

Marco Aurélio Melo Andrade

ISCTE – IUL - Instituto universitário de Lisboa

2018/2019

Vertente teórica

Orientadora

Co-orientadora

I Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

Soraya Genin | Professora auxiliar ISCTE-IUL

Maria Fernandes | Arquiteta DGPC

Vertente prática

Tutora

II As Novas Portas de Lisboa 2030: Centralidade estudantil na Amadora

Mónica Pacheco | Professora auxiliar ISCTE-IUL

Trabalho submetido como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Arquitetura

ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa

Departamento de arquitetura e urbanismo

Outubro 2018-2019

Agradecimentos

Aos meus pais e irmã, pelo apoio, confiança e disponibilidade em todo o meu percurso.

À Maria Antónia que fez parte deste percurso e que foi a companhia fundamental para este sucesso.

À professora Mónica Pacheco, que foi uma pessoa e profissional muito generosa durante este 5º ano e com quem obtive uma excelente aprendizagem.

À professora Soraya Genin, igualmente amante das construções tradicionais, e que aceitou de bom agrado ser orientadora desta minha paixão.

A todas as (muitas) pessoas que contribuíram para que esta investigação teórica tenha sido possível de se fazer, salientando a disponibilidade do Dr. Santos Silva do LNEC e do projeto DB-HERITAGE (Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial - PTDC / EPH-PAT / 4684/2014).

Índice geral

Introdução geral	9
<i>Vertente teórica</i>	
Resumo	14
Abstract	17
Índice	18
Introdução	21
Estado da arte	27
1. A construção em terra	35
2. A terra nos Açores	69
3. Casos de estudo	75
4. Ensaio às terras	101
5. Considerações finais	135
6. Referências	139
7. Índice	145
8. Lista de abreviaturas	154

Vertente prática

Índice	158
1. Problemática	161
2. Estratégia de grupo	164
3. Intervenção	176
4. Síntese da estratégia	191
5. Introdução à proposta individual	193
6. Análise	194
7. Proposta	208
8. Referências bibliográficas	241
9. Índice	242
10. Lista de abreviaturas	253

Introdução geral

O presente trabalho é dividido em duas partes distintas. A primeira é uma investigação teórica relativa a construções em terra em São Miguel, no arquipélago dos Açores. Tem por objetivo estudar a implantação de sistemas construtivos em terra nos Açores, visto não haver desde os tempos do seu povoamento. Esta parte é dividida em quatro capítulos principais: 1ª parte - uma contextualização do sistema construtivos; 2ª parte - contextualização do local de estudo; 3ª parte - análise de alguns casos de estudo que ainda possuem argamassas de terra no local de estudo bem como experiências recentes de sistemas construtivos em terra e 4ª parte - ensaios de terreno e de laboratório a terras locais no âmbito da construção em terra.

A segunda parte pertence à vertente prática da cadeira de Projeto Final de Arquitetura cujo tema de projeto é “Da Cidade Pós-industrial ao novo Campus Urbano”. O trabalho visa resolver a falta de camas para estudantes em Lisboa numa ótica paralela de revitalização urbana de periferias criando novas centralidades, considerando as transformações futuras na AML. Esta parte é dividida em duas: 1ª parte - estratégia de grupo reconfigurando o sistema atual dos transportes públicos em Lisboa e criando variados polos catalisadores de urbanidade e 2ª parte - aprofundamento de um dos polos, criando uma nova estação de metro leve de superfície, um parque urbano centralizador, um edifício de escritórios e a residência estudantil. Este trabalho começa à macro escala com o parque urbano e equipamentos de apoio, posteriormente um Plano de Pormenor do complexo urbano da estação de metro, comércio, escritórios e residência, sendo esta última aprofundada à escala do edifício.

I Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

Orientadora

Soraya Genin | Professora auxiliar ISCTE-IUL

Co-orientadora

Maria Fernandes | Arquiteta DGPC

Resumo

Esta investigação avalia a possibilidade de construção em terra na ilha de São Miguel nos Açores, com o objetivo de combater a alteração paisagística provocada pela exploração da pedra utilizada na construção. Pretende-se promover técnicas construtivas sustentáveis e a conservação do património arquitetónico.

A construção em terra nos Açores remonta à data do seu povoamento. Esta técnica foi abandonada devido às catástrofes vulcânicas, deixando lugar sobretudo às construções em pedra. A terra passou a ser utilizada apenas em argamassas para assentamento de blocos e reboco.

O desafio atual da construção em terra é respeitar as exigências térmicas e estruturais. Estas questões requerem especial atenção no contexto açoriano, sísmico e chuvoso. No entanto, a baixa amplitude térmica e os altos níveis de humidade revelam-se favoráveis.

Para análise da qualidade da terra, desenvolveram-se testes *in situ* com amostras recolhidas em três terrenos no concelho da Ribeira Grande. Uma das amostras apresentou características satisfatórias para alvenaria, as outras duas para revestimento.

Numa segunda fase fizeram-se testes no Laboratório de Engenharia Civil, dos mesmos terrenos e de amostras de argamassas recolhidas em ruínas no local. Da análise mineralógica, concluiu-se que as terras são boas para a construção, pela existência considerável de argilas

não expansivas. As argamassas apresentaram uma composição mineralógica muito semelhante às terras e o seu ligante é a cal.

Conclui-se que a construção em terra nos Açores é viável, condicionada às características do material e ao sistema construtivo, de forma a otimizar o comportamento face aos sismos e à água das chuvas.

Palavras-chave: Construções, Terra, Sustentabilidade, Açores. Ribeira Grande.

Abstract

This research evaluates the possibility of earth construction in the island of São Miguel in Azores, in order to oppose the landscape alteration caused by the stone exploration used in construction. The goal is to promote sustainable building techniques and the conservation of architectural heritage.

Earth construction in Azores dates back to the date of its settlement, in particular the use of compressed earth in military construction. This technique was given up due to disasters of volcanic origin, leaving above all the stone constructions. After that, the earth was just used in mortars for laying and plastering.

The current challenge of earth construction is to obey thermal and structural requirements. These issues require special attention in Azores, seismic and rainy context. However, the low thermal amplitude and high humidity levels are friendly.

In Azores there's no longer enough knowledge of appropriate earth for construction, so tests were made to three locations in the municipality of Ribeira Grande. Combining theoretical solutions already studied in view of the thermal and structural difficulties with the tests on the island, critical conclusions have been made to preview the possibility of implanting earth constructions in the Azores.

Keywords: Constructions, Earth, Ecology, Azores.

Índice

Introdução	21
Estado da arte	27
1. A construção em terra	35
1.1. <i>Matéria-prima</i>	37
1.2. <i>Técnicas de construção</i>	45
1.3. <i>Características</i>	58
1.4. <i>Conclusões</i>	67
2. A terra nos Açores	69
2.1. <i>Dados históricos</i>	69
2.2. <i>Condicionantes (vantagens e desvantagens)</i>	72
2.3. <i>Conclusões</i>	74
3. Casos de estudo	75
3.1. <i>A construção tradicional</i>	76
3.2. <i>Experiências recentes</i>	88
3.3. <i>Conclusões</i>	98
4. Ensaio às terras	101
4.1. <i>Solos</i>	102
4.2. <i>Testes de terreno</i>	105
4.2.1. <i>Sedimentação rápida</i>	105

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

4.2.2. <i>Pastilhas</i>	107
4.3. <i>Conclusões</i>	111
4.4. <i>Testes de laboratório</i>	113
4.4.1. <i>Preparação</i>	113
4.4.2. <i>Difração de raios X</i>	116
4.4.3. <i>Análise termogravimétrica e térmica diferencial</i>	125
4.5 <i>Conclusões</i>	134
5. Considerações finais	135
6. Referências	139
6.1. <i>Referências bibliográficas</i>	139
6.2 <i>Referências webgráficas</i>	141
7. Índice	145
7.1. <i>Índice de imagens</i>	145
7.2. <i>Índice de tabelas</i>	152
7.3. <i>Índice de gráficos</i>	152
8. Lista de abreviaturas	154

Introdução

Esta investigação pretende analisar a razão de inexistência de construções em terra nos Açores e a viabilidade da sua aplicação. Este sistema construtivo tem uma baixa pegada ecológica, característica que tem ganho relevância no âmbito da arquitetura.

As construções em terra nos Açores existiram apenas durante os primeiros anos do seu povoamento (1431) e tiveram, juntamente com as construções em pedra, grande importância

nas construções militares que protegiam os habitantes de piratas e outros invasores. Após catástrofes vulcânicas as construções em terra desapareceram e deram lugar a uma arquitetura popular açoriana essencialmente em pedra, umas vezes de junta seca outras argamassadas. As coberturas das construções são de madeira (AAVV, 2000).

Esta investigação tem três objetivos principais: Combater a degradação paisagística criada pelas explorações de pedra; Promover técnicas construtivas mais sustentáveis; Utilizar estas técnicas para a conservação do património arquitetónico existente, onde as argamassas de terra têm um papel importante na expressão arquitetónica.



Figura 1 - Construção tradicional açoriana (Fonte: Marco Andrade, 2019)

A utilização de pedra como opção de material para a construção não será a solução ideal. Nas ilhas a extração da pedra existente descaracteriza o património e identidade local. Este tema foi estudado numa tese de mestrado onde o Arq. Caetano se deparou com a seriedade deste assunto. As explorações minerais atuais para além de serem muito abusivas no território, algumas vezes são em zonas de reserva natural e não estão pensadas



Figura 2 - Exploração de pozolana (Fonte: Marco Andrade, 2019)

de forma sustentável no planeamento e ordenamento do território. Depois de feitos os rompimentos no terreno não se sabe o que fazer, e fica deste modo a situação paisagística do local (CAETANO, 2007).

Pretende-se mudar o paradigma da exploração mineral investindo noutros sistemas construtivos (neste caso em terra) como medida de construção ecológica, contribuindo para a redução de exploração de pedra. A terra é mais reciclável que a pedra e não cria resíduos comparada com sistemas construtivos convencionais. Qualquer parede de terra crua pode-se desmoronar e ser refeita enquanto a reutilização da pedra é limitada.

O último objetivo é o de recuperar o conhecimento de técnicas tradicionais, necessário para a conservação do património existente. Os rebocos tradicionais em terra também foram

esquecidos, dando lugar a revestimentos modernos. Pretende-se assim desenvolver capacidades de construção sustentável nas construções dos Açores.

As construções em terra têm ganho relevância em todo o mundo pela sua baixa pegada ecológica, mas existem dificuldade de adaptação ao século XXI. Atualmente com a legislação cada vez mais exigente a sua aplicação revela desafios estruturais/antissísmicos e térmicos.

Os problemas sísmicos no Açores merecem uma atenção especial pois estes são mais frequentes, acrescentando-se o problema das chuvadas também frequentes. Em contrapartida existem condições térmicas e níveis de humidade favoráveis à implantação da nova técnica construtiva.

Para além destes desafios, acrescenta-se o facto de não haver conhecimento sobre as terras mais adequadas para a construção. Obteve-se apenas informação oral, da população local, sobre algumas terras utilizadas em argamassas antigas. Assim, foram selecionados alguns destes terrenos e argamassas existentes em construções locais, para elaboração de testes e uma análise mais detalhada.

Foram feitos ensaios às terras de forma a perceber a sua composição e aptidão à construção. A composição das argamassas foi comparada com a das terras estudadas e identificou-se os seus ligantes.



Figura 3 - Localização da área de estudo na ilha de São Miguel (Fonte: Google earth, Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>)

O objeto de estudo é a Vila de Rabo de Peixe, concelho da Ribeira Grande, ilha de São Miguel por motivos de acessibilidade à matéria-prima e conhecimento do local (naturalidade do autor).

No local é possível identificar quatro tipos de terra: a terra vegetal, que é a primeira visível e que serve apenas para cultivo, debaixo desta primeira camada encontram-se as terras do subsolo, com diferentes características de acordo com a sua formação geológica.

Existem quatro tipos de material no subsolo: o barro, maioritariamente (perto dos 100%) composto por pequenos grãos (argilas) e que é utilizado para olaria; as terras argilosas que para além da argila tem outros grãos maiores (areias e siltes), utilizada para a construção; a pozolana que é característica em solos vulcânicos, utilizada na construção por meio de uma reação química com outros materiais; por fim o tetim, conhecido pelas qualidades mecânicas muito semelhantes à pozolana. Do tetim não se obteve muita bibliografia, apenas informação local.

Neste trabalho o foco são as terras argilosas, pois é o que tem pouco ou quase nenhum estudo, sendo designados por, ordenadamente, barro, terra (as argilosas), pozolana e tetim.

Estado da arte

Localmente, as terras argilosas são denominadas também de barro (barro para a construção). No conhecimento local, estas terras argilosas serviam apenas para argamassas de assentamento de pedra e rebocos como referido por OLIVEIRA (2012):

“As argamassas de ligação, destinadas à camada de assentamento da alvenaria e às camadas de regularização de rebocos de paredes, eram obtidas com misturas de “barro”, areia-da-terra e água, com eventual adição de cal apagada. O “barro” é uma designação popular utilizada para caracterizar um leque alargado de materiais, provenientes de jazidas do solo e podem corresponder a argilas associadas a siltes, a solos pomíticos ou ainda a pozolanas [23] e [24].

As argamassas gordas, em cuja composição, para além do “barro” e da areia-da-terra, entrava a cal viva e um óleo (e.g., linhaça, baleia, etc.), são caracterizadas por terem presa lenta e acabavam por adquirir grande resistência. Por vezes, eram adicionadas à mistura pelos de crina de vaca ou mesmo cabelos humanos provavelmente para reduzir a fissuração por retração e melhorar o seu comportamento à tração.”

Das construções de pedra que perduram até aos dias de hoje, poucas são as que ainda tem o reboco de barro, pois muitas foram substituídas por argamassas modernas, feitas com cimento. No entanto, pressupõe-se que todas tenham a argamassa de barro nas juntas de assentamento de pedra, pois o interior das paredes não terá sido intervencionado.

Há diferentes opiniões quanto à qualidade da terra para a construção. O padre Gaspar Frutuoso (Ponta Delgada, 1522 - Ribeira Grande, 1591), no seu livro “*Saudades da Terra*” de 1589, onde há muita da história que se conhece hoje dos Açores, escreveu relativamente às construções locais:

“...grande parte delas são, como em algumas partes, de taipa, também muito fortes, por ser ali (Vila Franca do Campo) bom barro de que se fazem, sem haver outras desta sorte em toda a esta ilha...”

Este autor revela que no início do povoamento em São Miguel, houve construções em taipa, e que hoje nada existe. Isto deve-se, como diz o mesmo autor, aos vários desastres naturais que acompanharam o início do seu povoamento, como terramotos e erupções vulcânicas.

Para além da existência de “bom barro” na Vila Franca do Campo, existe também noutros locais, embora de maior ou menor qualidade. É assim dito por ALMEIDA (2012):

“A telha, além de produzida localmente, maioritariamente na Maia e na Vila Franca do Campo, (cujo barro provinha, curiosamente, de Santa Maria), vinha de Santa Maria ou do Reino. Em quinhentos, na costa norte, dois lugares também produziam telha: a Ribeira Seca e a Ribeira Grande (esta última, apesar de ter barro próprio, não o possuía de qualidade).”

É preciso considerar-se que este “bom barro”, que refere o autor, é barro explorado com o objetivo de se cozer, produzindo telhas, olaria e outros objetos. Isto porque não se pode confundir as técnicas do barro cozido com o emprego de barro cru, que, este sim, é o tema em investigação.



Figura 4 - Localização das diferentes zonas onde exploravam barro (Fonte: Google earth, Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>)

Num outro depoimento, ATHAIDE (1920) defende a utilização de materiais regionais na construção, numa altura próxima ao surgimento dos cimentos industriais:

“Relativamente aos materiais, entendemos deverem ser exclusivamente regionais, aplicando excepcionalmente os de proveniência estranha absolutamente indispensáveis; assim teremos a pedra, a cal, a areia, a pozzolana e o tetim banindo-se os marmores e a pedra lioz, o cimento a corticite, os roboroidos, etc. que pertencendo á categoria dos materiais cosmopolitas; são profundamente antagonicos á idéa regionalista, indo descaracterizar a habitação inutilmente pois as suas vezes serão feitas pelo que cá temos e produzimos.”

Este autor revela dois materiais que vem do mesmo subsolo das terras argilosas e do barro, que são conhecidos localmente, por serem muito resistentes: pozzolana e tetim. Este excerto vem defender as qualidades dos materiais regionais, não por regionalismo, mas sim por factos reais. Estas técnicas antigas perderam-se muito facilmente, para dar lugar a materiais e sistemas construtivos de pouca qualidade e durabilidade.

Do ponto de vista geológico, o tetim é pedra-pomes cozido, aquando dos acontecimentos eruptivos dos vulcões. Este mineral é conhecido por ser um ligante extremamente forte, inclusive às chuvas e respetiva erosão (GEOCATCHING, 2017).

Foi referido por um habitante local, Leonardo Lima, que esta argamassa feita de tetim está aplicada nas juntas de pedras em construções marítimas, como é o caso do porto do Faial da Terra, onde a pedra encontra-se num elevado estado de erosão enquanto a argamassa continua em ótimo estado de conservação. É possível ver na fig. 5 o estado de conservação das argamassas, praticamente intactas, em relação à degradação da pedra.

Também informou, que noutro local chamado Pavão, os pavimentos dos jardins eram feitos deste material, embora hoje em dia tenham sido já todos substituídos. Afirmou também que esta “espécie de pó vermelho, tipo barro” vinha dos lados do Nordeste e Furnas.



Figura 5 - Argamassa de tetim no Faial da Terra (Fonte: Marco Andrade, 2019)

A pozolana é um ligante que carece de investigação, uma vez que confere características próximas às do betão romano, que se conserva em construções milenares. Esta, é atualmente usada apenas na produção de cimento local pois são obrigados a incluir na mistura uma determinada percentagem de inertes locais.

Relativamente às suas características naturais, em 1856 no artigo “*Pozzolana dos Açores*” é feita uma exaustiva descrição das vantagens da pozolana na construção, ao invés de cimentos industriais. Descreve-se inclusive a quantidade de material a utilizar:

“As proporções mais vantajosas para a confecção das argamassas hydraulicas são de duas partes de pozzolana, para duas de arêa e uma de cal. No entretanto na muralha do aterro da Boa-Vista, a que acima nos referimos, tem-se empregado argamassa composta de partes eguaes de pozzolana, arêa e cal, que, banhada alguns dias pela agua do mar, fica tão rija como a própria pedra. Nas mesmas proporções, e com o mesmo resultado a tem ultimamente

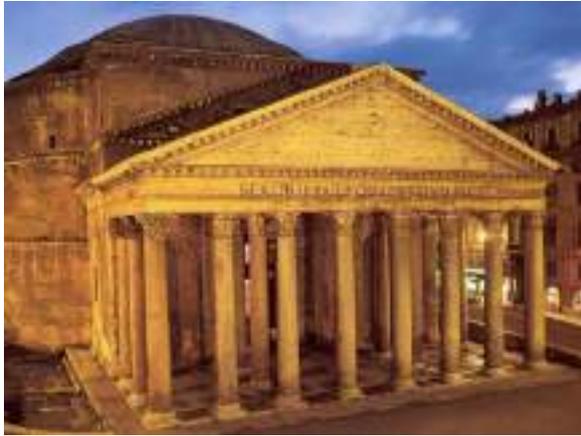


Figura 6 - Panteão de Roma (Fonte: Dicas da Itália, 2018, Disponível em WWW: <<https://www.dicasdaitalia.com.br/2015/09/panteao-em-roma.html>>)

empregado o caminho de ferro do sul. Nas construções aéreas convirá talvez aumentar a dose da pozzolana, conservando as da arêa e da cal.”

Tendo o local a frequência de chuvas e um clima muito húmido, o autor refere também as suas qualidades hidráulicas:

“As mesmas experiencias provam que aquella mineral serve perfeitamente para construção de tubos, calhas, viaductos etc. etc. , para guarnecer interiormente tanques, cisternas, e, em geral, para todas as obras onde se deseje interceptar a humidade ou evitar infiltrações.”

Note-se que a pozolana remete para o betão romano, a origem da utilização deste material, que provinha de uma localidade italiana Pozzuoli. Estes materiais são caracterizados como sendo rochas de origem vulcânica, constituídas por uma mistura mais ou menos homogénea de materiais argilosos, siltes e areias com maior ou menor agregação, resultantes da alteração pelos agentes atmosféricos de materiais vulcânicos ricos em sílica não cristalina. Tendo um elevado teor de sílica reativa, esta quando misturada com hidróxido de cálcio (existente na

cal) e na presença de água, origina silicatos de cálcio hidratados que são responsáveis pela resistência mecânica (WIKIPEDIA, 2019).

O betão romano era uma mistura de inertes locais, sendo o ligante uma mistura de cal com cinzas vulcânicas. Desde o séc. II a.C. que este sistema começou a ser utilizado pelos romanos, e, assim como muitos outros exemplos, basta olhar para o estado de conservação em que se mantém o Panteão de Roma.



Figura 7 - Forte de São Brás (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Em São Miguel também existe exemplos de utilização de betão romano, como é o caso do forte de São Brás, que também prova a sua elevada resistência às intempéries.

Neste trabalho o foco não são as pozolanas, no entanto, as características pozolânicas nas terras açorianas poderão existir mais ou menos por todo o solo (VALE, 2013). Portanto, a utilização de terra crua para a construção poderá ser beneficiada de características pozolânicas naturais. Em princípio, isso poderá acontecer pela simples adição de cal pois, inconscientemente talvez, os construtores antigos na ilha de São Miguel usavam a cal como ligante das argamassas de terra, possivelmente porque sabiam que esta mistura reagia muito bem, tendo assim argamassas pozolânicas.

ALMEIDA (2012) afirma que na ilha de São Miguel a construção em taipa não se justifica, pois, há poucas terras que possuem barro. As opiniões a favor justificam-se pelas propriedades pozolânicas das terras, enquanto as contrárias relacionam-se com a existência de barro (TORRES, 1856).

1. A construção em terra

A utilização de terra crua na construção remonta a períodos ancestrais, praticamente para o início da civilização médio oriental, sendo utilizadas variadas técnicas que se foram adaptando de acordo com a sua localização geográfica e climática. Contudo, estes sistemas construtivos foram esquecidos em favor de outras técnicas e materiais construtivos, como é o caso do tijolo cozido, materiais industrializados, aço, betão armado ou o plástico.



Figura 8 - Construindo uma parede de pau-a-pique (Fonte: Conexão planeta, 2017, Disponível em WWW: <<http://conexaoplaneta.com.br/blog/bioconstrucao-ou-como-construir-uma-casa-com-as-proprias-maos/>>)

Desde umas décadas para cá que a sustentabilidade e a necessidade de proteger o ambiente tem ganho uma relevância cada vez maior, e é neste sentido que as construções em terra crua voltam a ganhar pertinência. De acordo com o “*Inventory of carbon & energy (ice) version 1.6*”, um estudo da universidade de Bath, em Inglaterra, o material terra tem 0.45 MJ/Kg de energia incorporada e 0.023 KgCO₂/kg de emissões de carbono incorporadas. Apenas alguns materiais conseguem ter valores abaixo que são os agregados, areias, pedra, cinzas volantes, palha e água. Pode-se comparar outros materiais com a terra crua: o betão armado com 2.12

Mj/Kg e 0.241 KgCO₂/kg, os tijolos cozidos com 3 MJ/Kg e 0.22 KgCO₂/kg, o aço com 24.4 MJ/Kg e 1.77 KgCO₂/kg ou o vidro com 15 MJ/Kg e 0.85 KgCO₂/kg.

Estes valores revelam a alta potencialidade que a construção em terra tem, relativamente aos sistemas construtivos atuais. É neste sentido que, tanto em Portugal como no resto do mundo, se vê inúmeras empresas a investir neste tipo de construção como uma aposta de futuro. Veja-se por exemplo o caso da empresa, sediada em Serpa, Betão e Taipa.

Os sistemas construtivos em terra crua, resumidamente, trabalham por coesão de partículas finas e grossas. As argilas são minerais finos que ligam as partículas maiores e tem a particularidade de absorverem muita água. As areias, agregados grossos, não absorvem muita água, no entanto, contribuem para a resistência. Entre estas granulometrias existem grãos intermédios, siltes ou pedras, que preenchem os vazios. No conjunto, esta variada granulometria contribui para uma coesão hidráulica que poderá variar de acordo com características próprias dos solos.

