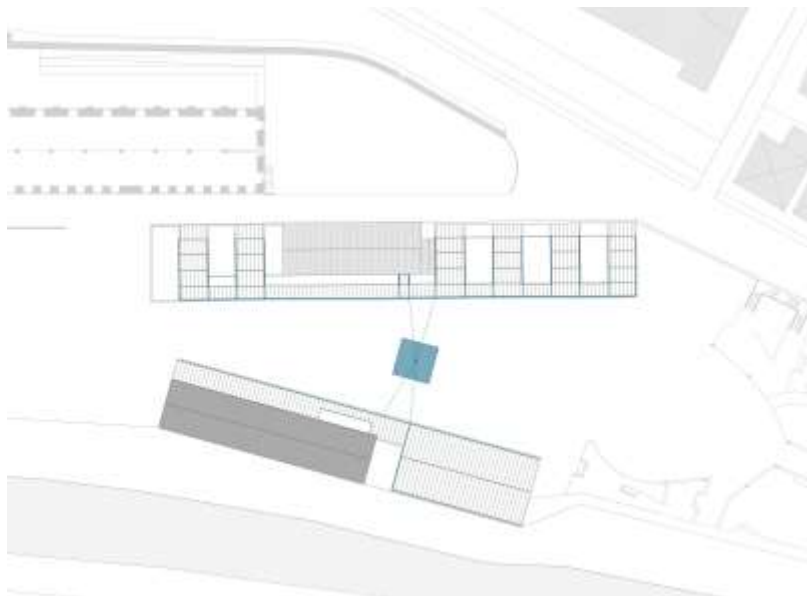


Figura 10 - Esquema em planta de encaminhamento das águas pluviais das coberturas até ao reservatório



Figura 11 - Corte esquemático do encaminhamento das águas pluviais das coberturas até ao reservatório

O crescimento da população mundial e as alterações climáticas estão a resultar num aumento do fenómeno de desertificação do planeta. Portugal encontra-se desde 2015 num estado de seca severa (S. Silva, 2017). A necessidade de redução e de um maior controlo no consumo de água é cada vez maior e o/a arquiteto/a tem um papel fundamental nesta situação podendo limitar o consumo de água desde a fase de projeto, seja no contexto urbano ou, a uma escala menor, no projeto de um edifício.

Com o surgimento das tecnologias economizadoras, sistemas de aproveitamento de águas pluviais e sistemas de reutilização de águas cinzentas, pode reduzir-se consideravelmente a pegada hídrica de um edifício e torná-lo hidricamente eficiente. No entanto, o utilizador tem uma influência muito grande no consumo de água pelo que é necessário um uso de água consciente. Existe ainda a ilusão de que a água é um recurso infinito, apesar de em países subdesenvolvidos a sua escassez já ser uma realidade, pelo que são necessárias campanhas de consciencialização para que se adotem soluções de consumo de água mais eficientes.

Sendo a construção responsável diretamente por 12% do consumo de água mundial, surgiu a intenção de estudar este tema através de um caso de estudo em Alenquer. Esse caso de estudo é um projeto de reabilitação e ampliação consistindo em dois edifícios públicos com três programas funcionais distintos.

Neste caso de estudo, foi feita a escolha das tecnologias economizadoras mais eficientes como ponto de partida uma vez que existe a oportunidade dessa decisão na fase de projeto. Foram comparadas as várias combinações entre métodos de redução do consumo de água potável de modo a entender as vantagens de cada um, e os resultados mostram os benefícios ambientais e económicos que a escolha destes sistemas trazem.

Em habitações individuais, a instalação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais ainda não é economicamente favorável (Margarido, 2015), no entanto, em edifícios públicos e em edifícios de habitação coletiva a utilização destes sistemas deveria ser contemplada através de estudos, antes das suas construções ou aquando as suas reabilitações. Uma vez que a água potável necessária num edifício representa uma pequena percentagem do consumo total, existe um grande potencial de poupança como se pôde observar no caso de estudo dos edifícios públicos, onde, num edifício projetado com tecnologias economizadoras, a utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e de reutilização de águas cinzentas permitem uma poupança de 64% do consumo de água.