A terra é reciclável. Depois da mistura estar seca e os grãos coesos, é possível retomar a plasticidade do material, adicionando água, voltando a ser moldado. Noutros materiais como o betão (à base de cimento) ou o estuque (à base de cal) isso não é possível.

Existe, no entanto, variações na utilização deste material, pois, pode-se usar técnicas tradicionais, como é o caso dos adobes ou a taipa de pilão manual, ou, com recurso ao avanço tecnológico, optar por btc's (blocos de terra comprimida) ou a taipa com recursos a compactadores mecânicos. Consegue-se, com estes avanços tecnológicos, utilizar um material

natural, concorrendo com materiais industrializados. Estes sistemas construtivos serão explicados nos próximos subcapítulos.

1.1. Matéria-prima

“Qualquer solo, com exceção dos altamente orgânicos ou com presença predominante e argilas expansivas, caso da montmorilonita, pode ser utilizado como material de construção. No entanto, existem limitações ao uso de determinados solos por razões de trabalhabilidade e outras características não desejáveis ao uso proposto: terras muito argilosas, por exemplo, são difíceis de ser misturadas e adensadas e ainda, devido à retração elevada, produzem superfícies mal acabadas.” (FARIA, 2005)

Como diz o Eng.º Obede Faria, a terra não pode ser qualquer uma nem preparada de qualquer modo. Existem critérios a obedecer para que o sistema construtivo funcione bem. Os antigos faziam-no de forma empírica, mas hoje em dia é possível avaliar estes materiais através de análises rápidas *in situ* ou em laboratórios.

O solo adequado à construção geralmente está localizado no subsolo, também chamado horizonte B, por estar livre de matéria orgânica. As propriedades mais importantes dos solos são: a composição granulométrica, plasticidade e retração; a humidade e grau de compactação.

De acordo com as quantidades dos grãos existentes, e de acordo com as suas dimensões, pode-se dizer que um solo é arenoso, siltoso ou argiloso.

Tabela de classificação de partículas:

Classificação das partículas	Dimensão dos grãos D (mm)	Caraterísticas principais
pedregulho	$2 \leq d \leq 20$	Elemento inerte e resistente
areia	$0.06 \leq d \leq 2$	Elemento inerte, sem coesão
silte	$0.002 \leq d \leq 0.06$	Sem coesão, diminui a resistência da areia
argila	$d < 0.002$	Possui forte coesão, sem estabilidade volumétrica, expande na presença de água; apresenta propriedade físicas e químicas bastante variadas segundo sua origem

Tabela 1 - Classificação de partículas (Fonte: AAVV, 2010)

Classificação por inspeção táctil-visual:

Classificação	Textura e aparência
Areia	Textura granular. Pode-se visualizar o tamanho dos grãos. Flui livremente se está seca
Terra arenosa	Textura granular, porem como suficiente silte e argila para observar sua coesão. Predominam as características da areia
Terra siltosa	Textura fina. Contem uma quantidade moderada de areia fina e uma pequena quantidade de argila. Suja os dedos como talco. Em estado seco, tem uma aparência compacta. Pulveriza com facilidade.
Terra argilosa	Textura fina. Quando está seca fratura-se em torrões resistentes, em estado húmido, é plástica e agarra-se aos dedos. É difícil pulverizar.
Terra orgânica	Textura esponjosa. Odor de matéria orgânica mais acentuado ao humedecer ou aquecer.

Tabela 2 - Classificação de partículas (Fonte: AAVV, 2010)

Para se determinar a granulometria existem dois processos:

- A técnica de peneiramento permite obtenção da granulometria de partículas maiores de 2mm. Nesta técnica a terra passa por um peneiro com malha de 2mm e consoante a quantidade de grãos que passam pela malha, é medida a percentagem.
- A técnica de sedimentação permite obter partículas menores que 2mm. Nesta técnica a terra é colocada dentro de uma garrafa de vidro e misturada com água. Depois de se misturar a terra com a água, a terra vai sedimentar, e a olho nu é medida a relação de finos e grossos, sendo que os grossos e mais pesados vão para o fundo.

Após este processo consegue-se identificar o tipo de terra de acordo com a classificação quadro anterior (AAVV, 2010).

Para além da granulometria, existem outras características importantes como a plasticidade. Esta depende da quantidade e do tipo de argila presente no solo, que vai resultar em maior ou menor coesão. Para além disso está relacionada com a trabalhabilidade do material.

A retração também está relacionada com as argilas que, ao absorverem mais ou menos humidade, expandem e retraem. Este aspeto é importante, uma vez que estes movimentos podem provocar fissuração dos elementos construtivos e degradação da estrutura.

O nível de humidade/compactação afeta a resistência do elemento, isto é, quanto mais coesos e compactados estiverem os grãos, mais resistente ficará o material, sendo que para cada tipo de solo e para cada esforço de compactação existe um determinado nível de humidade favorável.

As características mencionadas anteriormente devem ser testadas para, conseqüentemente, definir o sistema construtivo mais adequado a um determinado tipo de terra. Estas não foram testadas neste trabalho pois não era relevante saber o sistema construtivo, mas sim se a terra é adequada ou não à construção, uma vez que se trata de um material heterogéneo e que varia de lugar para lugar.

Depois de estudadas estas características, a própria terra terá melhor desempenho com uma determinada forma de utilização. Existem, genericamente, duas utilizações distintas: em estado plástico (embebida em água) ou em estado húmido (quase seca). A primeira está relacionada com a produção de adobes ou argamassas, onde não existe necessidade de compactar. No entanto, torna-se mais frágil, pois com a evaporação da água, criam-se vazios que reduzem a coesão/resistência do material. O segundo, está relacionado com técnicas compressivas, onde a quantidade de água é mínima, e não havendo muita porosidade obtida por evaporação de água, esta fica mais resistente.

Relativamente à quantidade de água, é importante distinguir os vários estados aquosos que o material pode adquirir, pois para cada estado aquoso existe uma utilização ideal. Para melhor entendimento, apresenta-se a experiência desenvolvida num workshop, que se participou, na Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa sobre construções em terra. Neste workshop foi referido que as construções em terra se assemelham a um castelo de areia, pois na presença de água as areais mantêm-se aglomeradas, chamadas “pontes capilares”. A água é o elemento que une todos os minerais numa mistura de terra, alterando o seu manuseamento. Isto foi observado através de ensaios.

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

Foram usadas terras de quatro terrenos diferentes, submetidos a diferentes quantidades de água e diferentes esforços de compactação. As amostras foram feitas dentro de moldes de madeira. Da esquerda para a direita, observa-se uma mistura no estado seco, depois húmido, plástico e líquido. De cima para baixo observa-se uma mistura exposta a nível de compactação zero, onde só se colocou com as mãos, depois compactado com as mãos e por fim compactado com um maço de madeira.

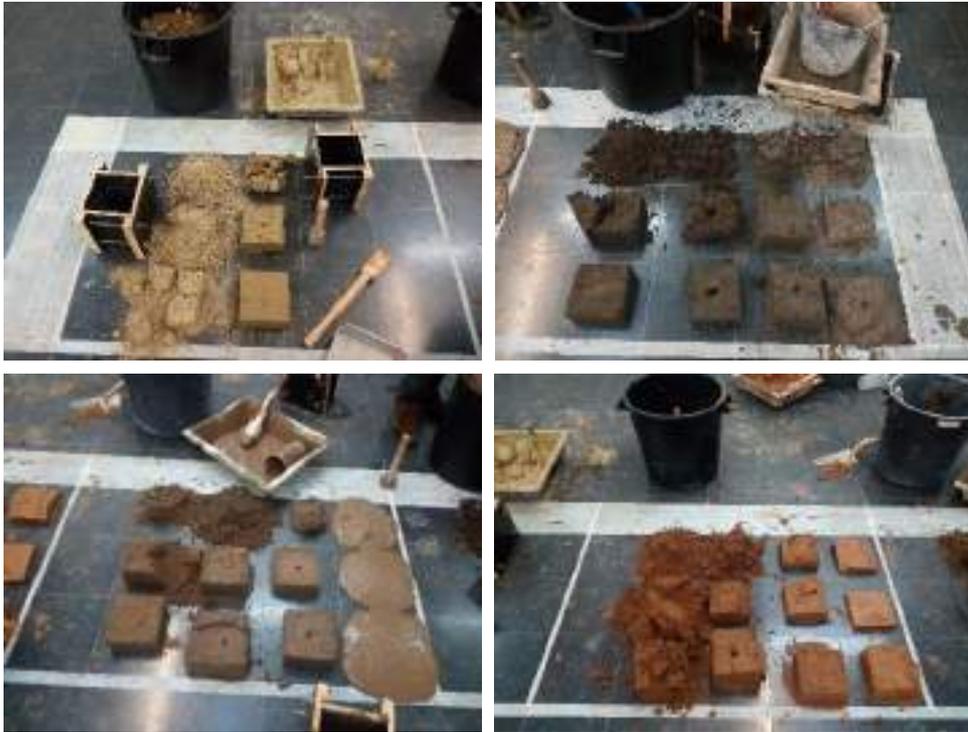


Figura 9, 10, 11 e 12 - Experiências feitas com diferentes terras (Fonte: Marco Andrade, 2018)

Na primeira foto, o primeiro solo não estava devidamente preparado, estava em torrões de areia e não foi possível preparar a mistura, por isso não estão apresentados todos os blocos feitos.

Concluiu-se desta experiência que as terras adquirem características distintas consoante a quantidade de água, o nível de compactação, bem como do local de origem. Um exemplo é a quarta terra (avermelhada) que conseguiu ganhar forma no estado líquido em qualquer nível de compactação enquanto nenhuma outra conseguiu. Possivelmente por esta terra ser muito argilosa conseguiu absorver toda a água mantendo a coesão.

No âmbito de outro workshop promovido pelo ISCTE-IUL intitulado “*Práticas de arquitetura – Construções em pedra*”, soube-se através do Sr. mestre Luís (da empresa Aldeias de Pedra) que assim como a cal, a terra para a construção deve se derregar. Todos os dias (duas vezes por dia) deve-se misturar e acrescentar água caso necessário. Quanto mais tempo a terra estiver em água melhor ficará a mistura e mais resistente ficará a construção pois, a mistura ficará bastante homogeneizada e as argilas no seu ponto máximo de absorção de humidade.

O Sr. Luís informou ainda que a mistura deverá ter uma composição de 30% de argila para 70% de areias e siltes. Obviamente esta é



Figura 13 - Terra argilosa em água no workshop (Fonte: Marco Andrade, 2018)

uma informação oral, baseada na experiência prática de construção.

Este sistema construtivo revela ainda fragilidade nas suas características mecânicas, resistindo bem apenas à compressão, mas não aos esforços de tração ou torção. Daí a necessidade, muitas vezes, de corrigir as suas características mecânicas através de materiais e estruturas complementares. Estas correções podem ser feitas pela correção granulométrica ou estabilização. Quando um solo é demasiado argiloso, pode-se corrigir acrescentando areia; caso contrário se pode adicionar argilas locais.

Quando a correção granulométrica não é suficiente para a *performance* pretendida do material, é necessário medidas de estabilização, através da adição de aglomerantes, com cimento, cal, cinzas volantes, etc. que aumentam a resistência do material.

Outra forma comum de estabilizar, é a adição de elementos aglomerantes por fricção, que é o caso da palha ou outras fibras vegetais (caso mais comum). A palha tem o papel de ligar as partículas quando estas tendem a movimentar-se, diminuindo o risco de fissuração.

Para além destes dois processos, há outros estabilizantes menos comuns. Embora sejam conhecidos desde os primórdios da civilização, a impermeabilização das argilas, através da adição de óleos naturais (na antiguidade o óleo utilizado era o betume) as argilas ganham uma camada protetora à água, tendo por consequência a diminuição da plasticidade do material.

Um último estabilizador, e menos comum, é por tratamento químico, onde após uma análise química ao material pode se usar determinados materiais como aglomerantes, como é o caso

da cal, que pode reagir com alguns tipos de argilas formando compostos pozolânicos (AAVV, 2010).

1.2. Técnicas de construção

Os sistemas construtivos com terra crua podem se resumir em três categorias: monolítica e portante; alvenaria portante; enchimento de estrutura de suporte (FERNANDES, 2006).

O território português pode-se dividir em três grandes partes relacionadas com o sistema construtivo utilizado, sendo no Alentejo e Algarve as construções monolíticas, a taipa, no centro litoral os adobes, sistema de alvenaria portante e na região norte os sistemas mistos onde a terra serve como enchimento de uma estrutura de suporte.

Monolítica e portante

Na categoria monolítica a construção é feita no próprio local:

Terra escavada

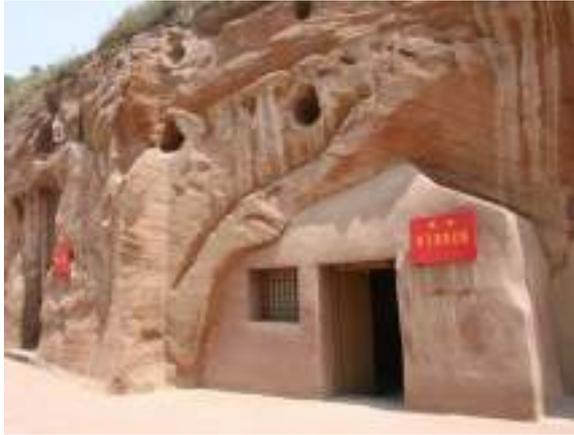


Figura 14 - Habitações escavadas no terreno (Fonte:Roberto Sieneri, 2016, Disponível em WWW: <<https://eficienciaenergtica.blogspot.com/2016/08/casas-enterradas-na-china.html>>)

Consiste em escavar um terreno e moldar o seu interior de modo a habitar, ou seja, é uma técnica construtiva em negativo onde se retira material no estado sólido ou seco. Conhece-se dois tipos: horizontal e vertical. Estes localizam-se em colinas ou em planaltos de climas quentes e secos, como na China, Tunísia, Colômbia e em geral por todo o Mediterrâneo (FERNANDES, 2006).

Terra plástica

A terra no estado quase líquido pode ser utilizada como betão magro, em cofragens ou em moldes para elevar respetivamente paredes ou construir pavimentos. É um sistema moderno e pouco empregue devido aos grandes problemas de retração que apresenta. Foi, no entanto, utilizada em novas construções durante o período pós-segunda guerra mundial, quando não existiam materiais disponíveis e mesmo durante o século XX, nos EUA e no Brasil. Esta técnica está neste momento a ser experimentada de novo, utilizando, porém, menos

quantidade de água e estabilizando a terra de forma a contrariar efeitos negativos na secagem, que levaram ao seu abandono anos antes (FERNANDES, 2006).

Terra empilhada

É um sistema tradicional, que foi abandonado na Europa, mas recuperado recentemente no Reino Unido. É designado *bauge* em França e *cob* no Reino Unido. A técnica consiste em empilhar bolas de terra ou molhes de lama e palha à fiada até formar parede, sendo depois a mesma aparada ou regularizada à superfície. Para além dos países mencionados, estes sistemas são também conhecidos na Alemanha, África lémen e Afeganistão (FERNANDES, 2006).



Figura 15 - Modulação manual dos "pães" de terra crua (Fonte: Sítio Abaetetuba, 2010, Disponível em WWW: <<http://permaculturarj.blogspot.com/2010/02/bioconstruca-o-no-sitio-abaetetuba.html>>)

Terra modelada

No estado plástico a terra é moldada ou esculpida à fiada formando paredes. É uma técnica associada a construções de planta circular (mas não exclusiva), muito comum nas regiões do Equador e por todo o continente africano. Esta técnica caracteriza-se pela beleza das formas arquitetónicas na sua maioria extremamente decoradas, é ainda identificável pela utilização de uma mão de obra diminuta e instrumentos muitos rudimentares, quase dispensáveis (FERNANDES, 2006).

Terra prensada



Figura 16 - Compressão manual da terra em moldes de madeira (Fonte: Miguel Mendes, 2006, Disponível em WWW: <<http://arquitecturasdeterra.blogspot.com/2008/10/textoa-construo-com-terra-em-portugal.html>>)

A mais conhecida técnica deste grupo é a taipa, vulgarmente designada de taipa de pilão no Brasil ou simplesmente taipa no sul de Portugal. Nos países anglo saxónicos o termo é *rammed earth*, nos germânicos *stampflembau*, nos francófonos *pisé* e nos espanhóis *tapial*. Este sistema tradicional e histórico que foi recuperado e melhorado para a construção contemporânea carece de instrumentos para a sua execução. A técnica consiste em prensar ou comprimir camadas de terra quase seca

dentro de uma cofragem, os taipais. É ainda uma técnica que se encontra na Europa mediterrânea e também na Alemanha, Suíça e Áustria, por todo o Mediterrâneo, na China, na Austrália, nos continentes americano e africano e predominantemente no Oriente em climas secos e quentes. Em Portugal a taipa encontra-se sobretudo em fortificações históricas no sul, na arquitetura tradicional e pública em paredes exteriores e interiores do Alentejo, em paredes exteriores no Algarve e em alguns edifícios em áreas restritas no centro e norte litoral. Foi uma técnica recuperada a partir dos anos noventa do século XX em Portugal e tem sido utilizada em construções no litoral Alentejano (FERNANDES, 2006).

Alvenaria portante

Esta família compreende a manufatura prévia de unidades em terra, que após a secagem são utilizadas na construção. Com estes módulos ou unidades podem ser elevadas paredes em diversos aparelhos, arcos, cúpulas e abóbodas (FERNANDES, 2006):

Blocos apilados

Conhece-se a sua utilização no Reino Unido e noutros países da Europa e do Índico. Trata-se da manufatura de pequenas unidades em terra nos estados plástico ou seco, comprimidas com um pequeno maço em moldes de forma quadrada ou paralelepípedica de madeira. Estas

unidades são posteriormente secas ao sol. A sua utilização em Portugal recebe a designação simples de adobe, muito embora seja uma técnica distinta (FERNANDES, 2006).

Blocos prensados

Técnica contemporânea, desenvolvida sobretudo na Bélgica, França e Alemanha. Consiste em comprimir, ou apertar à pressão terra seca e com grande percentagem de partículas finas em moldes. Esta pressão só é possível com máquinas que vão desde a simples prensa manual às mais sofisticadas mecânicas e industriais. Costumam-se designar por BTC (blocos de terra comprimida) ou de pequenas taipas dadas as semelhanças entre as duas técnicas. A primeira prensa Cinva-Ram foi desenvolvida na Colômbia em meados dos anos cinquenta do século



Figura 17 - Montagem dos blocos de terra comprimidos
(Fonte: Ecoblocos, Disponível em WWW:
<<http://www.ecoblocos.no.comunidades.net/tijolos-ecologicos-em-solo-cimento>>)

XX. Esta máquina permitiu a rápida produção de materiais para programas de construção habitacional. Hoje esta técnica é utilizada um pouco por todo lado, em África, na Europa, na Ásia e também na América central e do sul. Pela facilidade de produção e vantagens em termos de secagem rápida e resistência mecânica, os btc's ou CEB (compressed earth blocks), são nos dias de hoje uma das técnicas de construção e terra com maior sucesso

(FERNANDES, 2006).

Blocos cortados

Solos superficiais de características minerais que apresentam boa coesão estão na origem de pedreiras de extração de blocos cortados. Os mais conhecidos são os blocos de Laterite provenientes de solos de desagregação avançada e grande concentração de hidróxidos metálicos. A arquitetura construída com este material situa-se nas regiões tropicais e subtropicais húmidas, na Índia e em África. Incorretamente é muitas vezes designado de arquitetura em pedra, dada a dureza que o material adquire ao longo do tempo causada pela oxidação do mesmo, que o aproxima do material pétreo (FERNANDES, 2006).

Torrões de terra

Depósitos superficiais de terra vegetal coerente permitem o corte de blocos – unidades, que depois de secos são empregues na elevação de paredes. Esta técnica é conhecida na América Latina, nos países nórdicos e na Ásia. Apesar de histórica e antiga esta técnica tem sido recuperada para a construção contemporânea (FERNANDES, 2006).



Figura 18 - Corte de blocos diretamente no solo (Fonte: David Pace, 2008. Disponível em WWW: <<https://www.mdig.com.br/index.php?itemid=40887>>)

Terra extrudida

Sistema moderno e mecânico que permite a produção de blocos a partir de terra seca/plástica, com alto teor de finos. Tem sido utilizada nos programas de construção habitacional em larga escala, na Alemanha e em França, permitindo a produção de um material homogéneo e controlável em grandes quantidades. Esta técnica exige sistemas de produção complexos e mecanizados e o seu aparecimento deriva da adaptação da indústria cerâmica de tijolo, sem os custos adicionais do forno pois os blocos são apenas secos. Esta produção permite para além de um rendimento elevado uma diversidade de formas nos produtos finais (FERNANDES, 2006).

Adobe mecânico

Sistema muito semelhante ao anterior com a diferença que a terra terá de ser plástica/líquida e que as unidades terão de secar ao ar, levando muito mais tempo. Esta técnica permite igualmente a produção de material de construção em série, mas devido à secagem lenta exige uma área de produção muito superior à necessária para os blocos extrudidos. Tem sido muito utilizada nas operações de loteamentos habitacionais de vivendas na América do Norte, nos estados da Califórnia, Texas e Novo México. As máquinas utilizadas na sua produção são adaptações de máquinas agrícolas (FERNANDES, 2006).

Adobe manual

Técnica ancestral ainda hoje viva em África e que consiste em moldar ou esculpir apenas com as mãos, unidades em terra plástica de formas diversas, que depois de secas são utilizadas na construção de paredes. Julga-se que esta terá sido a forma primitiva dos adobes quadrados e paralelepípedicos hoje existentes. Em diversos sítios arqueológicos como Mohenjo-Daro no Paquistão ou Jericó na Palestina é possível observar a evolução das formas dos adobes, de cónicos a achatados e finalmente ortogonais. Sem afirmar que o adobe terá evoluído de manual para moldado, o que hoje se sabe em termos de arqueologia é que ambas as técnicas persistiram ao longo da história ao mesmo tempo em regiões diferentes do globo (FERNANDES, 2006)

Adobe moldado

Esta é seguramente a técnica mais universal de todas. O seu uso é vulgar em todos os continentes adaptando-se as suas formas ortogonais às zonas sísmicas, variando de cubos a paralelepípedos de secção quadrada a retangular. São vulgares em zona de terrenos arenosos/argilosos, na maioria das vezes terrenos aluviões próximos de água, em vales,



Figura 19 - Moldagem dos blocos (Fonte: Assim que faz, Disponível em WWW: <<https://www.assimquefaz.com/faca-voce-mesmo-a-sua-casa-parte-iii-adobe-a-tecnica-de-construcao-natural/>>)

nas margens de rios, na costa ou junto a linhas de água. A manufatura do adobe moldado consiste no enchimento com terra no estado plástico de moldes em madeira, pressionando ligeiramente com as mãos, sendo pouco depois retirado o molde deixando-se o adobe a secar ao sol. Em Portugal as construções elevadas com este material situam-se na Beira Litoral e Estremadura (entre Alcobaça e Espinho), nos vales dos rios Mondego, Tejo e Sado e apenas em paredes interiores no vale do rio Guadiana e no Barlavento Algarvio (FERNANDES, 2006).

Enchimento de estrutura de suporte

Esta família compreende a utilização da terra como elemento secundário, no enchimento ou revestimento de outras estruturas. Essas estruturas de suporte tradicionalmente são de madeira ou de outros materiais de origem vegetal como canas, bambo ou outras. A arquitetura contemporânea tem explorado muito este grupo utilizando ainda outros materiais inorgânicos na construção de estruturas de suporte (FERNANDES, 2006).

Terra de recobrimento

Muito comum nos países nórdicos, tropicais, em África, América Latina e na Europa central e do norte. Esta técnica consiste no revestimento com terra de estruturas em grade de madeira ou noutro material vegetal. Em França recebeu a designação de *Torchis* e em Portugal e no

Brasil de taipa fasquio e de pau a pique. São também vulgarmente designados de tabiques e existem em paredes exteriores e interiores nas regiões do Norte de Portugal – Beira Alta, Beira Baixa, Trás-os-Montes e Minho. São mais vulgares em paredes do primeiro piso nas zonas onde predomina a alvenaria de granito e xisto no piso térreo, mas existem muitas vezes em todos os pisos nas designadas casas dos Brasileiros do século XIX/XX. Existem ainda em paredes interiores na zona do Ribatejo e Alentejo, onde muitas vezes o caniço é utilizado como entrançado da estrutura em madeira (FERNANDES, 2006).



Figura 20 - Enchimento de estrutura de canas (Fonte: Márcia Sousa, 2017, Disponível em WWW: <<https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/templo-budista-em-sp-convoca-voluntarios-para-vivencia-de-bioconstrucao/>>)

Terra sobre engradado

Para além da função de revestimento esta técnica acumula ainda a função de enchimento. O princípio construtivo é igual ao anterior com algumas diferenças. Permite por exemplo que a terra seja ao mesmo tempo de revestimento em rebocos e enchimento como sucede com adobes, rolos em terra e palha ou outros materiais em terra que são entalados entre as estruturas de madeira. É também uma técnica muito comum nos países nórdicos e tropicais sobretudo na América Latina e na Europa central. Em Portugal esta técnica é designada de



Figura 21 - Estrutura de madeira enchida por adobes (Fonte: Saberes cruzados, 2012, Disponível em WWW: <<https://saberescruzados.wordpress.com/category/ceramica/>>)

taipa de rodízio e no Brasil de taipa de mão. A pouca diferença entre esta técnica e a anterior descrita é comum designarem-se ambas de técnicas mistas em terra ou simplesmente de tabiques em terra (FERNANDES, 2006).

Terra palha

Trata-se de um processo que utiliza a terra sob a forma de barbotina de terra argilosa misturada com palha ou outro cereal. Pode ser utilizada na construção de pavimentos, os *hourdís* e *fusée* franceses, de paredes construídas em cofragens ou como isolamento das mesmas. É uma técnica contemporânea, particularmente utilizada em França e na Alemanha (FERNANDES, 2006).

Terra de enchimento

Tal como o nome indica a terra é utilizada no enchimento de outras estruturas. É vulgar o seu uso como isolamento ou reforço de estruturas existentes, sendo a mais frequente, o enchimento do vazio entre dois panos construídos em alvenaria de pedra ou tijolo. A terra é aqui utilizada para enchimento de estruturas ocas. Esta técnica tradicional muitas vezes

associada a fortificações tem vindo a ser recuperada em construções modernas para isolamento de paredes (FERNANDES, 2006).

Terra de cobertura

Consiste no revestimento e no uso da terra em coberturas. A terra reveste ou protege estruturas construídas com outros materiais, na sua maioria estruturas de madeira e fibras vegetais. Varia desde as coberturas em terraço, às pendentes com ou sem relvado. São vulgares na América do Norte e Sul, em África, nos países Nórdicos e na Ásia. Em Portugal, conhecem-se as coberturas em pendentes da ilha de Porto Santo, arquipélago da Madeira, os designados tetos de salão (FERNANDES, 2006).



Figura 22 - Cobertura ajardinada (Fonte: Landlab, 2016, Disponível em WWW: <<https://www.landlab.pt/pt/produto/sistema-cobertura-inclinada-ate-20>>)

1.3. Características

Embora as construções em terra crua, no contexto português continental, sejam muito antigas, a reintrodução deste sistema nos dias de hoje tem colocado algumas questões técnicas, que não se colocavam até aos anos 50 do século XX, quando se abandonou esta técnica construtiva.

Algumas entidades interessadas na matéria (investigadores, projetistas e construtores) juntamente com associações como o Centro da Terra (CdT) têm feito um esforço para combater estes problemas e adequar o sistema construtivo às exigências regulamentadas atualmente. Estes problemas relacionam-se com duas questões principais: o cumprimento das exigências de isolamento térmico e o comportamento estrutural/antissísmico.

Do ponto de vista térmico, foi debatido nas conferências “*Mesas Redondas*” do Centro da Terra (que juntam investigadores, projetistas e construtores num debate) que embora o material por si só não cumpra os valores de transmissão térmica máximos, este é um material que trabalha muito bem termicamente, mas por inércia térmica. A massa associada às paredes são um retardador e regulador de temperatura. Segundo um levantamento de Francisco de Ferraz em 2002, uma parede de terra de 40 cm de espessura tem um atraso de condutibilidade térmica de 10 horas e um amortecimento de 10%. (citado por Eng.^a Célia Neves em *Arquitetura de Terra em Portugal*, 2005). Esta informação vem valorizar as capacidades de

inércia térmica do material, recusando assim necessidade de isolamentos térmicos, que só iriam anular estas qualidades do material.

Ainda nas conferências do CdT foi possível conhecer uma técnica antiga que foi sugerida pelo construtor Francisco Seixas (da empresa Betão e Taipa) e pelo Arq. Alexandre Bastos como uma boa opção de isolamento térmico a ser utilizado que se trata de usar cortiça moída juntamente com a mistura de terra. Deste modo, o material isolante para além de ser um material compatível, este encontra-se distribuído de igual forma dentro da parede, permitindo haver transferência do calor dispersa pela parede.

É necessário experimentar e fazer testes a estas soluções de modo a tentar arranjar uma forma de integrar as construções em terra numa legislação adequada. Para além disso, falou-se que pelo facto de se utilizar um material de muito baixa pegada ecológica, este devia ter algumas regalias quanto à térmica, tornando mais fácil a sua legalização.

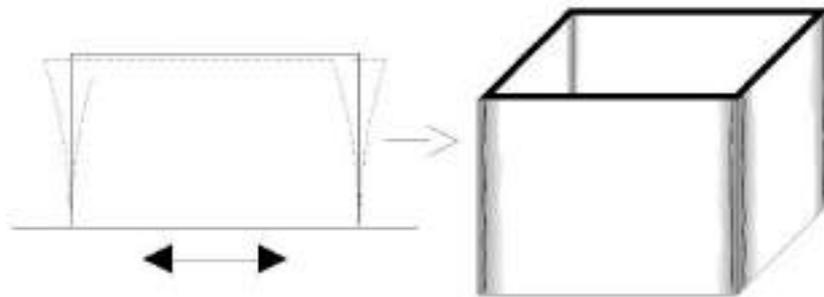


Figura 23 - Movimento e consequências sísmicas (Fonte: Marco Andrade, 2019)

No que respeita à ao comportamento estrutural, Francisco Seixas afirma também que as fraquezas deste sistema construtivo está nos cunhais. A base da construção ao movimentar-se horizontalmente, provoca a oscilação das paredes, com esforços de tração e compressão elevados, sendo os cunhais as zonas mais sensíveis pois correm o risco das duas paredes se separarem, como mostra a figura 31.

Falou-se em algumas soluções antigas, como o uso de estruturas de madeira em “L” nos cantos assim como soluções mais contemporâneas como argamassas armadas. Fez-se então uma compilação de várias soluções construtivas de contraventamento neste tipo de construções, tanto da conferência anterior como da internet:

- “L”s nos cunhais: Estruturas de madeira em “L” que se ponha nos cunhais de modo a prender paredes de direções diferentes;
- Tirantes: São cabos, geralmente de aço, que são inseridos no interior das paredes presas em cada uma das extremidades e em tensão de maneira a aguentar as paredes de topo a topo;
- Argamassas resistentes: Entre fiadas de taipa, adobe ou outro sistema a argamassa utilizada nestas juntas, quando são mecanicamente resistentes, podem aguentar por atrito todos os blocos da parede. Estas podem ser reforçadas por estabilização com cal ou cimento, como por adição de fibras como palha ou fibra de vidro;
- Fiadas intercaladas: Funciona do mesmo modo que o anterior, só que em maior largura, onde as argamassas passam a ser cintas, sendo a parede composta intercalada

mente por fiada em terra e por fiada em material resistente, como pedra, betão ou tijolo cozido;

- Reboco armado: O reboco exterior pode ser um elemento que une toda a estrutura quando esta pretende mover-se, este reboco pode ser feito com adição de fibras naturais como palha ou por malha de fibra de vidro;
- Cunhais resistentes: Assim como nas construções de pedra, o cunhal aparelhado em pedra tem, para além de questões estéticas, a função de resistir às mesmas deslocações provocadas pelo movimento da base. Para além da pedra poderá ser utilizado materiais como o betão ou outros igualmente resistentes;
- Contrafortes: Estes volumes massivos que saem da parede têm a função de aguentar as paredes quando estas são empurradas pelos movimentos horizontais.

De acordo com o Eng.º Paulo Lourenço, as características mais importantes para melhorar a resistência sísmica são: escolha adequada de materiais (solo, areia, palha e/ou armadura), a presença do nível freático a profundidade adequada, boa qualidade de execução e definição de uma solução estrutural robusta. Acrescenta ainda que deverão ser obras o mais rasteiras possíveis (de um piso em Portugal), que a cobertura seja o mais leve possível (caso não seja acessível) ou executada em abóbodas (se acessível) e esta deve estar sempre convenientemente ligada às paredes (JORGE, 2005).

O edifício deverá ser de forma regular e simétrica, idealmente de planta retangular ou com associação de volume retangulares independente, separados por juntas. As paredes devem

desenvolver-se de forma contínua em ambas as direções. Em vez de plantas em L ou em T, o edifício poderá ter um pátio interior.

As paredes deverão possuir uma altura inferior a sete vezes a sua espessura (com um máximo de 3.5m) e um comprimento livre inferior a dez vezes a espessura da parede. Caso se adotem comprimentos superiores será necessário promover contrafortes adicionais pelo exterior. As aberturas deverão possuir uma largura máxima de 1.2m, com um máximo de um terço do comprimento da parede, e os nembos formados entre aberturas deverão ter uma largura mínima de 1.2m. O prolongamento dos lintéis para cada lado deverá ter um comprimento mínimo de 0.30m. A espessura mínima das paredes deve ser de 0.40m, ainda que as paredes de taipa devam ser efetuadas com uma espessura variável em altura (com um mínimo de 0.30m no topo com um alargamento para a base no exterior com um declive de 1/12). As fundações devem ser consideradas, em geral, com uma largura entre uma vez e duas vezes a espessura da parede, dependendo da altura da construção e da qualidade do terreno de fundação, com uma profundidade mínima de 0.40m. Recomenda-se que estas sejam em alvenaria de pedra ou tijolo, utilizando argamassas com ligante hidráulico. Desejavelmente, deveria ainda existir um plinto realizado na mesma alvenaria com uma altura mínima de 0.30m acima do nível do terreno, acima do qual se coloca uma membrana hidrófuga e, em seguida, a construção em terra.

Desejavelmente deverão ser ainda tomadas medidas antissísmicas que incluam pilastras nos cantos e interseções de paredes, com um desenvolvimento mínimo igual à espessura da parede. Outras soluções possíveis de melhoramento sísmico são: utilização de armadura (no

caso português em madeira ou, em alternativa, em redes ou varões de aço e fibra de vidro) no interior das paredes ou à face das mesmas (estrutura tipo pombalina), utilização de uma vigainta em betão armado (ou madeira) no coroamento da parede.

É recomendado ainda que as paredes de contraventamento (cuja espessura mínima é de 0.40m) tenha uma área mínima em planta de 10% da área bruta da construção, tanto num sentido longitudinal como no sentido transversal. Este valor deve ser semelhante de modo a criar uma estrutura uniformemente resistente (JORGE, 2005).

No Peru várias casas de adobes desabaram depois de um grande sismo, e a sua reconstrução foi pensada com uma solução antissísmica. Depois dos abobes levantados foi utilizada uma malha plástica envolvendo toda a construção, sendo esta depois argamassada com reboco. O facto é que com esta solução, as casas ficam mais resistentes aos sismos, no entanto, um grande sismo pode ser capaz de danificar os adobes.



*Figura 24 - Reconstrução das casas de abobe no Peru
(Fonte: BBC News, 2009, Disponível em WWW:
<<http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/8201971.stm>>)*

Em Portugal continental apenas na região norte existe um clima mais húmido e chuvoso, sendo as construções em terra sensíveis a estas condições. Sentiu-se a necessidade de fazer uma visita a Amarante para verificar um estudo que o Professor Jorge Tiago Pinto da UTAD (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro) fez sobre tabiques. Embora os sistemas mais comuns sejam os de enchimento da estrutura de suporte, o importante foi verificar a exposição destas argamassas às intempéries, como acontece nos Açores.

No seu estudo, o professor Pinto concluiu que a existência de argamassas de terra (mesmo em climas húmidos e chuvosos) conserva a madeira que está no seu interior, pois em alguns testes a construções abandonadas verificou-se um bom estado de conservação das madeiras.



Figura 25 - Construções típicas de Amarante (Fonte: Marco Andrade, 2018)

Nesta visita, viu-se que os rebocos de terra crua nunca estão no piso térreo, este é geralmente em pedra local. O reboco de terra encontra-se geralmente nos últimos andares, e este ora é caiado ora revestido por madeira no exterior. Para evitar o contacto direto da chuva, as coberturas são sempre salientes da fachada.

Para além de construções em tabiques viu-se algumas construções em taipa de rodízio. É o caso do seguinte exemplo (figura 34 e 35) em que a construção estava ao abandono, sendo facilmente identificado o sistema construtivo. Segundo o professor, estas estruturas resistem à água pelo seu embasamento resistente, pelas coberturas que se prolongam quase sempre do pano de parede e pela pintura a cal exterior que confere estabilização.



Figura 26 e 27 - Pormenores da construção em taipa de rodízio (Fonte: Marco Andrade, 2018)



Figura 28 - Vista geral da construção em taipa de rodízio (Fonte: Marco Andrade, 2018)

1.4. Conclusões

A construção em terra é um sistema construtivo muito antigo e hoje em dia, visto ter uma das pegadas ecológicas mais baixas dos materiais de construção, torna-o um sistema construtivo de futuro.

A matéria-prima encontra-se no subsolo e qualquer solo, desde que não seja orgânico ou com presença de argilas expansivas, é utilizável. Isto contrapõe o que alguns construtores antigos e teóricos da ilha de São Miguel dizem quanto à qualidade das terras argilosas locais.

Para se perceber se a matéria-prima é adequada para construção fazem-se testes à granulometria, plasticidade, retração e humidade/compactação.

Quando não são cumpridos os requisitos é possível corrigir/estabilizar as propriedades do material, tornando assim o material apropriado.

Existem vários sistemas construtivos que utilizam a terra crua, desde estruturas monolíticas, em alvenarias portantes ou simplesmente de enchimentos de estruturas de suporte.

Atualmente existem exigências construtivas relacionadas com a resistência aos sismos e à regulamentação térmica. No entanto, apenas os sismos estão controlados porque existem muitos estudos e soluções possíveis para corrigir o problema.

A térmica é difícil de controlar porque a utilização de isolamento térmico quebrará as qualidades de inercia térmica material. Algumas sugestões em Portugal passam por adicionar cortiça à mistura, de modo a não criar barreiras higroscópicas.

2. A terra nos Açores

2.1. Dados históricos

O povoamento destas ilhas começou no início do século XV começando pela ilha de Santa Maria e logo depois São Miguel. Esta foi então povoada para sudeste, mais precisamente na atual freguesia chamada Vila da Povoação, prolongando o povoamento com direção a poente pelo litoral sul.

As primeiras construções efetuadas eram em pedra, madeira e palha. Também chegou a haver construção em taipa, mas atualmente inexistentes.

A construção vernácula de todas as ilhas do arquipélago dos Açores é essencialmente um sistema de paredes autoportantes de pedra vulcânica de junta seca, ou não. A cobertura era uma estrutura de madeira, com revestimento em palha, e só depois apareceram as telhas de barro.

A pedra é utilizada como elemento autoportante e compressível (paredes) e a madeira como elemento tracionável (coberturas ou paredes).

A madeira é um material ecológico para a construção. Ao cortar-se uma árvore planta-se outra, garantindo o seu ecossistema equilibrado. A melhor forma de usufruir as propriedades

ecológicas da madeira é utilizá-la, pois, as árvores só absorvem CO₂ enquanto crescem, quando adultas deixam de o fazer, logo é melhor haver a renovação das mesmas.

Embora se fizessem muitos elementos construtivos em barro (telhas, tijolos, sertãs, etc), sempre se considerou que o barro de São Miguel não era de boa qualidade, sendo muitas vezes, inclusive atualmente, utilizado o barro de Santa Maria e de Portugal continental. De facto, o solo na ilha de São Miguel é muito jovem, comparado, por exemplo, com o de Santa Maria que, por ser uma ilha formada há muito mais tempo, teve mais tempo de sedimentação mineral. Este facto, leva a que em São Miguel possa não haver tanto barro de qualidade assim como Santa Maria ou Portugal continental.

As terras argilosas (localmente conhecidas como barro para construção) nestas ilhas, hoje observam-se apenas na argamassa de assentamento de pedra e no reboco. Os edifícios que ainda preservam estas argamassas são edifícios de interesse municipal e cultural, algumas habitações que, embora tenham substituído o reboco de terra por reboco de cimento, ainda terão as argamassas que assentam as pedras e algumas ruínas. É nestas ruínas que se consegue obter e analisar a argamassa de terra.

Nos Açores, a exploração de minerais é muito mais significativa no caso de rocha basáltica, inclusive pedra-pomes. Segundo Caetano (2007) sabe-se que em São Miguel, embora não haja exploração, encontram-se disponível tufos e argilas, mas não foi possível ainda identificar estes locais. Um empreiteiro local, João Carlos Amaral, informa que nas argamassas as terras argilosas foram substituídas pelo tufo, seguindo-se o cimento Portland. Segundo o mesmo, as quantidades utilizadas nas argamassas eram:

- Argamassa de barro para assentar pedra: 6 de barro, 3 de cascalho e 1 de cal morta;
- Argamassa de barro para rebocar: 5 de barro, 3 de areia, 1 de cal morta e 1 de cimento (quando surgiu no mercado);
- Reboco de tufo: 6 de tufo, 3 de areia e de 1 cimento.

O mesmo acompanhou a fase final da utilização destas argamassas tradicionais de terra, e refere que as argamassas tinham uma aderência muito boa à pedra. Foram indicadas umas moradias, também na vila de Rabo de Peixe, que embora abandonadas preservam ainda a argamassa de barro. Estas encontram-se em ótimo estado de conservação, dois primeiros casos de estudo existentes no subcapítulo seguinte, 3.1. Esta característica poderá estar relacionada com a pozolana que integra estas terras vulcânicas.

As argilas atualmente são exploradas apenas para olaria e corantes de tintas (CAETANO, 2007). Em São Miguel, conhece-se apenas um senhor, José Vieira, que ainda explora esta matéria-prima da ilha para a construção. É proprietário de uma empresa que fabrica telhas, tijolos, etc.

Usou-se este material para elaborar análises (capítulo 4 - Ensaio às terras). Outra companhia local de olaria ainda existente na ilha, Cerâmica Vieira, usa barro que vem de Santa Maria e do continente, com o argumento que o barro para olaria local não é adequado.

2.2. Condicionantes (vantagens e desvantagens)

Em Portugal continental procuram-se soluções para o isolamento térmico e resistência aos sismos. Nos Açores, para além da necessidade acrescida de prevenção aos sismos, acresce a prevenção aos riscos de chuvas frequentes.

Além da fase inicial de povoamento, não houve construções em terra como elemento estrutural, levando a um escasso conhecimento sobre esta matéria. Selecionaram-se assim alguns solos na ilha para elaboração de testes que comprovem se a terra é adequada ou não.

O clima é ameno por isso a térmica pode facilmente ser resolvida com sistemas solares e vento passivos. Deverá ser previsto no projeto de arquitetura o aproveitamento dos ventos predominantes e sistemas de sombreamento que sombreiam as áreas envidraçadas no verão e permitam a sua radiação no inverno. Desta forma e com as qualidades térmicas da terra consegue-se facilmente ter construções que não necessitam de sistemas de climatização, contribuindo assim para construções muito mais ecológicas.

Com base no “*Relatório do Estado do Ordenamento do Território: II – Enquadramento geográfico*” de 2003, retiram-se valores relativos ao clima:

- Humidade relativa do ar sempre muito elevada, com uma média de 70% no verão e de 80% no inverno;
- Precipitação frequente todo o ano, sendo a média de 748mm e o semestre mais chuvoso o de outubro a março, correspondendo a 75% do quantitativo anual;

- Variação térmica média de apenas 10°C, sendo a mais baixa de não desce dos 10°C e a máxima de 26°C;
- Vento com velocidade média de 11km/h, sendo predominantes os de norte e nordeste.

A humidade alta é favorável, visto que o material trabalha bem com alguma humidade no ar, mantendo um nível estável de coesão das partículas. Para além disso, o facto deste material absorver a humidade, contribui para a redução de humidade do ar. Note-se que em climas áridos, mais especificamente no deserto, as paredes de terra crua perdem material devido ao ambiente seco e devido ao vento que provoca erosão nas paredes. Este facto leva a que todos os anos seja necessário rebocar as paredes. Para tal, usam troncos de madeira na transversal à parede que para além de contributo estrutural, serve como apoio aos trabalhadores que vão fazer a manutenção das fachadas.

A precipitação não é favorável porque o excesso de água pode desagregar os grãos, levando ao seu desmoronamento. A baixa variação térmica é, claramente vantajoso, pois não vai colocar o material coeso a grandes dilatações/retrações, evitando assim fissuras.

Para além das condições climatéricas, uma condicionante importante é a existência vulgar de sismos. O arquipélago localizado



Figura 29 - Manutenção de fachada da mesquita de Djenné em Mali (Fonte: Julee Khoo, 2014, Disponível em WWW:

<https://historiasdeportugalemarrocos.com/2014/02/03/arquitecturas-de-terra/>)

precisamente na união de três placas tectónicas, leva a que a movimentação da terra seja um fenómeno muito comum, praticamente todos os dias. Deste modo, o projeto de arquitetura deve ter em consideração estas condicionantes.

2.3. Conclusões

O povoamento das ilhas foi acompanhado por construções maioritariamente em pedra e em madeira sendo a construção em taipa muito reduzida. A construção em taipa é atualmente inexistente na sequência de catástrofes vulcânicas.

A terra como material de construção, ainda se encontra nas juntas de paredes de pedra, conhecida por ter uma boa aderência à pedra. Nos casos de estudo, o reboco de terra apresenta um bom estado de conservação.

A partir de um levantamento existente, verificou-se a existência de depósitos de exploração de argila, mas atualmente explorados apenas para olaria e corantes de tintas.

A reintrodução de sistemas construtivos com terra como elemento estrutural trás alguns desafios tendo em conta a geografia e o clima dos Açores, em particular a chuva e os sismos frequentes.

Em contrapartida, há algumas vantagens, como a baixa variação térmica, a humidade existente no ar e as características pozolânicas destas terras vulcânicas.

3. Casos de estudo

Neste capítulo analisaram-se construções do tipo tradicional local, sempre com paredes de alvenaria de pedra autoportantes em que as argamassas de assentamento e os rebocos são de terra. Os casos de estudo das argamassas e das terras analisadas, para estudar as características e viabilidade para a construção, localizam-se próximos uns dos outros, entre a vila de Rabo de Peixe (aglomerado urbano à esquerda) até à freguesia da Ribeira Seca (aglomerado urbano à direita), concelho da Ribeira Grande.



Figura 30 - Localização dos casos de estudo (Fonte: Google earth, Disponível em WWW: < <https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>)

Posteriormente serão apresentadas experiências recentes feitas também na ilha de São Miguel, em que a terra passa a ter uma função mais estrutural do que propriamente de enchimento e revestimento como na construção tradicional.

3.1. A construção tradicional

Apresentam-se paredes em pedra, com junta e reboco de terra. As fundações são contínuas igualmente em pedra. A estrutura da cobertura é sempre em madeira com revestimento em telhas de barro. Estes rebocos são tradicionalmente caiados embora alguns destes casos tenham sido substituídos por tintas plásticas.

Serão apresentados três casos de construção doméstica em estado de ruína, pela facilidade em ver o estado de degradação que esta argamassa em terra tem perante as intempéries. Também serão expostos casos do mesmo tipo de construção, em que as mesmas se encontram em utilização, e assim ver-se o seu estado de conservação.