A implantação destas soluções estará sempre dependente de vários fatores, como a localização, o clima, se o edifício é novo ou um edifício a reabilitar, as soluções construtivas, os materiais utilizados, etc. E é neste

sentido que o papel do/a arquiteto/a faz toda a diferença, sendo o seu dever escolher a melhor solução num contexto social, ambiental e económico, preservando os valores patrimoniais e arquitetónicos.

Considerações finais

Para se calcular a pegada hídrica de um edifício é necessário ter em conta a extração dos materiais, transporte, manufatura e fabricação dos mesmos, preparação e distribuição dos produtos, processo de construção e manutenção do edifício, utilização do edifício, demolição, transporte e reciclagem de materiais. Ou seja, é necessário calcular o ciclo de água de um edifício ao longo do seu ciclo de vida, no entanto, ainda não existem muitos estudos sobre os gastos indiretos pelo que estes valores permanecem, ainda, uma incógnita.

Para perceber o verdadeiro impacto ambiental que este sector tem é necessário aprofundar estes conhecimentos através de estudos sobre os gastos indiretos, para que os arquitetos possam tomar as melhores opções em projeto para a redução do consumo de água durante o ciclo de vida de um edifício.

Desenvolvimentos futuros

Como referido no ponto anterior, é importante o desenvolvimento de estudos acerca dos gastos indiretos num edifício. A criação de uma base de dados de água incorporada em materiais de construção pode ajudar o/a arquiteto/a a tomar escolhas mais conscientes na hora de selecionar os materiais para o seu projeto e ajudaria a uma melhor compreensão do verdadeiro impacto ambiental de um edifício.

Considerando os resultados do caso de estudo e havendo uma possibilidade de poupança no consumo de água bastante significativa, são necessários mais estudos, e mais aprofundados, sobre os vários programas públicos para que se possam tomar decisões para um consumo eficiente de água e para que se evite desperdiçar água potável desnecessariamente.

Sabendo que em habitações individuais a instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais ainda não é economicamente favorável, seria interessante o desenvolvimento de estudos de sistemas de aproveitamento de águas pluviais coletivos. Como referido no capítulo 1, durante os meses de seca existem aglomerados populacionais do interior sem acesso à rede pública de água e poderia ser interessante estudar que impacto teria um sistema de aproveitamento de águas pluviais nessas comunidades.

Bibliografia

Águas de Alenquer. (2016). Novo Tarifário. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.aguasdealenquer.pt/pages/29-tarifario-2016?locale=pt>

ANQIP. (n.d.). ANQIP. Retrieved September 16, 2017, from <http://www.anqip.pt/index.php/pt/certificacoes/52>

ANQIP. (2009). *Especificação Técnica ANQIP ETA 0701 - Versão 4*. Retrieved from <http://www.anqip.com/images/stories/comissoes/0701/ETA0701.pdf>

ANQIP. (2014a). ANQIP, 2–5.

ANQIP. (2014b). *Especificação Técnica Anqip Eta 0806*, 2–5.

Barroso, L. (2010). *Construção Sustentável - Soluções comparativas para o uso eficiente da água nos edifícios de habitação*. Universidade Nova de Lisboa.

BREEAM. (n.d.). BREEAM. Retrieved September 18, 2017, from <http://www.breeam.com/>

Cape Town Project Center. (2010). *Calculating the Volume of Tanks for the Sanitation System*. Cape Town. Retrieved from <http://wp.wpi.edu/capetown/files/2010/12/CT10Construct-Septic-Tank-Volume-Calculations.pdf>

Climate-Data.org. (n.d.). CLIMA: ALENQUER. Retrieved October 4, 2017, from <https://pt.climate-data.org/location/55165/>

CM. (2008). Sem água potável já em 2025. CM. Retrieved from <http://www.cmjornal.pt/tecnologia/detalhe/sem-agua-potavel-ja-em-2025>

Coca Cola. (2016). Coca-Cola devolve 100% da água que utiliza. Retrieved April 18, 2017, from <http://www.cocacolaportugal.pt/historias/coca-cola-devolve-agua-utiliza>