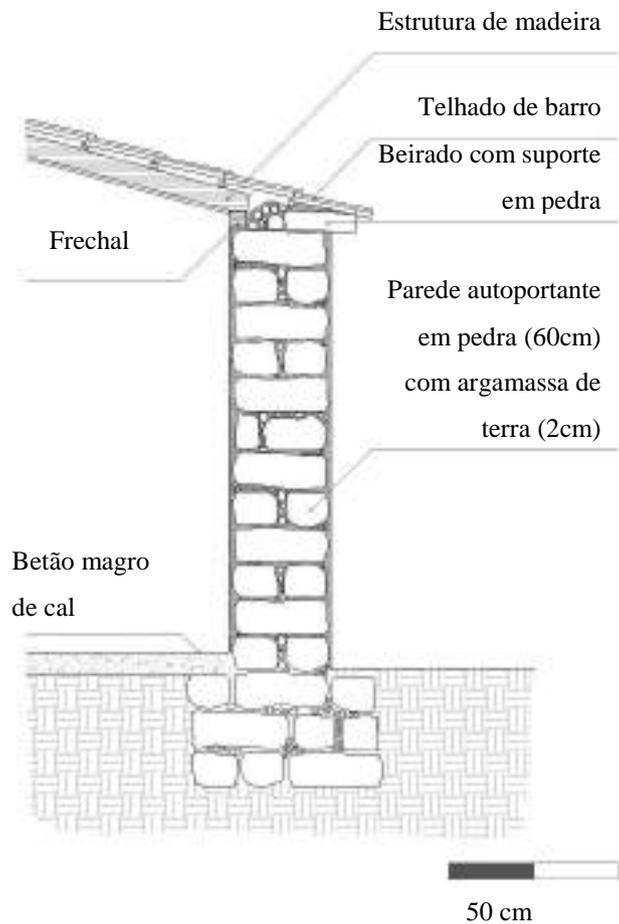


Figura 31 - Corte construtivo (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Caso nº 1

O primeiro caso é uma moradia devoluta na Rua do Rosário nº 16 em Rabo de Peixe. Encontra-se, como se pode observar nas fotografias, com algumas lacunas no reboco de terra que permite ver a estrutura da parede de pedra. No entanto, as partes de reboco que não tem lacunas estão em ótimas condições, tendo em conta que este reboco é, localmente, conhecido por algumas pessoas noutras freguesias por destacar-se do suporte e ficar oco. Nestes dois primeiros casos estão muito consolidados e firmes, sentindo-se o reboco completamente aderente ao suporte. Tradicionalmente, os pavimentos destas casas eram de terra batida, até começarem as aparecer técnicas construtivas de argamassas de cal ou tufo. Nas fotos de pormenor nota-se uma adesão muito grande ao suporte, pois só nas zonas de lacuna é que se vê desgaste da argamassa. Trata-se de uma argamassa muito resistente.



Figura 32 e 33 - Pormenores de degradação do reboco de terra (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 34 - Vista geral da habitação (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Caso nº 2

O segundo caso é uma moradia vizinha do primeiro caso, correspondente a três números de polícia, nº 10, 12 e 14. Estes dois casos são identificados, pelo empreiteiro João Carlos Amaral, assim como todas as construções locais, como tendo matéria-prima proveniente de um terreno em Santana (terra recolhida para análise no capítulo 4. Ensaio às terras), sendo que pela sua cor consegue-se associar ao mesmo. O reboco apresenta melhor estado de conservação que o caso anterior, com lacunas pontuais mas bem aderente ao suporte.



Figura 35 e 36 - Pormenores de degradação do reboco de terra (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 37 - Vista geral da habitação (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Caso nº 3

O terceiro caso, localiza-se já a caminho da freguesia da Ribeira Seca, na Rua Nossa Senhora de Fátima nº 90, e o que era uma habitação funciona hoje como um simples muro que fecha a propriedade, pois a restante construção já não existe. Neste caso não se obteve qualquer informação oral sobre a origem da terra usada na argamassa, no entanto dada sua cor e localização próxima das outras moradias e de Santana, acredita-se que tenha sido do mesmo terreno. Apresenta-se com muito mais destacamento do reboco, sendo maioritariamente no embasamento que fica em maior contacto com a água da chuva direta, assim como pela humidade que sobe por capilaridade. De resto, o reboco que ainda está fixo ao suporte encontra-se igualmente em muito bom estado.

É de se referir que estes três casos de estudo estão ao abandono, expostos ao vento e à chuva e sem manutenção. Sendo uma zona muito chuvosa, as argamassas das construções parecem estar aderentes ao suporte, embora o terceiro caso esteja um pouco mais danificado. Estas



Figura 38 e 39 - Pormenores de degradação do reboco de terra (Fonte: Marco Andrade, 2019)

moradias, aparentam boa resistência à água das chuvas.



Figura 40 - Vista geral da habitação (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Outros casos na ilha

Câmara Municipal da Ribeira Grande:

O edifício, para além da importância associada à sua utilização, mantém um tipo de reboco tradicional com terra (como se observa numa área degradada, fig.51), sendo o acabamento feito com tinta de cal. Sabe-se que se trata de um caso com argamassa de terra através de uma assistente da Câmara Municipal, que trabalha no próprio edifício. Este assemelha-se aos três primeiros casos de estudo, porém a sua constante manutenção permite um melhor estado de conservação.



Figura 41 - Vista geral da construção (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Na fig. 44 é possível identificar uma argamassa de terra no interior, mas coberta por uma camada acinzentada indefinida. Poderá ser um reboco à base de cal e areia ou um reboco à base de cimento. Como acabamento mantém-se a tradicional tinta de cal, numa camada consideravelmente espessa.



Figura 42 - Vista geral da construção (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 43 e 44 - Pormenores da construção (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Os próximos dois casos são palácios. Obteve-se informação através do LNEC, que fez ensaios às argamassas de terra. Os resultados concluíram que as argamassas estavam em bom estado de conservação. As análises foram pedidas pelo Governo Regional dos Açores, e por questões de confidencialidade, não foi possível aceder aos resultados.



Figura 45 - Vista geral do Palácio de Santana, Ponta Delgada (Fonte: Um olha povoacense, 2014, Disponível em WWW: <<http://olharpovoacense.blogspot.com/2014/06/principais-edificios-publicos-abertos.html>>)



Figura 46 - Vista geral do Palácio da Conceição, Ponta Delgada (Fonte: Um olha povoacense, 2014, Disponível em WWW: <<http://olharpovoacense.blogspot.com/2014/06/principais-edificios-publicos-abertos.html>>)

3.2. Experiências recentes

Caso nº 1: Forno do Arq. João Paulo Costa (Rabo de Peixe)

Localiza-se na zona das Areias, e a matéria-prima utilizada também foi alvo de análises no capítulo 4. Ensaio às terras. O dono fez esta experiência de forma a estudar a viabilidade do material para a construção. Foi construído com a técnica de taipa, integrando-se algumas camadas em betão tradicional, resultando camadas de diferentes cores: Sistema de fiadas intercaladas. Os materiais utilizados nesta construção são:

- 1 de pozolana;
- 2 de bagacina;
- 2 de areia;
- 1 de cal.

Segundo o Arq. Costa, o terreno tem pozolana, pois num terreno arenoso com uma camada de pedra-pomes, abaixo encontra-se pozolana. Nas vigas foi utilizado um betão tradicional, com cal, areia e bagacina. A obra tem encontra-se em boas condições até então.



*Figura 47 e 48 - Pormenores da construção
(Fonte: Marco Andrade, 2018)*



Figura 49 Vista geral da construção (Fonte: Marco Andrade, 2018)

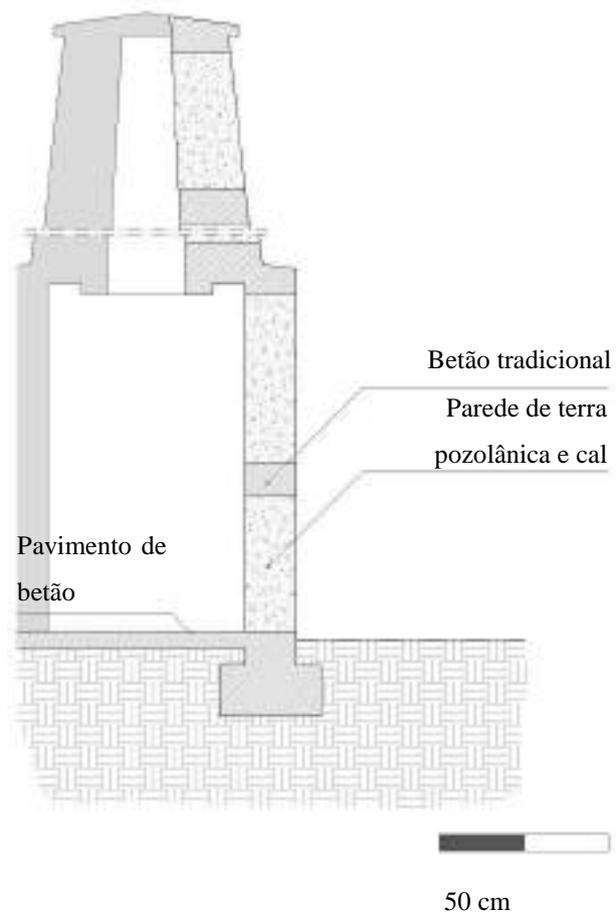


Figura 50 - Corte construtivo (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Caso nº 2: Quinta lírica (Ribeira das Tainhas)

Construção de uma instalação sanitária no meio de uma quinta turística com um sistema construtivo de enchimento sobre engradado, em que consiste numa estrutura de madeira e de bambu interna que é revestida com uma argamassa de terra argilosa. Esta tem uma função apenas de enchimento, sendo depois aplicada uma argamassa estabilizada com cimento recobrindo o exterior. Neste caso não se conseguiu saber as quantidades de materiais, e infelizmente, segundo o proprietário, a construção desmoronou-se por razões de deficiente estabilidade.



Figura 51 e 52 - Pormenores da construção (Fonte: Marco Andrade, 2018)



Figura 53 - Vista geral da construção (Fonte: Marco Andrade, 2018)

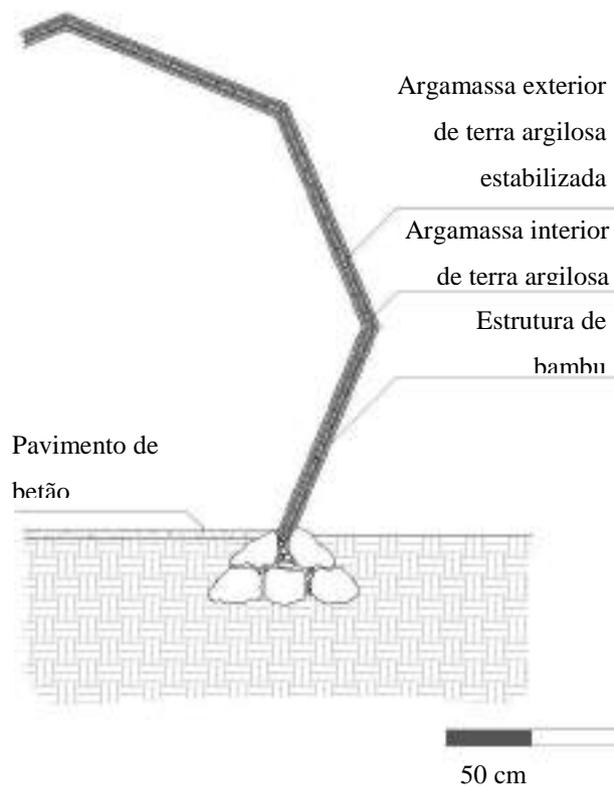


Figura 54 - Corte construtivo (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Caso nº 3: Sauna (Sanguinho)

Construção de uma sauna num meio turístico, como o caso anterior.

Neste caso, o sistema aplicado foi o de terra-palha empilhada, mais conhecido como *cob*. Surgiu no âmbito de um workshop internacional, promovido por CruzinCobGlocal, onde se aprendeu a construir com terra e bio construção.

O mestre responsável pela gestão da obra foi o senhor João, que descreveu todo o processo de construção e materiais utilizados. Composição das paredes:

- 2 de argila (segundo o mestre: barro de boa qualidade – Barro de fazer loiça)
- 2 terra argilosa (segundo o mestre: barro de menor qualidade)
- 1 de areia fabrica
- 1 de pó de Pedra (mistura de vários tipos de pedra e tamanhos)
- Linho (em vez da Palha)

Composição do reboco exterior:

- 3 de argila
- 1 de areia fabricada
- 2 de bosta de cavalo (fermentação – 4 a 5 dias)



Figura 55 e 56 - Pormenores da construção (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra



Figura 57 - Vista geral da construção (Fonte: Marco Andrade, 2019)

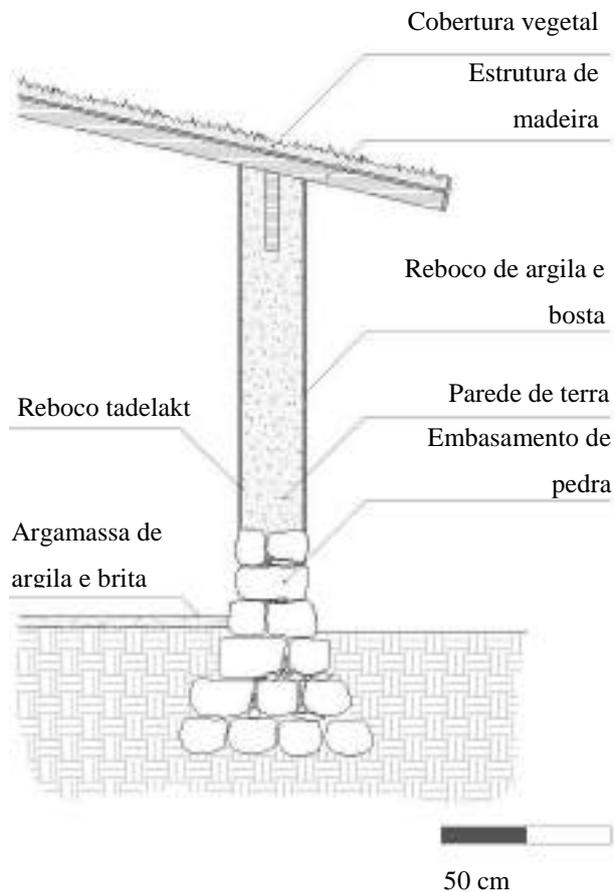


Figura 58 - Corte construtivo (Fonte: Marco Andrade, 2019)

O reboco interior será em **tadelakt** (significa esfregar em árabe), que é uma argamassa impermeável tradicional marroquina de cal hidráulica, que servia para aplicar em banheiras, pias, paredes e tetos. É aplicado com uma pedra rolada até o reboco ficar liso e brilhante. Este método é ainda hoje utilizado com sabão de azeite nas superfícies dos banhos públicos e, curiosamente, é com o mesmo

sabão que as pessoas, tradicionalmente, tomam banho.

Esta técnica hoje em dia é normalmente aplicada com recurso a talocha. Vinte e quatro horas depois da mistura de cal e sabão estar talochada, torna-se a borrifar a superfície, desta vez só com o sabão e novamente esfrega-se com a talocha. O sabão pode ser substituído por outros tipos de sabões feitos de óleos naturais.

O pavimento é construído com argila e brita e nesta parte não levará linho.

A mistura de terra argilosa foi sempre preparada de um dia para o outro, embebido em água.

O senhor João, juntamente com a proprietária da obra, senhora Bettina, adiantaram umas práticas construtivas tradicionais que estão a ponderar utilizar noutras experiências, e que são interessantes para o propósito deste trabalho:



Figura 59 – Exemplo de acabamento tadelakt (Fonte: Atelier pittoresque, Disponível em WWW: <<https://www.atelier-pittoresque.com/en/realisations-tadelakt-marocain-france.php>>)

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

- Barramento de alvaiade (óleo de linhaça + cal + alvaiade): reboco tradicional impermeável e antigo na ilha (conhecido por algumas pessoas locais)
- Barramento exterior impermeável (óleo de linhaça + cal): técnica tradicional na ilha.

Neste caso foi possível identificar o problema da exposição do material à chuva, pois identificou-se colonização biológica que só aconteceu na zona da parede exposta à chuva.



Figura 60 - Colonização biológica (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

No interior identificaram-se fissuras verticais nas paredes, que acontece só na zona onde assentam os barrotes da cobertura. Este poderá ser um problema estrutural, no entanto, a obra tem-se comportado bem. No exterior este problema não acontece.



Figura 61 - Surgimento de fissuras no interior, junto às varas (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Por fim, surgiram umas manchas em algumas zonas das paredes exteriores. Estas são de variados tons e o mestre desconfia que possam ser fungos ou oxidação dos pregos usados na estrutura de madeira interna das janelas e cobertura.



Figura 62 - Manchas na parede exterior (Fonte: Marco Andrade, 2019)

3.3. Conclusões

As construções tradicionais locais são em alvenaria de pedra com argamassas e reboco de terra argilosa e cal. A sua preservação até aos dias de hoje, em alguns casos sem qualquer tipo de manutenção, comprovam boa capacidade destas argamassas resistirem à chuva.

Novas construções experimentais com a terra local com capacidade estrutural, deram várias conclusões. Do forno do João, independentemente de ter características pozolânicas na terra ou não, a estabilização com cal foi muito adequada pois faz referência às argamassas tradicionais. As camadas intercalares em betão tradicional contribuem para uma estrutura antissísmica e adequada materialidade.

A instalação sanitária na Quinta Lírica foi menos conseguida, principalmente pela sua forma demasiado arrojada para os desafios estruturais do local e do sistema construtivo. Para além disso, a estrutura de canas também poderá ter sido um pouco frágil.

A sauna no Sanguinho foi outro bom exemplo que comprova a sua viabilidade da construção em terra nos Açores, excetuando algumas anomalias que podiam ter sido evitadas. A construção foi bem sucedida, pois criaram paredes consistentes, principalmente pela adição do linho que cria resistência à tração. A argamassa exterior não se comportou bem perante a chuva. Crê-se que uma caição com óleo de linhaça exterior seria o ideal para concluir o sistema, pois impermeabilizaria e prevenia a colonização biológica. O embasamento com

pedra de junta seca e a cobertura saliente são uma corrente neste tipo de construções nos Açores.

A técnica do tadelakt que a proprietária pretende fazer no interior, é também corrente nas áreas húmidas deste tipo de construção.

4. Ensaaios às terras

Escolheram-se terras de locais previamente identificados como terras usadas para construção, dados do capítulo anterior. Um deles é precisamente na vila de Rabo de Peixe (à esquerda) e os outros dois surgem no início da freguesia vizinha, da Ribeira Seca (à direita).



Figura 63 - Localização dos terrenos onde foram obtidas as terras a estudar (Fonte: Google earth, Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>)

4.1. Solos

- Terreno 1 (Santana): Trata-se de uma terra localizada em Rabo de Peixe, identificado por pessoas locais (por exemplo o empreiteiro João Carlos Amaral) como sendo o sítio onde, antigamente, se ia buscar o “barro” para se fazer a argamassa de assentamento de pedra e rebocos. É, ainda, deste sítio que se diz ser a matéria-prima das argamassas dos dois primeiros casos de estudo de construção tradicional, podendo se verificar uma cor semelhante.

A terra foi recolhida de um talude, onde é possível ir diretamente à profundidade desejável, conseguindo assim identificar as variadas camadas do terreno e recolher a amostra desejada. Atualmente está ao abandono, de maneira que há alguma vegetação a cobrir a fonte.



Figura 64 - Foto do local (Fonte: Marco Andrade, 2018)

- Terreno 2 (Ribeira Seca): Este terreno pertence ao proprietário de uma empresa de produção tradicional/artesanal de telhas, tijolos, sertãs etc. Este senhor é uns dos que diz que o barro da nossa ilha não tem muita qualidade para a construção, sendo o da ilha de Santa Maria melhor. No entanto, para a execução de argamassas refere que se ia buscar terras argilosas a sítios conhecidos pelos empreiteiros, caso não houvesse oportunidade, recolhia-se terra na proximidade da obra. A terra recolhida é obtida por meios mecânicos, por escavação até chegar ao solo desejado, fazendo-se amontoados, como se vê na figura 73.



Figura 65 - Foto do local (Fonte: Marco Andrade, 2018)

- Terreno 3 (Areias): Localiza-se mais no centro da vila de Rabo de Peixe, que é ocupada com muitas quintas privadas, com algumas moradias. Uma delas pertence a um colega, arquiteto, que também teve iniciativa de experimentar a sua terra para construção (Caso de estudo do Forno do João Paulo, capítulo 3.2. Experiências recentes).

A terra nesta quinta, foi obtida, semelhantemente ao da Ribeira Seca, através de escavações manuais até chegar ao solo desejado.



Figura 66 - Foto do local (Fonte: Marco Andrade, 2018)

4.2. Testes de terreno

As três terras recolhidas foram submetidas a testes rápidos pré-definidos pela associação francesa CRAterre, nomeadamente de sedimentação rápida e pastilhas.

4.2.1. Sedimentação rápida

Na sedimentação rápida pretendia-se ver, a olho nu, qual a composição da terra e relação de argilas e areias. Então para isso pôs-se o solo dentro de uma garrafa de vidro (com aproximadamente 5.5cm de diâmetro e 9cm de altura) lisa em 1/3 de quantidade, sendo o resto água. Depois de tapada a garrafa misturou-se manualmente a garrafa por alguns dias, de forma a garantir que todos os grãos do solo fossem desagregados, e corretamente sedimentados em diferentes camadas. Como resultados, as hipóteses eram: maioria de areia, maioria de argila/siltes, as três quantidades iguais ou inexistência de areia.

- Santana: Verifica-se a existência de alguns grãos pequenos, mas percebe-se que os maiores são predominantes. Conclui-se uma terra arenosa com uma pequena presença de algumas argilas.

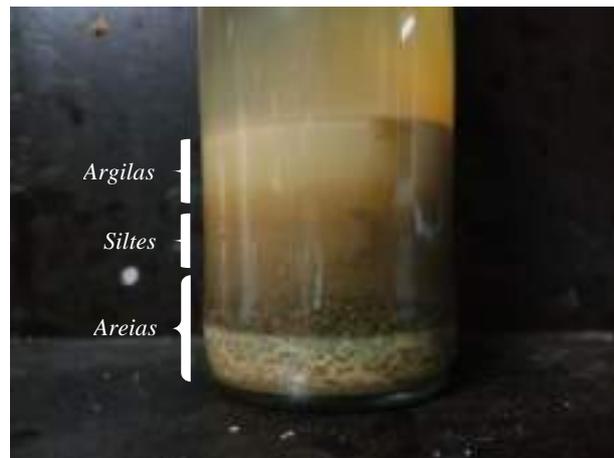


Figura 67 - Foto das várias camadas (Fonte: Marco Andrade, 2018)

- Ribeira Seca: Contrariamente aos resultados anteriores, observa-se que existe uma quantidade de argila muito maior, tendo assim uma terra argilosa.

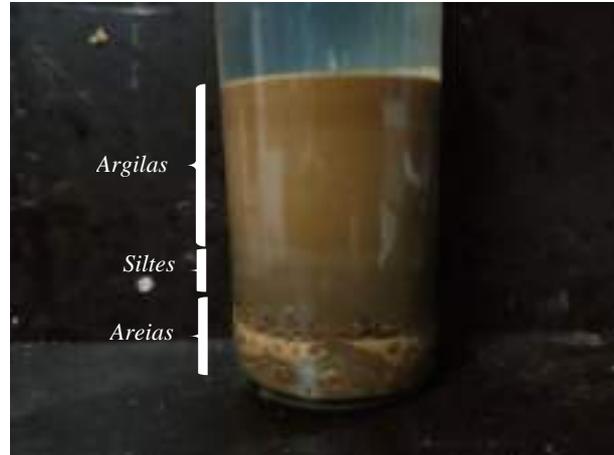


Figura 68 - Foto das várias camadas (Fonte: Marco Andrade, 2018)

- Areias: Neste caso, a dimensão dos grãos é muito homogênea, pelo que não se consegue identificar precisamente onde começam e acabam os siltes. Dada as várias cores, pressupõe-se que se trata de uma terra de quantidades mais ou menos iguais de argilas, siltes e areias.

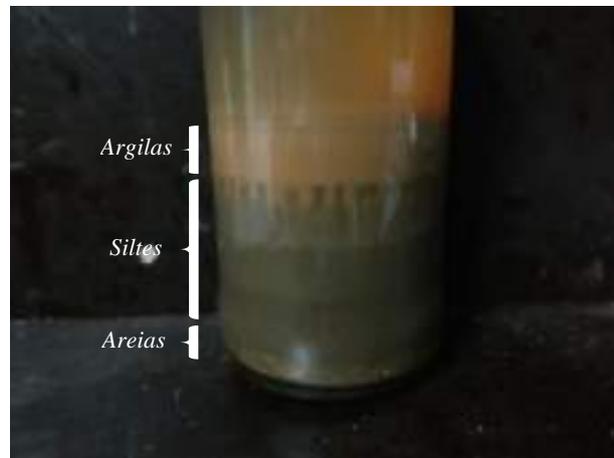


Figura 69 - Foto das várias camadas (Fonte: Marco Andrade, 2018)

4.2.2. Pastilhas

No teste das pastilhas pretende-se perceber qual a resistência/coesão das terras quando devidamente agregadas e secas. Permite avaliar a composição mais fina do material, pois é assim que se consegue perceber se a terra é adequada ou não. Para isso, começa-se por peneirar a terra numa malha de 2mm, depois deixa-se secar bem, num ambiente interior, enquanto se criva o material, para que quando misturado em água o nível de coesão entre os grãos seja homogéneo.

Este processo deve ser feito, com o mínimo de água possível, apenas o suficiente para criar a plasticidade necessária para moldar o material em formas. As dimensões das formas também não são condicionantes, mas não devem variar muito das utilizadas neste trabalho. Utilizaram-se duas formas plásticas de 8cm de diâmetro cuja espessura varia desde os 1.5cm aos 3.5cm. Depois de moldadas as pastilhas, deixou-se secar aproximadamente por uma semana e iniciou-se depois o processo de quebra das pastilhas com as mãos, para sentir a sua resistência. Neste teste estavam estipulados critérios de avaliação: baixa, média e alta resistência.

Ainda neste teste foi possível quantificar a retração média do material, usando a medida da pastilha seca em função da medida original da mesma. Embora não fosse relevante para esta fase de estudo, a retração serviria para perceber qual a relação de finos e grossos da mistura

que contribuiria para menor retração. Esta informação depois seria intercalada também com a relação que resulta de maior coesão e resistência, chegando assim ao traço ideal.

- Santana: Todas as pastilhas partiram-se facilmente, o que leva a crer que estas argilas não criam muita coesão ao material. Os resultados foram de baixa resistência e a sua retração média do estado húmido ao estado seco foi de 8%.



Figura 70 e 71 - Antes e depois de molhar a terra (Fonte: Marco Andrade, 2018)



Figura 72 - Pastilhas secas (Fonte: Marco Andrade, 2018)

- Ribeira Seca: Nestas pastilhas obtiveram-se os melhores resultados com alta resistência. A maioria das pastilhas não se conseguiram partir com as mãos, realçando assim a sua resistência. Curiosamente, esta terra pertence ao senhor que trabalha o barro, que diz que o seu barro não é bom como o de Santa Maria ou outros. Isso leva a crer que a terra cozida e utilizada crua tem resultados diferentes e, neste caso a terra crua revela muito maior resistência. A sua retração média do estado húmido ao estado seco foi de 12%.



Figura 73 e 74 - Antes e depois de molhar a terra (Fonte: Marco Andrade, 2018)



Figura 75 - Pastilhas secas (Fonte: Marco Andrade, 2018)

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

- **Areias:** Os resultados correspondem a uma média resistência, mais precisamente uma média-baixa, pois eram ligeiramente mais difíceis de se partir do que as do primeiro caso. A sua retração média do estado húmido ao estado seco foi de 7%.



Figura 76 e 77 - Antes e depois de molhar a terra (Fonte: Marco Andrade, 2018)



Figura 78 - Pastilhas secas (Fonte: Marco Andrade, 2018)

4.3. Conclusões

Dos testes elaborados obtiveram-se resultados muito distintos. Enquanto a terra do primeiro terreno apresentava resistência muito baixa, o segundo apresenta uma resistência muito alta, tanto que só se conseguiu partir uma das pastilhas.

Assim, concluiu-se que o primeiro terreno, de Santana, embora fosse empregue na construção como argamassa não tem muito potencial para a construção, e, provavelmente, os antigos sabiam-no, pois utilizavam a cal como ligante da argamassa.

A segunda terra, da Ribeira Seca, obteve resultados surpreendentes, sendo muito viável para a construção.

O terceiro solo, das Areias, apresenta-se com resultados um pouco duvidosos, tanto na sedimentação rápida como nas pastilhas, pois estas partiam-se de forma ligeiramente mais difícil do que o 1º caso, no entanto, uma delas não se conseguiu partir a meio, apenas uma aresta.

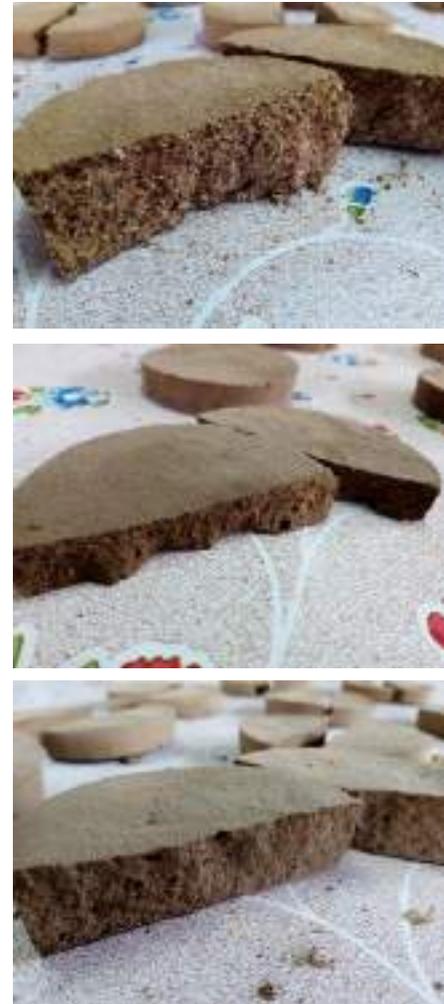


Figura 79, 80 e 81 - Três casos ordenados de cima para baixo (Fonte: Marco Andrade, 2018)



Figura 82 - Pastilhas partidas, ordenadas da esquerda para a direita (Fonte: Marco Andrade, 2018)

4.4. Testes de laboratório

4.4.1. Preparação

As três terras e as argamassas dos três casos de estudo de construção tradicional foram analisadas em laboratório, pelo LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) de maneira a aprofundar os resultados obtidos anteriormente (principalmente do terreno 3 em que os resultados não foram muito evidentes).

Primeiramente todas as amostras foram postas a secar num equipamento a 50°C. As amostras de reboco recolhidas, foram de pequena dimensão, evitando a destruição do revestimento.



Figura 83 e 84 - Homogeneizando a amostra (Fonte: Marco Andrade, 2018)

As amostras foram testadas por dois processos: fração fina e fração global. Para ambos se usou um peneiro de 106 μm (micrómetros), que equivale a 0.106mm. Antes de se colocar qualquer porção de amostra no peneiro, é necessário homogeneizar a amostra, isto é usar toda a quantidade recolhida de amostra, colocar sobre uma superfície limpa (neste caso eram folhas de papel) e com recurso a uma espátula, espalhar a amostra. Isso garante que os finos e os grossos fiquem uniformemente distribuídos.

De seguida, divide-se em quatro partes a amostra e com a espátula retiram-se duas partes de extremos opostos, depois volta-se a misturar tudo e repete-se o processo até chegar ao peso desejado. Assim garante-se uma amostra o mais representativa possível.

Para o primeiro teste, fração fina, serão selecionados 2-3g de grãos finos da amostra, após passar pelo peneiro. Para tal selecionou-se 10g de amostra, podendo ser mais ou menos noutros tipos de terra, pois o objetivo era ter uma porção final de apenas 2-3g. A amostra é posta no peneiro para peneirar os primeiros finos até ter as 2-3g; tira-se a



Figura 85 - Triturando levemente com o martelo de borra os torrões de terra (Fonte: Marco Andrade, 2018)



Figura 86 e 87 - Crivando a amostra no almofariz e colocando-a no peneiro (Fonte: Marco Andrade, 2018)

amostra do peneiro e bate-se de leve com uma superfície de borracha (neste caso um martelo), de modo a separar levemente as partículas que não se separaram apenas com a secagem. Depois então, volta-se a por no peneiro e repete-se o processo até ter 2-3g de amostra peneirada. Toda a amostra que nestas condições não passem no peneiro, é posta de lado.

No teste de fração global, o processo é semelhante, só que toda a amostra posta a peneirar deve passar pelo peneiro, moendo toda a amostra, inclusive areias. Isto faz-se com recurso a um almofariz, onde se vai moendo até que toda a amostra tenha a finura desejada, que é de 106 μm . Nesta preparação, o objetivo é ter uma amostra de 10g de fração global.

Nas terras, o processo foi feito de igual forma para cada uma das amostras, obtendo 2-3 gramas de fração fina e 10g de fração global. Na preparação do terreno 1 (Santana), para se obter 2-3g de fração fina foi preciso muito mais quantidade de amostra, o que significa que o solo não tem muitos finos.



Figura 88 - Utensílios principais: peneiro (à esquerda) e almofariz (à direita) (Fonte: Marco Andrade, 2018)

4.4.2. Difração de raios X

Os minerais são constituídos por células unitárias que se repetem no espaço, e de qualquer lado é visto sempre a mesma estrutura cristalina. Existem apenas sete estruturas cristalinas principais na natureza, com pequenas nuances nos ângulos das suas formas.

Os raios X ao serem projetados sobre a amostra vão refletir com uma determinada difração, com vários ângulos nas superfícies cristalinas. Através desta é possível identificar a estrutura cristalina específica do mineral. Os resultados são dados nos seguintes gráficos:

Caso de estudo nº 1

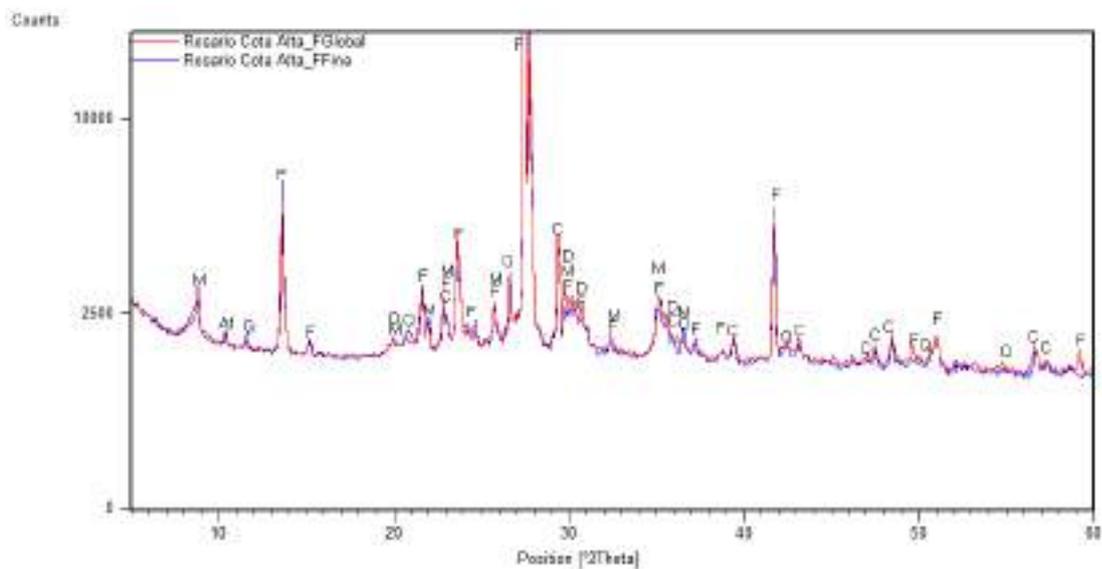


Gráfico 1 – Registos DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul).

Notação: M – Mica; Af – Anfíbola; G – Gesso; F – Feldspato (possivelmente do tipo plagioclase); D – Diópsido; Q – Quartzo; C – Calcite

Caso de estudo nº 2

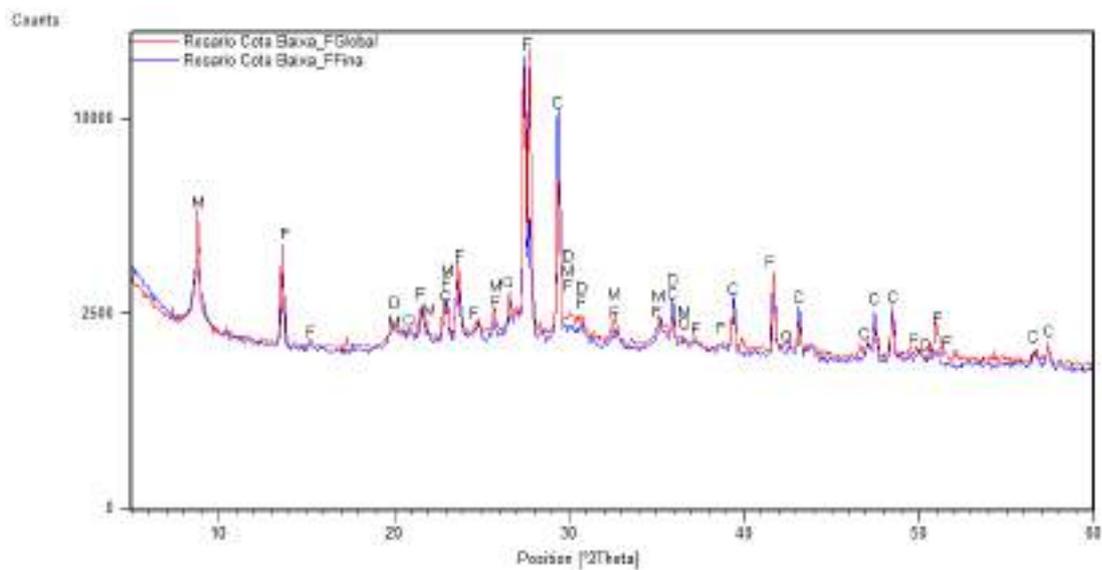


Gráfico 2 – Registos DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul).

Notação: *M* – Mica; *F* – Feldspato (possivelmente do tipo plagioclase); *D* – Diópsido; *Q* – Quartzo; *C* – Calcite

Caso de estudo nº 3

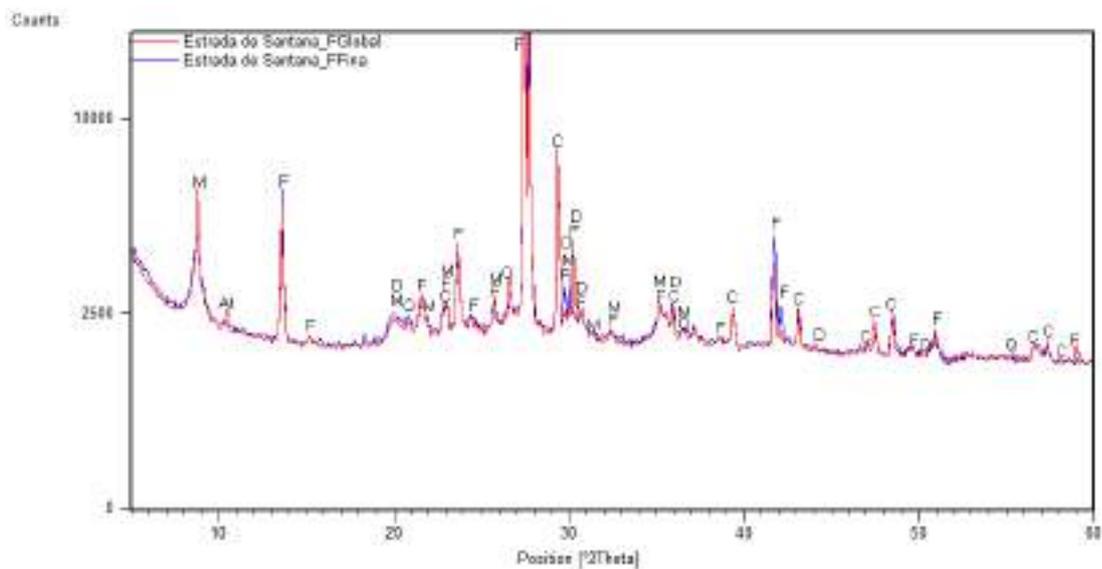


Gráfico 3 – Registos DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul).

Notação: M – Mica; Af – Anfíbola; F – Feldspato (possivelmente do tipo plagioclase); D – Diópsido; Q – Quartzo; C – Calcite

Terreno 1 (Santana)

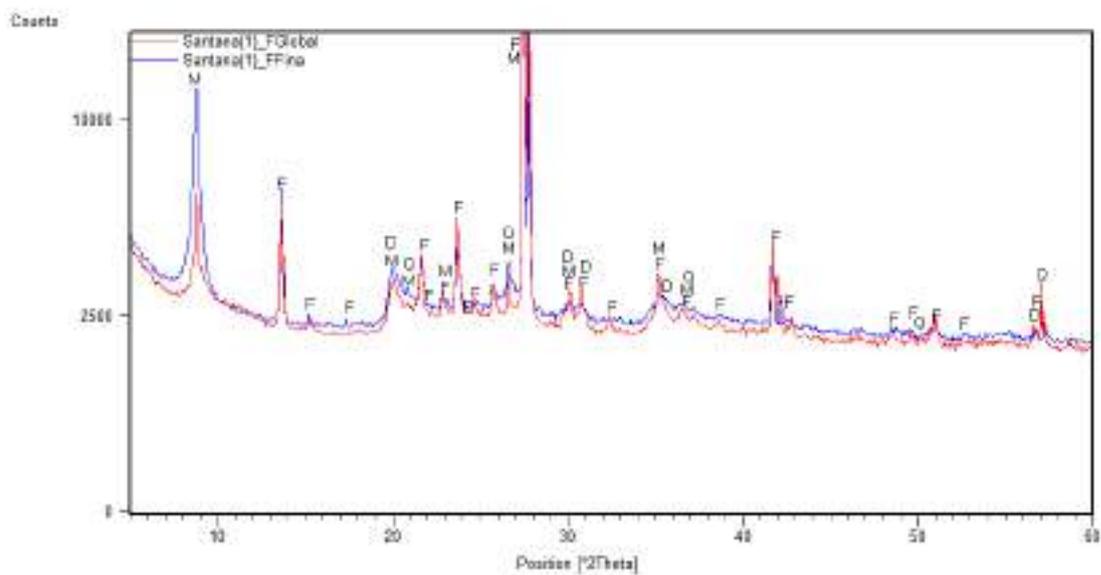


Gráfico 4 – Registo DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul).

Notação: *M* – Mica; *F* – Feldspato (possivelmente do tipo plagioclase); *D* – Diópsido; *Q* – Quartzo

Terreno 2 (Ribeira Seca)

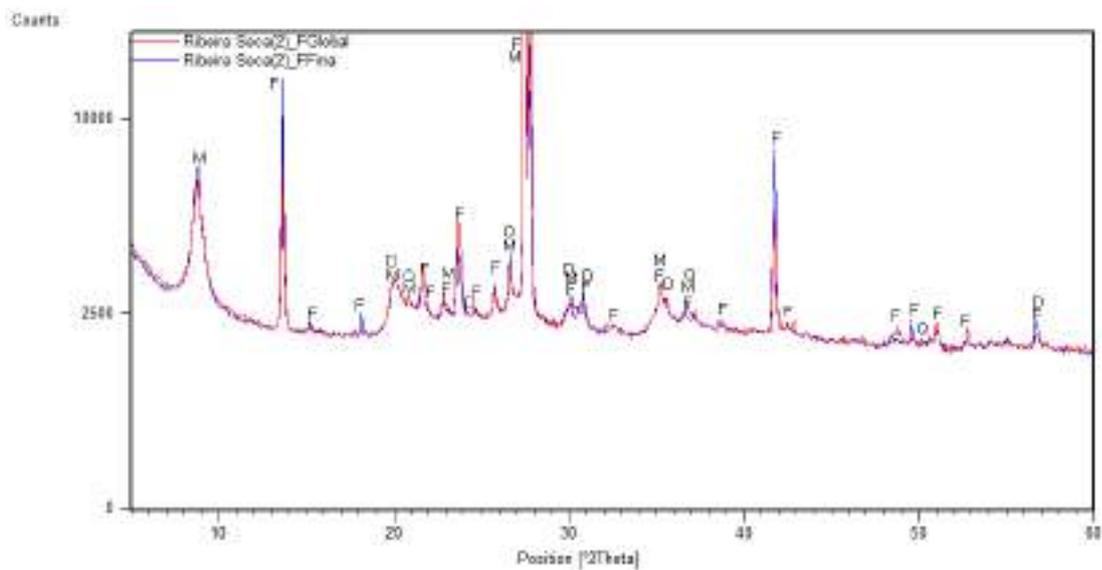


Gráfico 5 – Registo DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul).

Notação: *M* – Mica; *F* – Feldspato (possivelmente do tipo plagioclase); *D* – Dióxido; *Q* – Quartzo

Composição mineralógica qualitativa das amostras

Amostras		Fração	Compostos cristalinos identificados*						
			Quartzo	Feldspatos	Mica	Anfíbulas	Piroxenas	Calcite	Gesso
Argamassas	Caso nº 1	Global	+	+++	+ / ++	Vtg	+	+	Vtg
		Fina	+	++ / +++	+ / ++	Vtg	+	+	Vtg / +
	Caso nº 2	Global	+	++ / +++	++	?	+	++	-
		Fina	+	++ / +++	++	-	+	++ / +++	-
	Caso nº 3	Global	+	+++	++	+	+	++	-
		Fina	+	+++	++	?	+	++	-
Areias	Santana (1)	Global	+	+++	++	-	+	-	-
		Fina	+	+++	++ / +++	-	+	-	-
	Ribeira Seca (2)	Global	Vtg	+++	++ / +++	-	Vtg / +	-	-
		Fina	Vtg	+++	++ / +++	-	Vtg / +	-	-
	Areias (3)	Global	+	+++	++	Vtg	+ / ++	-	-
		Fina	+ / ++	+++	++	Vtg	+ / ++	-	-

Tabela 3 - Composição mineralógica qualitativa das amostras.

Fórmulas químicas dos compostos identificados: Quartzo (SiO_2); Feldspatos (possivelmente plagioclase do tipo anortite – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$); Mica (do tipo moscovite – $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$); Anfíbulas (possivelmente do tipo hornblenda – $\text{Ca}_2[\text{Mg}_4(\text{Al},\text{Fe}^{+++})]\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$); Piroxenas (possivelmente do tipo diópsido - $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$; Calcite (CaCO_3); Gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Notação utilizada: +++++ - composto predominante; +++ - composto em proporção elevada; ++ - composto em proporção média; + - composto em proporção fraca; Vtg – vestígios; ? - dúvidas na presença; - não identificado.

O teste de DRX foi feito em duas partes, fração global e fina, para se poder identificar melhor as argilas na fração fina. No grupo das argilas existem três grupos principais: as micas, caulinites e esmectites. Foi identificado apenas mica do tipo moscovite, em todas as amostras. Este é um tipo de argila que existe, normalmente, em maior quantidade nos solos em território nacional. Todos os outros minerais são grãos de agregado.

A existência de argilas do tipo mica moscovite nos resultados leva a crer que todas as terras em estudo são adequadas à construção. As esmectites são as indesejadas na construção porque são expansivas, e provocam dilatações excessivas que provocam fissuras nos elementos construtivos. Estas podem ser utilizadas apenas com o propósito de impermeabilização, como no caso da construção de estacas ou furos no terreno. Como absorvem muita água deixam os elementos construtivos menos expostos.

As terras em estudo apresentam cores e texturas diferentes, no entanto a sua composição mineralógica é muito semelhante, com apenas algumas nuances nas quantidades de minerais.

Existe uma semelhança muito grande em termos mineralógicos entre as terras estudadas e as argamassas dos casos de estudo, com uma particularidade na presença de anfíbolos. Estas não existem na Ribeira Seca nem em Santana. No entanto, a terra de Santana é onde se ia buscar a terra para a construção, segundo os construtores locais. Crê-se que poderá ter que ver com a heterogeneidade dos materiais naturais. A terra que se tirava nos tempos antigos tem características diferentes da que se tira hoje. Estas diferenças são justificadas em termos geológicos porque os materiais não são iguais ao longo dos tempos.

O ligante das argamassas é cal porque o composto da pasta de ligante em maior quantidade é a calcite. Um dos casos de estudo tem a particularidade de ter gesso que pode ter sido uma contaminação exterior por sais, porque o gesso é sulfato de cálcio ou pode ter sido empregue misturado com a cal como ligante.

4.4.3. Análise termogravimétrica e térmica diferencial

A análise termogravimétrica é uma técnica de análise térmica que consiste em controlar as perdas ou ganhos de massa de uma determinada amostra, quando aquecida ou arrefecida a uma velocidade constante (CORADINHO, 2018).

A análise térmica diferencial é uma outra técnica de análise térmica em que é registada a diferença de temperatura entre a amostra em análise e um material que não sofre qualquer transformação na gama de temperatura do ensaio (CORADINHO, 2018).