Collins, R., Kristensen, P., & Thyssen, N. (2009). *Water resources across Europe — confronting water scarcity and drought*. EEA Report 2/2009. Eea. <https://doi.org/10.2800/16803>

Cook, S., Sharma, A. K., & Gurung, T. R. Evaluation of alternative water sources for commercial buildings: a case study in Brisbane, Australia (2014). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.05.003>

- Crawford, R. H., & Treloar, G. J. (2005). AN ASSESSMENT OF THE ENERGY AND WATER CONSTRUCTION, 1–10.
- Diário de Notícias. (2015). Ambientalistas alertam para falta de água no rio Tejo. *Diário de Notícias*. Retrieved from <http://www.dn.pt/portugal/interior/ambientalistas-alertam-para-falta-de-agua-no-rio-tejo-4623221.html>
- Dias, C. (2016). Alentejo começa a sofrer com falta de água e em Mértola já se fala em calamidade na pecuária. *Público*. Retrieved from <https://www.publico.pt/2016/08/02/local/noticia/apos-dois-anos-de-seca-os-produtores-pecuarios-de-mertola-estao-a-beira-da-calamidade-1740115>
- Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). The water footprint of humanity, 109(9). <https://doi.org/10.1073/pnas.1109936109>
- IPMA. (2017a). Monitorização da Seca - Índice PDSI - Evolução. Retrieved June 1, 2017, from <https://www.ipma.pt/pt/oclima/observatorio.secas/pdsi/monitorizacao/evolucao/>
- IPMA. (2017b). Monitorização da Seca - Índice PDSI - Situação Atual. Retrieved June 1, 2017, from <http://www.ipma.pt/pt/oclima/observatorio.secas/pdsi/monitorizacao/situacaoatual/>
- Kibert, C. J. (2008). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery* (Second). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- LEED. (2016). *LEED v 4 for NEIGHBORHOOD DEVELOPMENT*. Retrieved from http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED_v4_BDC_04.05.16_current.pdf
- LEED. (2017). *LEED v 4 for BUILDING OPERATIONS AND*.
- Lisboa E-Nova - Agência Municipal de Energia e Ambiente, Câmara Municipal de Lisboa EPAL- Empresa Pública das Águas Livres, & SIMTEJO. (2015). *Matriz da Água de Lisboa 2014*. Lisboa: Lisboa E-Nova, Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa. Retrieved from http://www.lisboaenova.org/images/stories/MatrizAgua2014/MatrizAguaLisboa_nediaqualidade.pdf
- Lopes, T. (2010). *Reabilitação sustentável de edifícios de habitação*. Universidade Nova de Lisboa.
- Margarido, D. (2015). *A cidade e a música. Gestão de água em reabilitação de edifícios públicos: Escola de Música do Conservatório Nacional : caso de estudo: Conservatório Nacional de Música de Lisboa*. ISCTE-IUL. Retrieved from <https://repositorio.iscte->

iul.pt/handle/10071/10659

Mota, J., Pinheiro, C., Mendes, D., Matos, J., Fernandes, L., & Pinheiro, R. (2009). Disponibilidade de Água - A vulnerabilidade e a escassez de água doce são reais em Portugal?, 26.

National Geographic. (n.d.). Freshwater Crisis. Retrieved January 25, 2017, from <http://environment.nationalgeographic.com/environment/freshwater/freshwater-crisis/>

Nestlé. (2009). *TOUR D'HORIZON WITH NESTLE: FORGET THE GLOBAL FINANCIAL CRISIS, THE WORLD IS RUNNING OUT OF FRESH WATER*. Berna.