As análises resultaram nos seguintes gráficos:

Caso de estudo nº 1

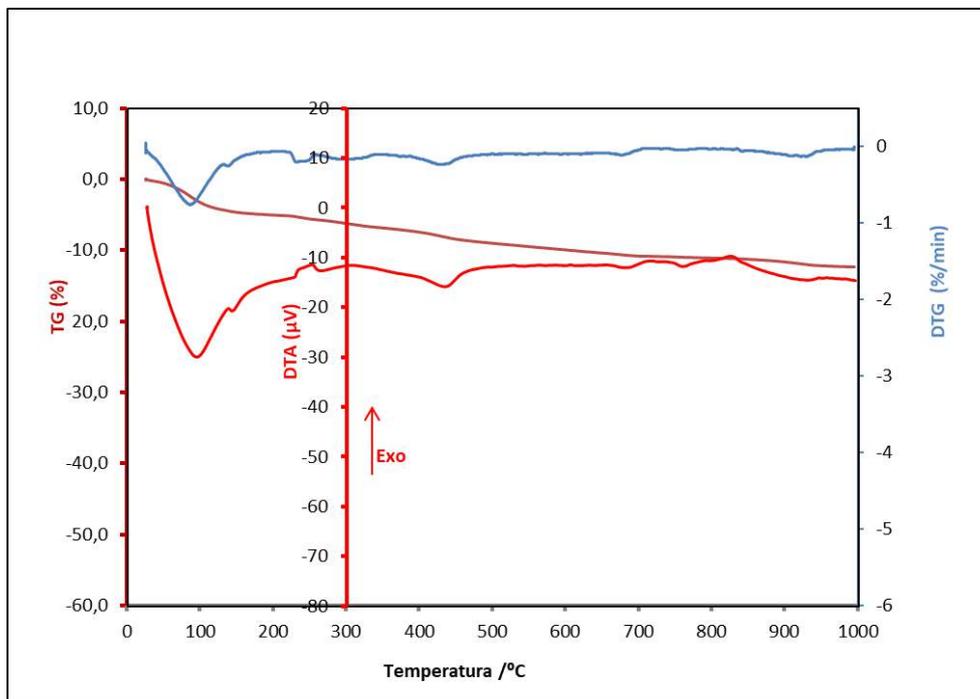


Gráfico 7 – Registos ATG/DTD/ATD

Caso de estudo nº 2

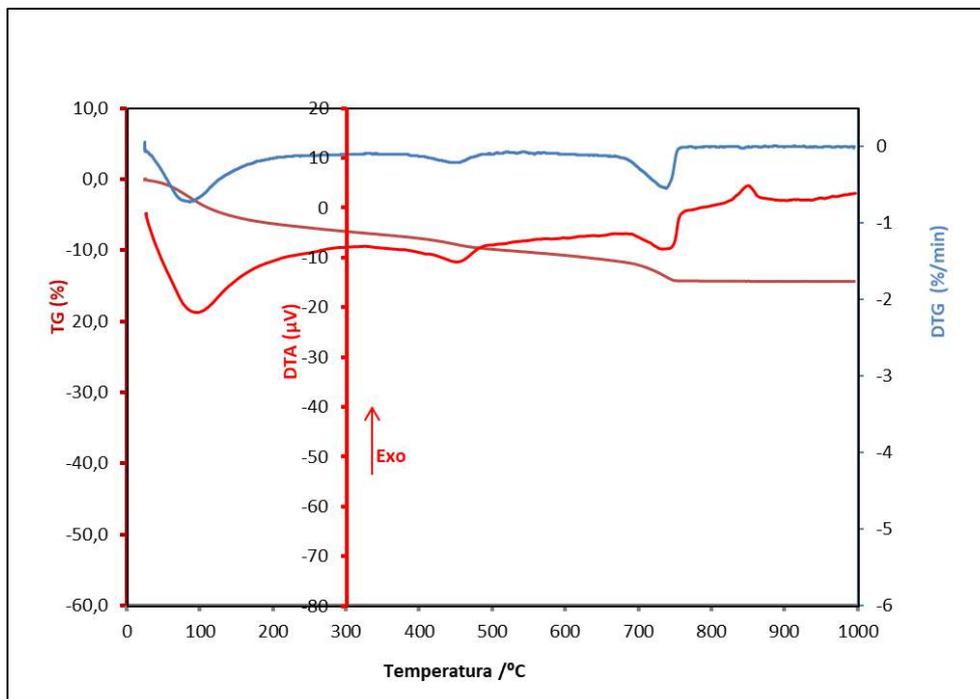


Gráfico 8 – Registos ATG/DTD/ATD

Caso de estudo nº 3

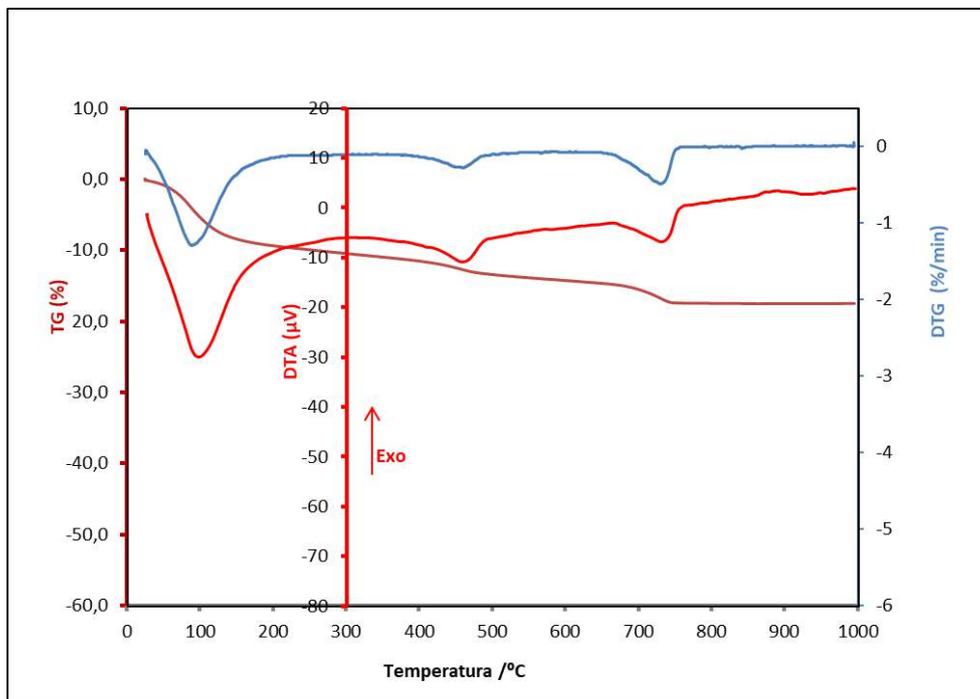


Gráfico 9 – Registos ATG/DTD/ATD

Terreno 1 (Santana)

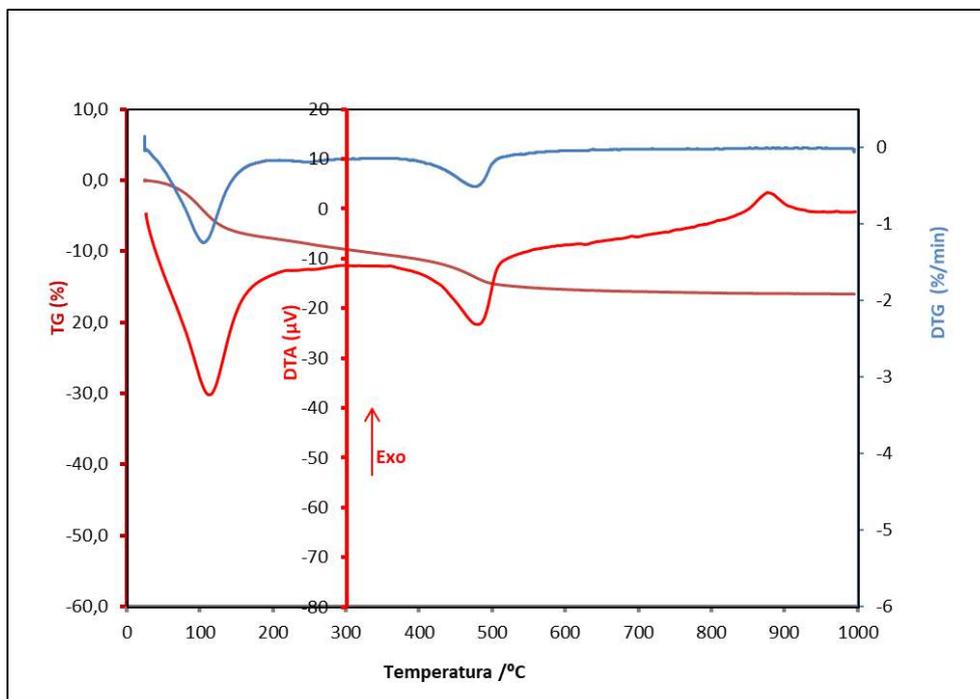


Gráfico 10 – Registos ATG/DTD/ATD

Terreno 2 (Ribeira Seca)

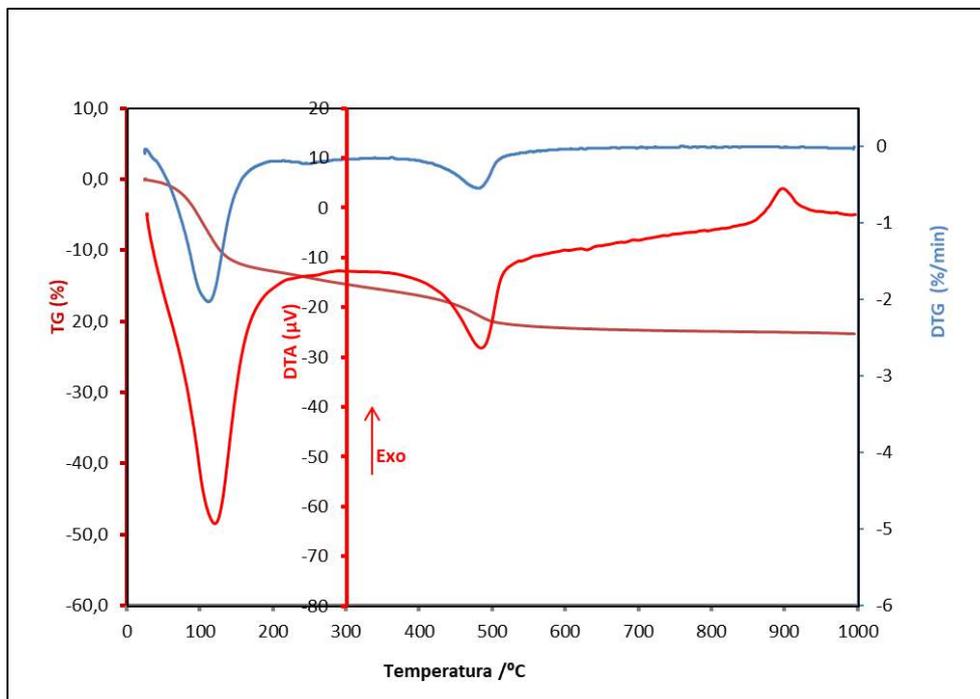


Gráfico 11 – Registos ATG/DTD/ATD

Terreno 3 (Areias)

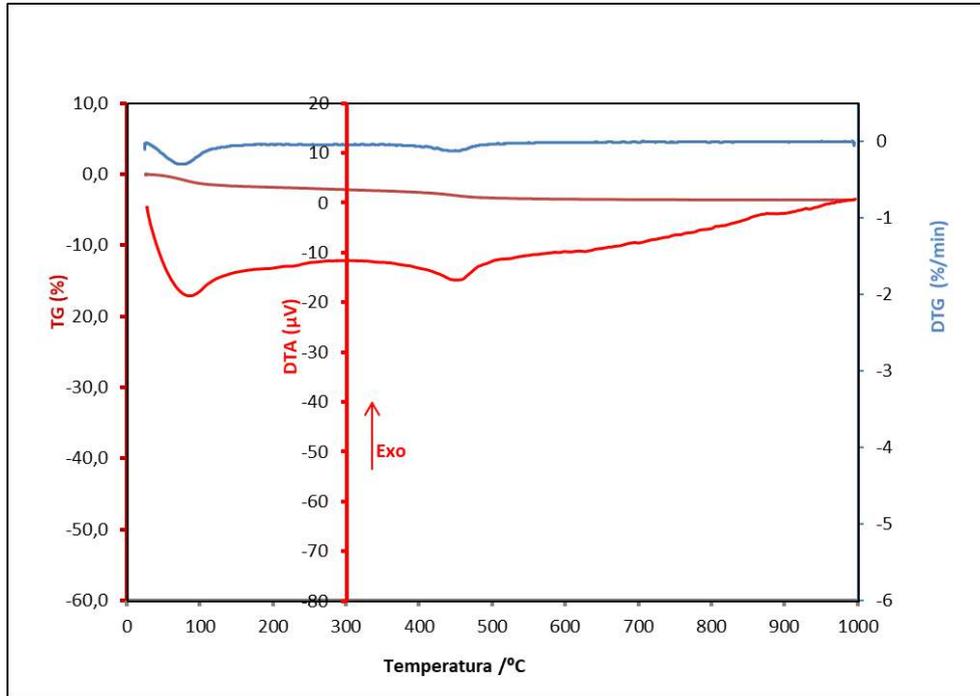


Gráfico 12 – Registos ATG/DTG/ATD

Da análise das curvas ATG/DTG/ATD consideraram-se três gamas de temperatura onde ocorrem perdas de massa (Tabela 4) que, de acordo com a composição mineralógica das amostras, são atribuíveis a:

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

- 25 a 220 °C – zona de perda devida à desidratação de água livre, de hidratação e zeolítica;
- 370 a 550 °C – zona de perda devida essencialmente à desidroxilação dos minerais de argila;
- 550 a 800 °C – zona de perda devida à descarbonatação da calcite.

Identificação das amostras	Gamas de Temperatura (°C)			Perda ao Rubro [‡]
	25-220	370-550	550-800	
Caso nº 1	5,17	2,40	1,60	12,32
Caso nº 2	6,55	2,27	4,07	14,44
Caso nº 3	9,60	2,69	3,59	17,44
Santana (1)	8,53	4,42	40,76	16,06
Ribeira Seca (2)	13,33	4,81	0,74	21,80
Areias (3)	1,96	1,211	0,15	3,69

[‡] - Valor da perda de massa entre 25 e 1000 °C

Tabela 4 - Perdas de massa (%) em diferentes gamas de temperatura das amostras

Na primeira gama de temperatura o aspeto zeolítico está relacionado com minerais argilosos. Verifica-se que a maior perda de massa nesta gama de temperatura é a terra da Ribeira Seca, que indica que poderá ter muito mais argilas. A segunda gama de temperatura está apenas relacionada com argilas. Nesta verifica-se que os casos de estudo aparentam ter todos semelhante quantidade de argilas. As terras de Santana e da Ribeira Seca também tem uma quantidade semelhante, apenas a terra das Areias é que aparenta ter muito menos.

Com base na perda de massa devido à descarbonatação da calcite, determinou-se o teor de carbonato de cálcio (cal carbonatada) e de cal hidratada presente nas amostras de argamassa – Tabela 5.

Identificação das amostras	CaCO ₃	Ca(OH) ₂
Caso nº 1	3,6	2,7
Caso nº 2	9,3	6,8
Caso nº 3	8,2	6,0

Tabela 5 - Teores (%) de cal carbonatada e hidratada nas amostras de argamassa

Nesta tabela identificou-se a percentagem de cal carbonatada, a que está presente neste momento na argamassa, e da cal hidratada, a que foi utilizada no momento da preparação da argamassa. Nos casos nº 2 e 3 a percentagem de cal utilizada é muito semelhante, apenas no caso nº1 é que foi utilizado uma percentagem consideravelmente menor.

4.5 Conclusões

No teste de difração raio x concluiu-se que há argilas em todas as amostras, provenientes do grupo das micas do tipo moscovite. Estas não são argilas expansivas, as indesejáveis à construção, que expandem demasiado e criam fissuras. Concluiu-se que todas as terras são adequadas para a construção precisamente pela existência deste tipo de argila. Embora as terras tenham cores e texturas diferentes tem uma composição mineralógica muito semelhante.

Existe uma semelhança muito grande em termos mineralógicos entre as terras estudadas e as argamassas dos casos de estudo, com uma particularidade na presença de anfíbolos. Esta justifica-se em termos geológicos porque a terra é um material heterogéneo.

O ligante predominante destas argamassas é a cal. Num dos casos existe vestígios de gesso, que pode ter sido utilizado como ligante juntamente com a cal como pode ter aparecido por contaminação exterior de sais.

Este capítulo (4.4 Testes de laboratório) teve a ajuda e apoio do LNEC (Dr. Santos Silva) no âmbito do projeto DB-HERITAGE (Base de dados de materiais de construção com interesse histórico e patrimonial - PTDC / EPH-PAT / 4684/2014).

5. Considerações finais

O sistema construtivo em terra crua nos Açores é viável, como provam os resultados obtidos neste trabalho. Cumpre-se o objetivo da investigação, de promover uma construção ecológica, amiga do ambiente, sobretudo para edifícios de pequeno porte, habitações ou similares, devido aos problemas estruturais que o sistema construtivo apresenta.

A exploração mineral deverá ser sempre no local ou na proximidade da construção, de modo a evitar emissão de gases para o ambiente durante o transporte. A matéria-prima adequada é necessária, mas como refere o Eng^o Obede Faria (Arquitetura de terra em Portugal, 2005) qualquer terra é boa, desde que tenha determinadas características mínimas.

Efetuarão-se testes rápidos a três terras, e concluiu-se que uma delas (da Ribeira Seca) é boa para a construção em terra crua, enquanto as outras duas, por não terem características mecânicas adequadas. Estas servem para argamassa de enchimento, pois têm um nível de coesão mineral suficientemente bom. Em qualquer um dos sistemas construtivos em que a terra tem um papel de enchimento ou revestimento seria viável utilizar estas terras.

A utilização da terra contribui para uma construção ecológica, pois ocupa-se muita massa com este material praticamente nulo em emissões de CO₂. Conseguem-se um volume de energia incorporada e de emissões de CO₂ muito baixo. Caso o sistema inclua uma estrutura de suporte, o material mais compatível e apropriado é a madeira criptoméria que existe

abundantemente nos Açores. No entanto, poderão ser exploradas soluções com estruturas em metal ou betão (idealmente tradicional).

Os testes de laboratório revelaram que os minerais argilosos presentes nestas terras são todos adequados à construção. No entanto, as terras de Santana e Areias não têm muita coesão no teste da pastilha. Recomenda-se elaborar testes futuros a estas terras, incluindo cal, cimento, fibras ou outros, para estabilização. Assim poderá ser possível atingir valores adequados para a construção de sistemas monolíticos e de alvenarias portantes, sem necessidade de estruturas complementares.

A terra de Santana é conhecida como adequada para execução de argamassas de assentamento e para rebocos. A sua análise tinha por objetivo averiguar a possibilidade de utilização em obras de conservação, evitando-se o uso abusivo de materiais não compatíveis, como as argamassas de cimento.

As terras com resultados positivos para a construção, como o da Ribeira Seca, poderão ser utilizados em qualquer uma das técnicas construtivas. A estabilização, sempre que necessária, deverá ser executada com cal, pois as terras destas ilhas vulcânicas poderão ter características pozolânicas distribuídas de forma heterogénea no território, e a utilização de cal promoverá assim as características mecânicas necessárias. Como não há palha nos Açores, por não se produzir cereais, o linho seria a opção alternativa.

Os construtores locais referem que o “barro” da região não é bom para a construção, caso do Sr. José Vieira da Ribeira Seca, que produz telhas tradicionais com baixa resistência

mecânica. No entanto, estas telhas comparadas com as amostras dos testes da pastilha realizados, são mais fracas, porque uma técnica coze o barro e a outra não.

Relativamente aos **sismos**, há soluções que garantem o bom comportamento das construções em terra crua, dotando a estrutura de características antissísmicas. Há técnicas tradicionais que poderão ser reutilizadas. Tradicionalmente, os cunhais são construídos com blocos de pedra com juntas verticais alternadas. As estruturas em madeira ajudam a melhorar o comportamento aos sismos. O caso da gaiola Pombalina deverá ser o melhor exemplo da utilização de madeira para prevenção do efeito dos sismos. Mesmo que o solo seja bom, a utilização de uma estrutura complementar antissísmica poderá ser conveniente. Desta forma o sistema construtivo taipa de rodízio (enchimento de estrutura de suporte), poderá ser o sistema construtivo mais seguro para construção em terra.

Relativamente à ação das **chuvas**, há o exemplo de construções, em Amarante e em toda a ilha de São Miguel, de construções em pedra argamassadas de barro, que mesmo abandonados continuam em ótimo estado de conservação. Seria aconselhável analisar a composição destas argamassas e da caiação, mas segundo informação local, a impermeabilização é conseguida pela adição de óleo de linhaça na cal, que permite proteger o reboco. Em Amarante também é utilizada a madeira para revestimento exterior, protegendo a terra do contacto com a água. Poderão ser utilizados materiais modernos para revestimento, como o viroc.

Esta impermeabilização não deverá ser excessiva pois é necessário garantir a passagem de vapor de água nas paredes, visto ser uma das grandes qualidades do sistema construtivo em terra.

Para este sistema construtivo funcionar bem, diz-se que tem que ter umas boas botas e um bom chapéu-de-chuva, pois a origem da água também é o solo. Assim, é importante que o embasamento seja alto e impermeável. Quanto maior for a cobertura, melhor será, pois protege a construção da chuva direta nas paredes. Será preciso considerar os ventos predominantes de modo a que as fachadas mais expostas à chuva possam ter uma atenção especial quanto à distância de abrangência da cobertura.

A questão térmica nos Açores relaciona-se sobretudo com a humidade, que acentua a sensação de desconforto, pois a temperatura é amena. A construção em terra crua poderá ter benefícios. A alta inércia térmica, aliada a soluções solares passivas e aproveitamento de ventos dominantes para ventilação natural, poderão ser capazes de minimizar a sensação de desconforto causado pela alta humidade.

Este trabalho é introdutório no estudo da viabilidade de construções em terra nos Açores, pois foi analisado apenas numa pequena parte da ilha de São Miguel.

Conclui-se que é possível a construção em terra nos Açores, no entanto, como há falta de estudos sobre o assunto, recomenda-se que sejam feitos os testes necessários, antes da utilização da terra. Não só os testes desenvolvidos neste trabalho, como o da plasticidade, retração, humidade/compactação e, se possível, testes de laboratório que irão confirmar e detalhar a melhor utilização para cada terra.

A metodologia utilizada serve de exemplo a replicar noutros locais da ilha, e idealmente, nas restantes ilhas do arquipélago, e em qualquer parte do mundo.

6. Referências

6.1. Referências bibliográficas

AAVV – **Arquitetura Popular dos Açores**. Lisboa: Ordem dos Arquitetos, 2000.

AAVV - **Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – Práticas de campo**. Espanha: Rede Ibero-americana PROTERRA, 2010.

ALMEIDA, Rui Miguel Goulart de - **Território e paisagem na ilha de São Miguel: séculos XV a XVIII**. Ponta Delgada: Presidência do Governo Regional dos Açores/Direção Regional da Cultura, 2012.

ATHAIDE, Luís Bernardo L. d' – **Architectura Regional: S. Miguel, Açores**. Ponta Delgada: Oficina de Artes Gráficas, 1920.

CAETANO, Sérgio - **Prospecção de recursos minerais nos Açores: Modelo integrador de valores ambientais e de ordenamento do território**. Ponta Delgada: Universidade dos Açores, 2007. Dissertação de mestrado.

CORADINHO, Mafalda - **Castelo de Paderne – caracterização histórica e material**. Lisboa: Faculdade de ciências e tecnologia, 2018. Dissertação de mestrado.

FERNANDES, Maria - **Técnicas de Construção com terra**. Terra forma de construir, arquitetura, antropologia e arqueologia. 10ª Mesa redonda de Primavera, atas. Faculdade de Letras, Universidade do Porto, 20-25 março 2006. Lisboa: Argumentum, 2006, ISBN 972-8479-44-1, pp. 20-25

GONZÁLEZ, Filipe Duarte – **Geometrias da Arquitectura de terra**. Lisboa: Universidade Lusíada Editora, 2006.

JORGE, Filipe - **Arquitetura de terra em Portugal**. Lisboa: Argumentum, 2005.

OLIVEIRA, José Carlos da Conceição - **Soluções de reforço utilizadas na reparação/reabilitação da construção tradicional açoriana**. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2012. Dissertação de mestrado.

PIRES, António Manuel Bettencourt Machado – **Roteiro cultural dos Açores**. Angra do Heroísmo: Presidência do Governo Regional dos Açores/Direção Regional da Cultura, 2012.

TORRES, José de – **Pozzolana dos Açores**. Lisboa: Typ. De Castro & Irmão, 1856.

VALE, Celina - **A riqueza natural dos Açores e a construção civil - VI: Pozolana nas argamassas tradicionais açorianas**. Correio dos Açores. Ponta Delgada: 28 de março de 2013, p. 19.

6.2 Referências webgráficas

1ª MESA REDONDA - Projectistas e Construtores: **1ª MR Térmica 1ª PARTE** (2017) vídeo Youtube, adicionado por Associação Centro da Terra [Em linha]. Disponível em WWW: <<https://www.youtube.com/watch?v=UvHiUO8zXfI&t=49s>>

1ª MESA REDONDA - Projectistas e Construtores: **1ª MR Térmica 2ª PARTE** (2017) vídeo Youtube, adicionado por Associação Centro da Terra [Em linha]. Disponível em WWW: <<https://www.youtube.com/watch?v=S5V9x89Itxo&t=8s>>

1ª MESA REDONDA - Projectistas e Construtores: **1ª MR Estruturas 1ª PARTE** (2017) vídeo Youtube, adicionado por Associação Centro da Terra [Em linha]. Disponível em WWW: <<https://www.youtube.com/watch?v=9XDqYQRWmpU>>

1ª MESA REDONDA - Projectistas e Construtores: **1ª MR Estruturas 2ª PARTE** (2017) vídeo Youtube, adicionado por Associação Centro da Terra [Em linha]. Disponível em WWW: <<https://www.youtube.com/watch?v=S5V9x89Itxo>>

2ª MESA REDONDA - Investigadores: **2 MR - Térmica 1 PARTE** (2017) vídeo Youtube, adicionado por Associação Centro da Terra [Em linha]. Disponível em WWW: <<https://www.youtube.com/watch?v=LG5JoS5MQTk>>

2ª MESA REDONDA - Investigadores: **2 MR Térmica 2 PARTE** (2017) vídeo Youtube, adicionado por Associação Centro da Terra [Em linha]. Disponível em WWW: <https://www.youtube.com/watch?v=gjeWW_EdTh4>

2ª MESA REDONDA - Investigadores: **2 MR Est1** (2017) vídeo Youtube, adicionado por Associação Centro da Terra [Em linha]. Disponível em WWW: <<https://www.youtube.com/watch?v=q8bQ9ficAD8>>

3ª MESA REDONDA - Enquadramento Legal e Normativo da Construção em Terra: **3ª MR Térmica** (2018) vídeo Youtube, adicionado por Associação Centro da Terra [Em linha]. Disponível em WWW: <<https://www.youtube.com/watch?v=O5QPchSU3WQ>>

3ª MESA REDONDA - Enquadramento Legal e Normativo da Construção em Terra: **3ª MR Estruturas** (2018) vídeo Youtube, adicionado por Associação Centro da Terra [Em linha]. Disponível em WWW: <<https://www.youtube.com/watch?v=CznyilrsMLo&feature=youtu.be>>

Geocaching: **Tetim na Maia** [Em linha], 2017. [Consultado a 06/02/2019]. Disponível em WWW: <https://www.geocaching.com/geocache/GC76PZB_tetim-na-maia-ec63pm?guid=56cecb57-84ed-45a1-8c93-43765d619aea>

HAMMOND, Geoff; JONES, Craig - **Inventory of carbon & energy (ice) version 1.6^a** [Em linha]. Reino Unido: Universidade de Bath, 2008, p. 10-15. [Consultado a 06/01/2019]. Disponível em WWW:<<http://www.organicexplorer.co.nz/site/organicexplore/files/ICE%20Version%201.6a.pdf>>

Secretaria Regional do ambiente e do mar: **Relatório do estado do ordenamento do território: II – Enquadramento geográfico** [Em linha]. Ponta Delgada: Nova Gráfica LDA, 2003, p. 9-16. [Consultado a 06/04/2019]. Disponível em WWW:<https://www.azores.gov.pt/NR/rdonlyres/A3DE5D59-882E-4C62-9BBC-7B8FF4D0B247/105469/2_Enquadramento.pdf>

Wikipedia: **Pozolana** [Em linha], 2019. [Consultado a 06/09/2018]. Disponível em WWW:<<https://pt.wikipedia.org/wiki/Pozolana>>

7. Índice

7.1. Índice de imagens

Figura 1 - Construção tradicional açoriana (Fonte: Marco Andrade, 2019)	pág. 21
Figura 2 Exploração de pozolana (Fonte: Marco Andrade, 2019)	pág. 22
Figura 3 - Localização da área de estudo na ilha de São Miguel (Fonte: Google earth)	pág. 24
Figura 4 - Localização das diferentes zonas onde exploravam barro (Fonte: Google earth)	pág. 29
Figura 5 - Argamassa de tetim no Faial da Terra (Fonte: Marco Andrade, 2019)	pág. 31
Figura 6 - Panteão de Roma; Disponível em WWW: < https://www.dicasdaitalia.com.br/2015/09/panteao-em-roma.html >, Publicado por: Dicas da Itália; Título: Conheça o Panteão de Roma	pág. 32
Figura 7 - Forte de São Brás (Fonte: Marco Andrade, 2019)	pág. 33
Figura 8 - Construindo uma parede de pau-a-pique (Fonte: Conexão planeta, 2017, Disponível em WWW: < http://conexaoplaneta.com.br/blog/bioconstrucao-ou-como-construir-uma-casa-com-as-proprias-maos/ >)	pág. 35

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

- Figura 9, 10, 11 e 12 - Experiências feitas com diferentes terras (Fonte: Marco Andrade, 2018) pág. 42
- Figura 13 - Terra argilosa em água no workshop (Fonte: Marco Andrade, 2018) pág. 43
- Figura 14 - Habitações escavadas no terreno (Fonte: Roberto Steneri, 2016, Disponível em WWW: <<https://eficienciaenergtica.blogspot.com/2016/08/casas-enterradas-na-china.html>>) pág. 46
- Figura 15 - Modulação manual dos "pães" de terra crua (Fonte: Sítio Abaetetuba, 2010, Disponível em WWW: <<http://permaculturarj.blogspot.com/2010/02/bioconstrucao-no-sitio-abaetetuba.html>>) pág. 47
- Figura 16 - Compressão manual da terra em moldes de madeira (Fonte: Miguel Mendes, 2006, Disponível em WWW: <<http://arquitecturasdeterra.blogspot.com/2008/10/textoa-construo-com-terra-em-portugal.html>>) pág. 48
- Figura 17 - Montagem dos blocos de terra comprimidos (Fonte: Ecoblocos, Disponível em WWW: <<http://www.ecoblocos.no.comunidades.net/tijolos-ecologicos-em-solo-cimento>>) pág. 50
- Figura 18 - Corte de blocos diretamente no solo (Fonte: David Pace, 2008. Disponível em WWW: <<https://www.mdig.com.br/index.php?itemid=40887>>) pág. 51
- Figura 19 - Moldagem dos blocos (Fonte: Assim que faz, Disponível em WWW: <<https://www.assimquefaz.com/faca-voce-mesmo-a-sua-casa-parte-iii-adobe-a-tecnica-de-construcao-natural/>>) pág. 53

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

Figura 20 - Enchimento de estrutura de canas (Fonte: Márcia Sousa, 2017, Disponível em WWW: <<https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/templo-budista-em-sp-convoca-voluntarios-para-vivencia-de-bioconstrucao/>>)

pág. 55

Figura 21 - Estrutura de madeira enchida por adobes (Fonte: Saberes cruzados, 2012, Disponível em WWW: <<https://saberescruzados.wordpress.com/category/ceramica/>>)

pág. 56

Figura 22 - Cobertura ajardinada (Fonte: Landlab, 2016, Disponível em WWW: <<https://www.landlab.pt/pt/produto/sistema-cobertura-inclinada-ate-20>>)

pág. 57

Figura 23 - Movimento e consequências sísmicas (Fonte: Marco Andrade, 2019)

pág. 59

Figura 24 - Reconstrução das casas de abobe no Peru (Fonte: BBC News, 2009, disponível em WWW: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/8201971.stm>>)

pág. 63

Figura 25 - Construções típicas de Amarante (Fonte: Marco Andrade, 2018)

pág. 64

Figura 26 e 27 - Pormenores da construção em taipa de rodízio (Fonte: Marco Andrade, 2018)

pág. 65

Figura 28 - Vista geral da construção em taipa de rodízio (Fonte: Marco Andrade, 2018)

pág. 66

Figura 29 - Manutenção de fachada da mesquita de Djenné em Mali (Fonte: Julee Khoo, 2014, Disponível em WWW: <<https://historiasdeportugalemarrocos.com/2014/02/03/arquitecturas-de-terra/>>)

pág. 73

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

- Figura 30 - Localização dos casos de estudo (Fonte: Google earth Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>) pág. 75
- Figura 31 - Corte construtivo (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 77
- Figura 32 e 33 - Pormenores de degradação do reboco de terra (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 78
- Figura 34 - Vista geral da habitação (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 79
- Figura 35 e 36 - Pormenores de degradação do reboco de terra (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 80
- Figura 37 - Vista geral da habitação (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 81
- Figura 38 e 39 - Pormenores de degradação do reboco de terra (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 82
- Figura 40 - Vista geral da habitação (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 83
- Figura 41 - Vista geral da construção (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 84
- Figura 42 - Vista geral da construção (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 85
- Figura 43 e 44 - Pormenores da construção (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 85

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

Figura 45 - Vista geral do Palácio da Conceição, Ponta Delgada (Fonte: Um olha povoacense, 2014, Disponível em WWW: <<http://olharpovoacense.blogspot.com/2014/06/principais-edificios-publicos-abertos.html>>)

pág. 86

Figura 46 - Vista geral do Palácio de Santana, Ponta Delgada (Fonte: Um olha povoacense, 2014, Disponível em WWW: <<http://olharpovoacense.blogspot.com/2014/06/principais-edificios-publicos-abertos.html>>)

pág. 87

Figura 47 e 48 - Pormenores da construção (Fonte: Marco Andrade, 2018)

pág. 88

Figura 49 - Vista geral da construção (Fonte: Marco Andrade, 2018)

pág. 89

Figura 50 - Corte construtivo (Fonte: Marco Andrade, 2019)

pág. 89

Figura 51 e 52 - Pormenores da construção (Fonte: Marco Andrade, 2018)

pág. 90

Figura 53 - Vista geral da construção (Fonte: Marco Andrade, 2018)

pág. 91

Figura 54 - Corte construtivo (Fonte: Marco Andrade, 2019)

pág. 91

Figura 55 e 56 - Pormenores da construção (Fonte: Marco Andrade, 2019)

pág. 92

Figura 57 - Vista geral da construção (Fonte: Marco Andrade, 2019)

pág. 93

Figura 58 - Corte construtivo (Fonte: Marco Andrade, 2019)

pág. 93

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

- Figura 59 - Exemplo de acabamento tadelakt (Fonte: Atelier pittoresque, Disponível em WWW: <<https://www.atelier-pittoresque.com/en/realisations-tadelakt-marocain-france.php>>) pág. 94
- Figura 60 - Colonização biológica (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 95
- Figura 61 - Surgimento de fissuras no interior, junto às varas (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 96
- Figura 62 - Manchas na parede exterior (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 97
- Figura 63 - Localização dos terrenos onde foram obtidas as terras a estudar (Fonte: Google earth; Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>) pág. 101
- Figura 64 - Foto do local (Fonte: Marco Andrade, 2018) pág. 102
- Figura 65 - Foto do local (Fonte: Marco Andrade, 2018) pág. 103
- Figura 66 - Foto do local (Fonte: Marco Andrade, 2018) pág. 104
- Figura 67 - Foto das várias camadas (Fonte: Marco Andrade, 2018) pág. 105
- Figura 68 - Foto das várias camadas (Fonte: Marco Andrade, 2018) pág. 106
- Figura 69 - Foto das várias camadas (Fonte: Marco Andrade, 2018) pág. 106

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

Figura 70 e 71 - Antes e depois de molhar a terra (Fonte: Marco Andrade, 2018)	pág. 108
Figura 72 - Pastilhas secas (Fonte: Marco Andrade, 2018)	pág. 108
Figura 73 e 74 - Antes e depois de molhar a terra (Fonte: Marco Andrade, 2018)	pág. 109
Figura 75 - Pastilhas secas (Fonte: Marco Andrade, 2018)	pág. 109
Figura 76 e 77 - Antes e depois de molhar a terra (Fonte: Marco Andrade, 2018)	pág. 110
Figura 78 - Pastilhas secas (Fonte: Marco Andrade, 2018)	pág. 110
Figura 79, 80 e 81 - Três casos ordenados de cima para baixo (Fonte: Marco Andrade, 2018)	pág. 111
Figura 82 - Pastilhas partidas, ordenadas da esquerda para a direita (Fonte: Marco Andrade, 2018)	pág. 112
Figura 83 e 84 - Homogeneizando a amostra (Fonte: Marco Andrade, 2018)	pág. 113
Figura 85 - Triturando levemente com o martelo de borra os torrões de terra (Fonte: Marco Andrade, 2018)	pág. 114

Figura 86 e 87 - Crivando a amostra no almofariz e colocando-a no peneiro (Fonte: Marco Andrade, 2018)

pág. 114

Figura 88 - Utensílios principais: peneiro (à esquerda) e almofariz (à direita) (Fonte: Marco Andrade, 2018)

pág. 115

7.2. Índice de tabelas

Tabela 1 - Classificação de partículas (Fonte: AAVV 2010)

pág. 38

Tabela 2 - Classificação de partículas (Fonte: AAVV, 2010)

pág. 39

Tabela 3 - Composição mineralógica qualitativa das amostras (Fonte: LNEC, 2019)

pág. 123

Tabela 4 - Perdas de massa (%) em diferentes gamas de temperatura das amostras (Fonte: LNEC, 2019)

pág. 132

Tabela 5 - Teores (%) de cal carbonatada e hidratada nas amostras de argamassa (Fonte: LNEC, 2019)

pág. 133

7.3. Índice de gráficos

Construções em terra nos Açores: Análise da viabilidade de construção em terra

Gráfico 1 – Registos DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul) (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 117
Gráfico 2 – Registos DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul) (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 118
Gráfico 3 – Registos DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul) (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 119
Gráfico 4 – Registos DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul) (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 120
Gráfico 5 – Registos DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul) (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 121
Gráfico 6 – Registos DRX (Fração Global – vermelho; Fração Fina – azul) (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 122
Gráfico 7 – Registos ATG/DTD/ATD (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 126
Gráfico 8 – Registos ATG/DTD/ATD (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 127
Gráfico 9 – Registos ATG/DTD/ATD (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 128
Gráfico 10 – Registos ATG/DTD/ATD (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 129
Gráfico 11 – Registos ATG/DTD/ATD (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 130
Gráfico 12 – Registos ATG/DTD/ATD (Fonte: LNEC, 2019)	pág. 131

8. Lista de abreviaturas

CdT – Centro da terra

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Cível

II As Novas Portas de Lisboa 2030: Centralidade estudantil na Amadora

Tutora Mónica Pacheco | Professora auxiliar ISCTE-IUL

Índice

1. Problemática	161
2. Estratégia de grupo	164
2.1. Reconhecimento da problemática	164
2.2. Reconhecimento do território	167
3. Intervenção	176
3.1. Estrutura da CRIL	183
3.2. Tipologia de estação de metro	186
3.3. Referências	188
4. Síntese da estratégia	191
5. Introdução à proposta individual	193
6. Análise	194
6.1. Contexto histórico	194
6.2. Edificado	196
6.4. Mobilidade	204
6.5. Ecologia	206
7. Proposta	208
7.1. Intervenção urbana	208
7.2. Plano de pormenor	218
7.3. Residência estudantil	230

8. Referência bibliográficas	241
9. Índice	242
9.1. <i>Índice de imagens</i>	242
9.2. <i>Índice de anexos</i>	250
10. Lista de abreviaturas	253

1. Problemática

“Da Cidade Pós-industrial ao novo Campus Urbano”, a problemática assenta na escassez de camas para estudantes universitários (10000 camas em falta).

O problema prende-se com o crescente interesse no sector de alojamento universitário, à mercê da especulação imobiliária, privilegiando os alunos com elevada capacidade financeira. Colocando Lisboa numa situação não privilegiada enquanto cidade universitária. Pois Lisboa é uma cidade com uma média de meio milhão de habitantes, dos quais 113.500 são estudantes universitários, sendo 56.000 deslocados e, entre estes, 16.000 estrangeiros, ou seja, 34% da população estudantil nacional encontra-se deslocada sem “cama” para viver, onde as residências universitárias só conseguem cobrir 1% deste número. Os restantes estudantes nacionais deslocados onde estão instalados?

Esta situação de escassez de camas é agravada com o potencial económico e o desenvolvimento que Lisboa está vivendo, concretamente ao nível do turismo. Situação que está retirando aos estudantes, principalmente nacionais, residência (cama).

Desde logo, o primeiro fator é que a cidade de Lisboa é reconhecida como uma das capitais

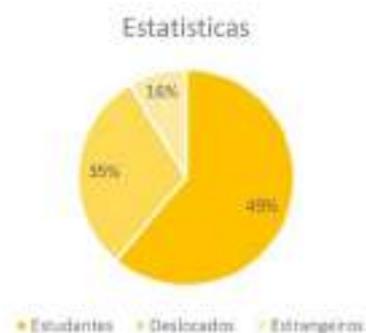


Figura 1- Esquema estatístico de estudantes da cidade de Lisboa (Fonte: Maria Vieira, 2019)

emergentes da Europa para o turismo, devido ao seu clima, segurança, economia e cultura, o que nos leva a um aumento de investimentos, quer privados quer multinacionais com grande poder de investimento no mercado imobiliário. Este grande *boom* por um lado é visto como uma mais valia para a cidade, porque permite uma requalificação e conservação de imobiliário degradado, por outro temos todos estes investimentos a serem direcionados para entidades com grande poder de compra, ou seja, turistas ou estudantes Erasmus, que são vistos como as “galinhas dos ovos d’ouro”.

O segundo fator, prende-se com o surgimento de plataformas de mercado online, que praticam preços exorbitantes, criando slogans poucos fiáveis, para facilmente venderem o produto.

O terceiro fator, reside na procura de alojamento/camas/residências perto das suas faculdades/universidades, pois estes alunos ficam dependentes de transportes públicos, zonas comerciais, serviços, equipamentos, etc. A falta de alojamento para estudantes verifica-se através das queixas denunciadas pelos mesmos, amplamente difundido pelos meios de comunicação no passado verão de 2018, pelo preço altíssimo das rendas, pelas casas que são cubículos sem condições e pela falta de contratos de arrendamento. Constata-se que os alunos estão a ser vítimas da especulação imobiliária, realidade conhecida pela população e pelas entidades governamentais, e que as estratégias de planeamento na área metropolitana de Lisboa não combatem.

Serão os alunos estrangeiros a nova galinha de ovos de ouro do alojamento?

Privada rentilhada de luxo para estudantes chegou a Lisboa, com sala de cinema, piscina e ginásio. Mercado para a universidade vai crescer como alternativa para o alojamento local, gerando apuros. Falamos de um campus a ser usado, além de um espaço de lazer e bem-estar que não é apenas de lazer, mas também social.

EMBA CORALIS AMADORIA | 4 de fevereiro de 2018, 12:00



Figura 2- Notícias da problemática (Fonte: Joana Henriques, 2018, Disponível em WWW: <<https://www.publico.pt/2018/02/04/sociedade/noticia/estudantes-estrangeiros-a-nova-galinha-de-ovos-de-ouro-do-alojamento-1801517>>)

2. Estratégia de grupo

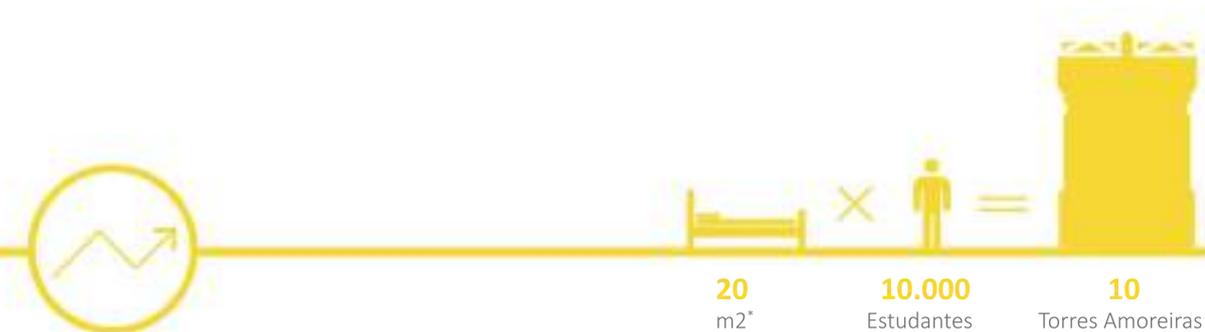
2.1. Reconhecimento da problemática

Colocada a questão da falta de camas para os estudantes universitários de Lisboa e no contexto atual da cidade a nível socioeconómico (gentrificação como consequência da enorme especulação imobiliária devido à bolha de Turismo e à realidade atual do estudante) pretendemos perceber a escala do problema proposto - dez mil camas em falta. Para tal utilizamos um edifício icónico de referência – uma torre do complexo das Amoreiras da autoria do Arq. Tomás Taveira – expoente da enorme densidade de construção no centro da cidade.

Com esta análise, seriam necessárias dez torres das Amoreiras (para uma média de 20 metros quadrados por estudante) para resolver dez mil camas em falta, e concluímos que a escala da resposta não se adequaria a uma única intervenção - quer no espaço quer no tempo – nem tão pouco na cidade de Lisboa – já bastante consolidada e alvo de especulação – sugerindo então a Área Metropolitana de Lisboa como potencial zona de intervenção



Figura 3 - Montagem provocatória de 10 torres das Amoreiras no parque de estacionamento do ISCTE-IUL (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019)



NÚMEROS ACTUAIS

ESTUDANTES LISBOA

117.800 ESTUDANTES TOTAL

48.500 ESTUDANTES CIDADE UNIVERSITÁRIA

10.000 ESTUDANTES SEM "CAMA"

ESTUDANTES DESLOCADOS

56.000 ESTUDANTES DESLOCADOS TOTAL

16.000 ESTUDANTES ERASMUS

UNIVERSIDADES

117.800 ESTUDANTES TOTAL

48.500 ESTUDANTES CIDADE UNIVERSITÁRIA

10.000 ESTUDANTES SEM "CAMA"

RESIDÊNCIAS

Nº RESIDÊNCIAS PÚBLICAS : 29 (2.427 Estudantes)

Nº RESIDÊNCIAS PRIVADAS : 106 (1.966 Estudantes)

* área de referência do quarto e áreas comuns

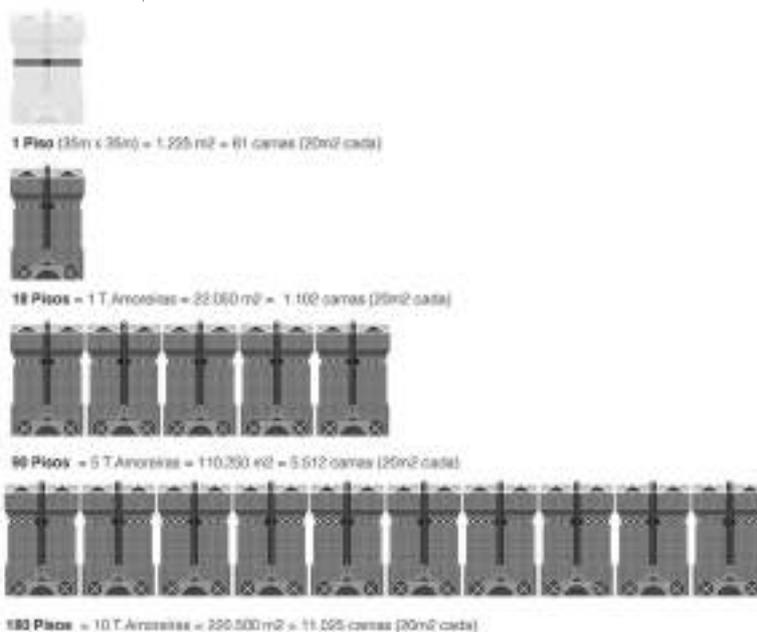


Figura 4 - Reconhecimento da problemática (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade; Maria Vieira, 2019)

2.2. Reconhecimento do território

2.2.1. Oferta atual

De modo a compreender a razão de escassez de camas para alunos universitário, analisou-se a oferta atual de residências e universidades na AML de forma a compreender a sua distribuição no território e a relação quantitativa entre universidade/ residência.