Neto, D., Silva, V. P. R., Maracajá, K. F. B., Araújo, L. E., Aleixo, D. O., & Campos, J. H. B. C. (2013). [ARTIGO RETRATADO] de indivíduos com diferentes hábitos Pegada hídrica alimentares, 14(1). <https://doi.org/10.4136/1980-993X>

Perry, C. (2014). Water footprints : Path to enlightenment , or false trail ? *Agricultural Water Management*, 134, 119–125. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.12.004>

Pimentel-Rodrigues, C., & Silva-Afonso, A. (2008). A implementação da certificação de eficiência hídrica de produtos em Portugal. Uma iniciativa para a sustentabilidade. *CINCO'S'08 – Congresso de Inovação Na Construção Sustentável*, 7. Retrieved from http://www.anqip.pt/images/stories/A_implementao_da_certificao_de_eficincia_hdrica_de_produtos_em_Portugal._Uma_iniciativa_para_a_sustentabilidade.pdf

Portal do Ambiente e do Cidadão. (n.d.). SOBRE A IMPORTÂNCIA DE PRESERVARMOS A ÁGUA.... Retrieved September 11, 2017, from <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/agua/mais-informacao-1/sobre-a-importancia-de-preservarmos-a-agua>

Sardinha, J., Serranito, F., Donnelly, A., Marmelo, V., Saraiva, P., Guimarães, R., ... Donnelly, A. (2017). *Controlo Ativo de Perdas de Água*. (P. Inácio & M. C. Henriques, Eds.) (Second). EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres S.A. Retrieved from <http://www.epal.pt/EPAL/docs/default-source/epal/publicações-técnicas/controlo-ativo-de-perdas-de-água.pdf?sfvrsn=6>

Silva, A. A., & Pimentel, C. P. (2012). Aproveitamento de águas pluviais e de águas cinzentas em edifícios. Situação em Portugal. *11º Congresso Da Água*, 13. Retrieved from http://www.anqip.pt/images/stories/Aproveitamento_de_guas_pluviais_e_de_guas_cinzentas_em_edificios._Situao_em_Portugal.pdf

Silva, S. (2017). Barragens: 17 estão a menos de 40% da capacidade. Sado é caso mais

preocupante. *Público*, 1. Retrieved from <https://www.publico.pt/2017/02/10/sociedade/noticia/falta-de-agua-na-bacia-do-sado-e-preocupante-e-ja-ha-medidas-de-contencao-1761453>

Soares, A. M. (2010). *Análise dos Consumos de Água em Edifícios não Habitacionais*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Retrieved from <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59840/1/000144748.pdf>

Stephan, A., & Crawford, R. H. (2014). for residential buildings A comprehensive life cycle water analysis framework for residential buildings, (September), 37–41. <https://doi.org/10.1080/09613218.2014.921764>

Teixeira, C. (2007). Escassez da água é um problema para a humanidade. *Jornalismo Porto Net*. Retrieved from <https://jpn.up.pt/2007/03/22/escassez-da-agua-e-um-problema-para-a-humanidade/>

TSF. (2017). Bruxelas quer Portugal a reutilizar mais água. *TSF*. Retrieved from <http://www.tsf.pt/sociedade/ambiente/interior/bruxelas-quer-portugal-a-reutilizar-mais-agua-5638799.html>

UNESCO. (2015). Graphic Ground water and climate changes. Paris. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002357/235713e.pdf>

USGS. (n.d.). The world's water. Retrieved January 25, 2017, from <https://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html>

Vigotti, R., & Hoffman, A. (2009). Water Scarcity and Water Security: Political and Social Implications. *Workshop on Renewable Energy and Water IEA Working Party on Renewable Energy Technologies*, (March). Retrieved from http://www.iea.org/work/2009/rewp_water/Vigotti.pdf

Water Footprint Network. (n.d.). Aims & history. Retrieved from <http://waterfootprint.org/en/about-us/aims-history/>

Waterfootprint. (n.d.). What is a water footprint? Retrieved June 1, 2017, from <http://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/>

World Water Council. (n.d.). Water Crisis. Retrieved January 26, 2017, from <http://www.worldwatercouncil.org/library/archives/water-crisis/>

WWF. (n.d.). A Água em Portugal. Retrieved September 11, 2017, from

http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/agua/a_agua_em_portugal/

WWF. (n.d.). Bacia do Guadiana. Retrieved from
http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/agua/bacia_do_guadiana/

WWF. (n.d.). Pegada Hídrica. Retrieved June 1, 2017, from
http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/agua/pegada_hidrica/

WWF. (2010). *Pegada hídrica em portugal*.