Relativamente à análise elaborada no estudo das universidades constatou-se uma concentração na zona da Grande Lisboa, destacando-se em dimensão o Campus da Cidade Universitária. Verifica-se pontualmente, polos universitários em territórios periféricos. Em contrapartida, no que diz respeito à análise elaborada às residências, verifica-se a existência de residências de maior dimensão nas periferias sendo estas residências públicas. A sua localização justifica-se pela consolidação urbana existente no centro urbano da cidade, onde se concentram maior quantidade de investimentos privados de menor dimensão.

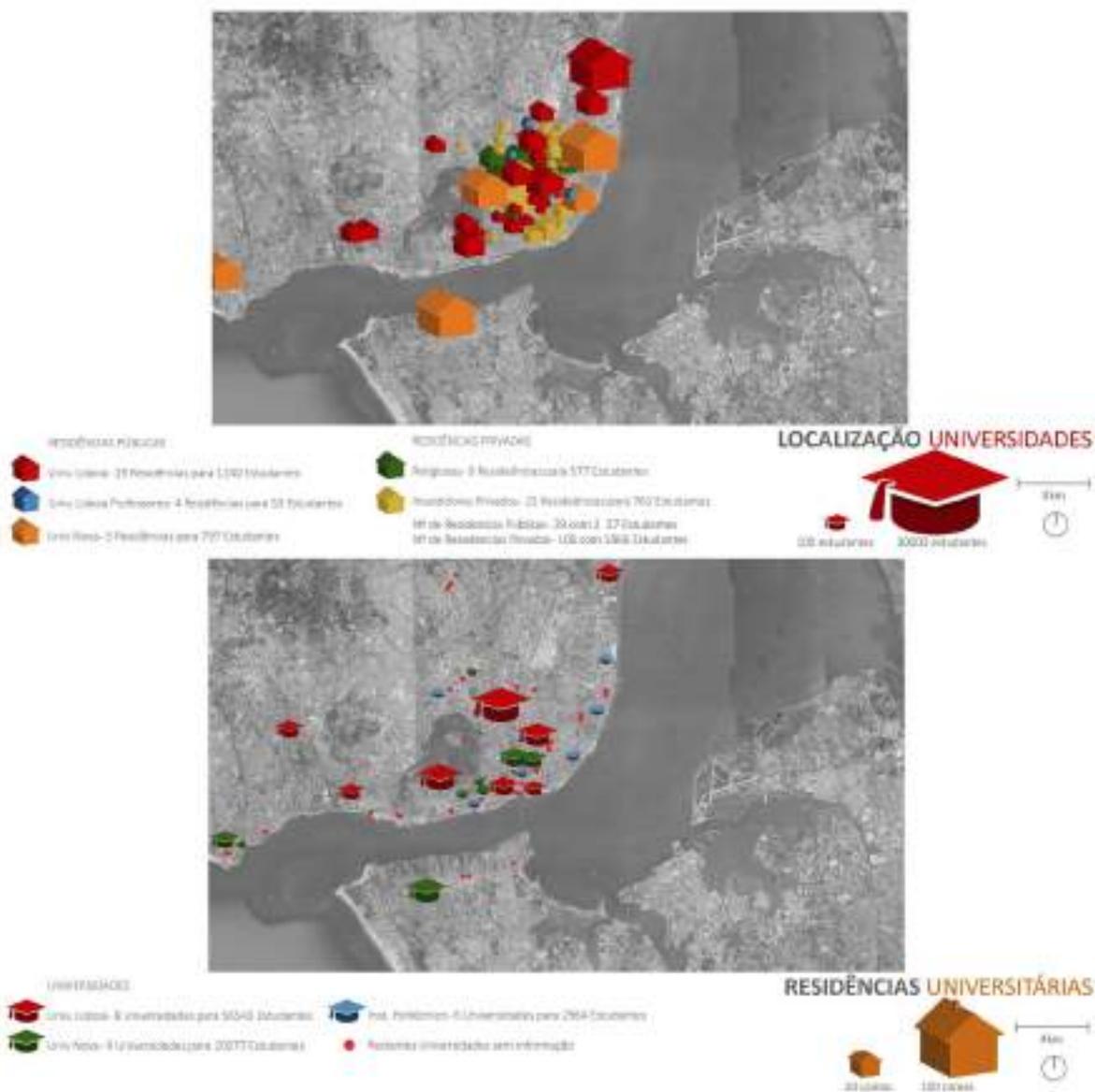


Figura 5 - Análise da oferta atual para os alunos universitários (residências e universidades) (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade; Maria Vieira, 2019)

2.2.2. Tipos de aluno e residência

Interessou-nos estudar a nova realidade e vivência do estudante universitário, não só a nível de ocupação de espaço e comunhão com os demais, mas também a sua interação com a instituição Universidade, originando diversas respostas.

Assim, estabeleceram-se critérios de tipo de aluno; tipo de ocupação e tipo de quarto o que nos levaria a um tipo de residência, cujas características variam.

Classificando os alunos em relação à sua tipologia, estabeleceram-se os conceitos de *standart* (aluno comum) e de *digital nomad* (nómada digital), onde a primeira tipologia diz respeito ao aluno que está mais dependente da universidade e dos transportes públicos cuja ocupação é efémera no seu local de habitação, não obstante a segunda tipologia diz respeito ao aluno que não depende fisicamente da Universidade, que a partir da sua área de trabalho consegue estar conectado ao trabalho e ao estudo, cuja ocupação é permanente no seu local de habitação.

Relativamente ao tipo de ocupação, ambos as tipologias, podem ser, individual, coletiva (amigos) ou familiar. No caso da ocupação individual e coletiva as áreas de descanso e trabalho têm dimensões médias e os espaços são partilhados, onde o espaço de habitação é servido por satélites complementares (com áreas de *co-working*, espaços de estudo e lúdicos). No caso da ocupação familiar as áreas de habitação têm dimensões máximas, os espaços são privados e dependem de equipamentos e serviços complementares (ex. creches, jardins infantis, parques, etc.)

As Novas Portas de Lisboa 2030: Centralidade estudantil na Amadora



TIPO ALUNO



TIPO OCUPAÇÃO



TIPO QUARTO



STANDART

Ocupação Efémera
Dependente da Universidade
Dependente de transportes públicos



INDIVIDUAL OU COLECTIVA

Dimensão Média (Descanso + Trabalho)
Espaços Partilhados (Co-working / Co-living)
Espaços de Estudo e Lúdicos



QUARTO INDIVIDUAL

Espaço de Descanso
Espaço de Trabalho



QUARTO DUPLO ou T0

Espaço de Descanso (2 camas)
Espaço de Trabalho
IS + Kitchnet



DIGITAL NOMAD

Ocupação Permanente
Não depende fisicamente da Universidade
Pode não depender frequentemente de



FAMILIAR

Dimensão Máxima (Habitação)
Espaços Privados
Depende de Equipamentos e
Serviços complementares



APARTAMENTO T1/ T2

Espaço de Descanso (1 ou 2 quartos)
Espaço de Trabalho
Espaço de Estar
IS + Cozinha

Figura 6 - Tipologia de alunos, ocupação e quarto (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade; Maria Vieira, 2019)

Deste modo, a tipologia de quarto pode ser individual, que corresponde a um único espaço de descanso e de trabalho; pode ser duplo ou t0, que corresponde a um espaço de descanso partilhado complementado com espaço de trabalho, instalação sanitária e *kitchnet*; e pode ser apartamento t1 ou t2, que corresponde a um espaço de descanso partilhado ou individual complementado por um espaço de trabalho, uma sala de estar, uma instalação sanitária e uma cozinha.

Assim sendo, estabeleceram-se três tipologias de residências, cuja relação com a envolvente vai aumentando ou diminuindo de acordo com as funcionalidades e serviços que a residência disponibiliza para os estudantes como para a população. Deste modo, em alguns casos a residência não é apenas o local de descanso mais sim um conjunto de programas complementares (ex. equipamentos desportivos, comércio, biblioteca, cantina, espaços flexíveis, etc.) disponibilizados para os estudantes como para a população. Deste modo, o dormitório é um núcleo composto maioritariamente por quartos servidos por satélites de programas complementares; o *high tech campus* é um núcleo composto por várias tipologias de quarto (quartos individuais, duplos ou apartamentos) servido por espaços de estudo e trabalho inseridos no campus e por satélites de programas complementares; e a cidade de estudantes é um núcleo composto por várias tipologias de quarto (quartos individuais, duplos ou apartamentos) servido por espaços de estudo, trabalho e programas complementares inseridos no campus cuja independência com o exterior é total.



TIPO RESIDÊNCIA



DORMITÓRIO

Núcleo composto maioritariamente por quartos
Servido por satélites de programas complementares



HIGH TECH CAMPUS

Núcleo composto por quartos e apartamentos
Servido por satélites de programas complementares
Espaços de estudo e trabalho inseridos na estrutura

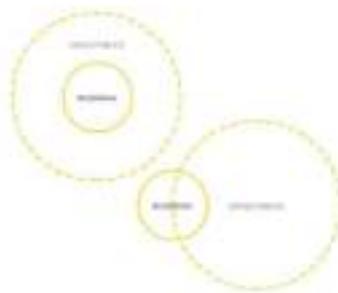


CIDADE DE ESTUDANTES

Núcleo composto por quartos e apartamentos
Servido por todos os programas complementares
Espaços de estudo e trabalho inseridos na estrutura
Independência total do exterior
Oferta de equipamentos partilhados com a cidade

PROGRAMAS COMPLEMENTARES

Biblioteca
Cantina
Espaços Fléxíveis
Comércio a Retalho
Equipamentos Desportivos
Etc



Diagramas- Relação Residência e Espaço Público



Diagrama- Relações em tabela

Figura 7 - Tipologia de residência (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade; Maria Vieira, 2019)

2.2.3. Mobilidade

De forma a entender a AML e tendo como ponto de partida o maior Campus Universitário de Lisboa (Cidade Universitária), teve-se em consideração alguns fatores determinantes para a qualidade de vida de um estudante, tais como o Tempo (30 minutos no máximo em cada deslocação – total de 1 hora diária) e o Preço (evitar as zonas de grande especulação imobiliária e atualmente muito consolidadas). Contemplámos paralelamente a este horizonte temporal alargado preocupações a nível sustentável (aquecimento global, poluição e congestionamento automóvel, concentração de investimento, etc.) e a tendência de concentração da população nos grandes centros urbanos (em 2050 prevê-se que mais de 80% da população irá viver em apenas 2% do território do planeta de acordo com o relatório da ONU).

No contexto atual da mutação da cidade de Lisboa, interessou-nos a ideia de limite, não só da cidade convencional como também das áreas em maior transformação. O próprio programa proposto de residências universitárias é, a nosso ver, um catalisador desta mesma regeneração urbana. Tentámos encontrar uma zona *in-between* da cidade, entre a malha urbana extremamente consolidada e o *Sprawl* característicos das periferias com grandes urbanizações pós-revolução 25 de Abril. É neste espaço sobranete e desconexo, normalmente limitado por grandes estruturas rodoferroviárias que tentamos estabelecer uma charneira de novas sinergias e ligações, promovendo a ligação das distintas realidades.

O resultado deste estudo direcionou-nos para limites ambíguos, tanto na coroa norte de Lisboa como nas zonas ribeirinhas da margem sul, sendo que esta última estará dependente da

construção de grandes infraestruturas (terceira e quarta travessias do tejo e aeroporto no Montijo).

Assim sendo, a nossa proposta implica respostas múltiplas e coordenadas: a nível geográfico com a criação de novas polaridades limítrofes; temporal com a previsão do desenvolvimento de Lisboa e com a construção pendente de grandes infraestruturas públicas; e de carácter programático com a necessidades do local onde se inserem diferentes programas/ tipos de estudante.

As Novas Portas de Lisboa 2030: Centralidade estudantil na Amadora

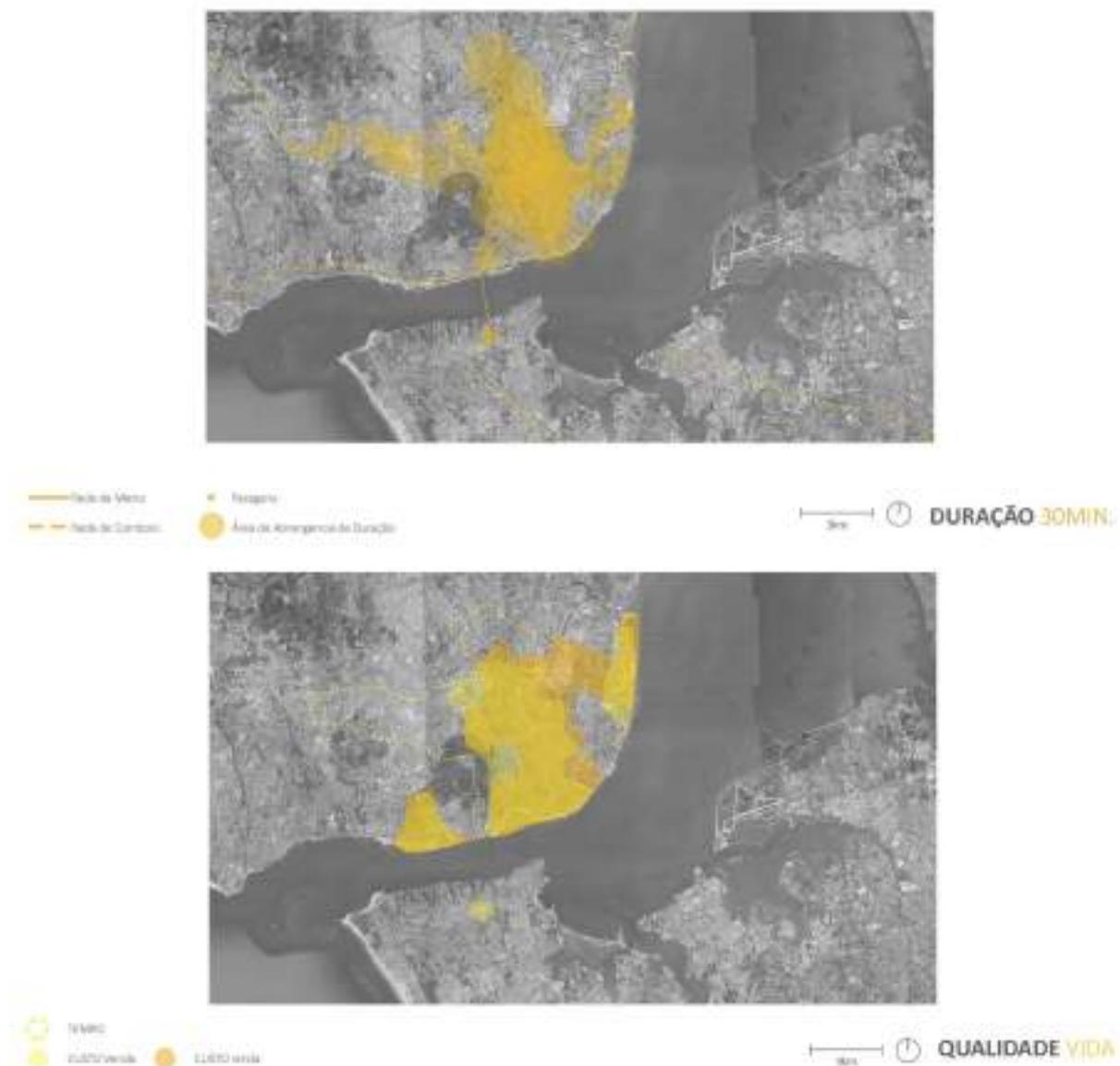


Figura 8 - Qualidade de Vida (tempo+preço) (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade; Maria Vieira, 2019)

3. Intervenção

Com base na análise realizada no capítulo anterior relativamente ao “*Reconhecimento do território*”, verificou-se que atualmente a nível da mobilidade, a distribuição da cidade de Lisboa funciona num sistema multilinear, ou seja, a rede de metro e comboio está desenhada com as suas conexões concentradas a sul, não existindo qualquer eixo de ligação entre as diversas linhas a norte e a poente.

A nossa proposta de residência estudantil passa pela reestruturação da AML, tendo em consideração as transformações que Lisboa terá nos próximos 10 anos. Deste modo, a proposta visa a transformação/criação de novos corredores de transportes públicos (metro de superfície) incorporados nas principais vias de circulação e distribuição periféricas automóvel e ferroviária, de modo a combater a carência de conexão entre as zonas periféricas e o centro da cidade. Estes novos corredores de transportes públicos surgem na sequência das atuais problemáticas de sustentabilidade, reduzindo o uso automóvel e promovendo uma visão ecológica.

Criam-se assim dois anéis tangentes, um que atua na coroa periférica reaproveitando a infraestrutura existente automóvel da CRIL (suprimindo as duas faixas de rodagem internas da plataforma) e outro que regenera uma área já consolidada no centro da cidade de Lisboa reaproveitando a infraestrutura ferroviária existente (substituindo o comboio por metro leve).



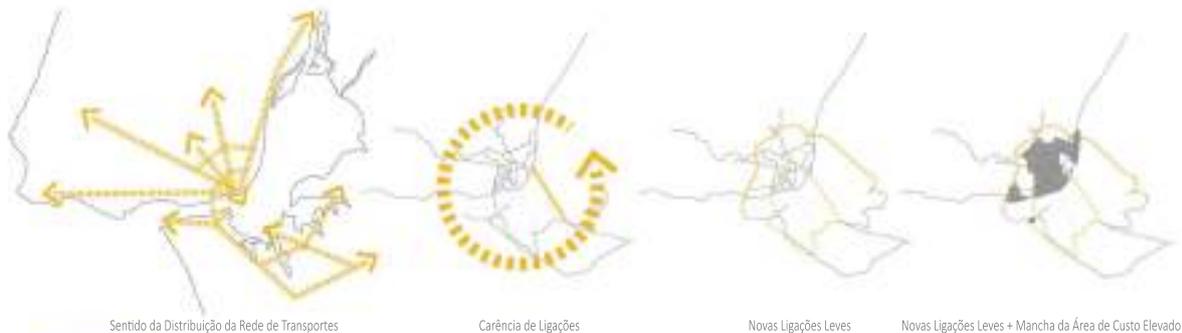
Figura 9 - Evolução da AML em conformidade com a intervenção (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019)

Deste modo, o anel periférico começa em Algés, com a introdução de um metro leve de superfície que facilita a mobilidade periférica, até então inexistente, com um grande corredor ecológico, prologando-se pela CRIL até Sacavém atravessando o rio pela ponte Vasco da Gama seguindo pela frente ribeirinha da Margem Sul que vai até à Trafaria, onde a Quarta Travessia liga novamente a Algés.

O anel interno é também ligado por esta estrutura que volta a cruzar o rio pela Ponte 25 de Abril, reestrutura e suprime a linha de comboio pesado do centro de Lisboa até Chelas, onde encontra o projeto proposto da terceira travessia do Tejo que liga ao Barreiro e retorna à ponte 25 de Abril num circuito fechado.



TRANSPORTES PÚBLICOS



ESTRUTURA VERDE



Figura 10 - Ponto de arranque da estratégia (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade; Maria Vieira, 2019)

Ao longo desta intervenção desenvolvemos vários pontos-chave que funcionam como interfaces e conectores urbanos, sendo estes o núcleo destas novas polaridades que visam regenerar estes territórios nomeadamente aos níveis: programático de residência universitária e com um carácter público complementar que serve também a população; mobilidade (ligação de dois transportes em massa, ciclovias, pedonais, bolsas de estacionamento, sistemas de car/bike sharing); ecológico (corredor verde, ciclo da água, arquitetura bioflica, etc.); e unidade de paisagem urbana (boulevard periférica, hortas urbanas, referências no percurso na CRIL).

Do ponto de vista urbano e pedonal, a CRIL funciona como uma “muralha contemporânea” da cidade e a nossa proposta visa redefinir as novas “Portas de Lisboa”.



Figura 11 - Anel Interior e Anel Periférico (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade; Maria Vieira, 2019)

Assim sendo, definimos 13 zonas fulcrais com maior carência a nível de ligações e serviços, tais como, na margem norte, no anel periférico, Algés (conexão com comboio linha Cascais, barco e 4^aTT), Miraflares (conexão com metro linha vermelha), Damaia (comboio linha de Sintra), Amadora (metro linha azul), Odivelas (metro linha amarela), Camarate (ligação condicionada pelo aeroporto) e Sacavém (conexão com comboio linha Azambuja e metro linha vermelha); e no anel interior, Chelas (conexão com comboio linha Azambuja, metro linha vermelha e 3^aTT) e Alcântara (conexão com comboio linha Setúbal, comboio linha Alcântara-Rio, metro linha amarela). Na margem sul desenvolvemos as interfaces, no anel periférico, Montijo (conexão com o novo aeroporto e o metro linha azul) e Trafaria (conexão com a 4^aTT e o metro linha verde); e no anel interior, Barreiro (conexão com a 3^aTT, o TGV e o metro linha azul) e Pragal (conexão com o comboio linha Setúbal e o metro linha verde). Este é um sistema que permite no futuro, e consoante o desenvolvimento e dinâmicas da cidade, criar polaridades com distintos caracteres. Cria-se assim uma rede de subsistemas e centralidades programáticas (social, desportivo, tecnológico, artístico, familiar, etc.) que tem influência sobre uma área bem mais vasta do que o próprio corredor programático proposto.



500m ESTRUTURA INTERFACES

Figura 12 - Estações de metro ao longo do Anel Interior e Periférico (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade; Maria Vieira, 2019)



Figura 13 - Estações de metro propostas (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019)

3.1. Estrutura da CRIL

O nosso olhar teve maior enfoque na análise morfológica da estrutura da CRIL, e de que forma esta se implanta e se relaciona com o terreno adjacente, pois esta estrutura assim como outras construídas entre a década 80 e o início do séc. XXI, vieram dinamizar a relação com a cidade e melhorar a mobilidade rodoviária. Estas estruturas têm uma identidade própria que caracterizam a paisagem urbana que se perdeu devido ao seu acelerado crescimento.



SISTEMA RODOVIÁRIO



Figura 14 - Diversidade tipológica da CRIL (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019)

Deste modo, estas construções criaram lugares ambíguos, não-lugares, vazios urbanos descaracterizados e descontinuidade no território. Pretendemos com esta análise perceber de que forma a implantação da nossa proposta de metro de superfície se pode relacionar com esta estrutura e com a envolvente, criando soluções que visem diminuir o impacto paisagístico que estas estruturas têm no território. Assim, a nosso ver a CRIL não é apenas uma estrutura de mobilidade e de ligação entre diversos pontos, mas também uma estrutura programática como parte integrante da cidade.

Na análise identificaram-se quatro tipologias de relação com o território: i) de nível (a plataforma da CRIL tem continuidade com o restante território); ii) em viaduto (a plataforma da CRIL eleva-se do território); iii) em túnel (a plataforma da CRIL enterra-se) e iv) em túnel aberto (a plataforma da CRIL enterra-se sem cobertura).



Figura 15 - Tipologia da CRIL/ metro leve (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade; Maria Vieira, 2019)

3.2. Tipologia de estação de metro

Esta linha de metro encontra-se condicionada pela sua localização, pois encontra-se entre vias rápidas, logo a entrada/saída de passageiros deve ser feita num nível diferente, onde se cria a estação, e pela tipologia da relação da CRIL com o território. Deste modo nos vários pontos de intervenção surgem várias soluções de estação de metro que se distinguem pela relação com a plataforma da CRIL.

Na análise identificaram-se quatro tipologias de estação de metro: i) de nível; ii) em ponte; iii) em túnel e iv) enterrada.



TIPOLOGIAS ESTAÇÕES

ANEL INTERNO

De Nível

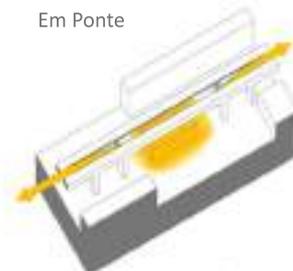


ANEL PERIFÉRICO

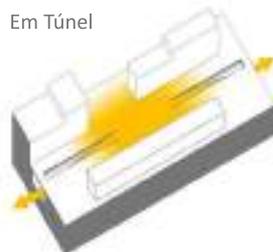
De Nível



Em Ponte



Em Túnel



Enterrada



Figura 16 - Tipologias de estação de metro (Fonte: André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade; Maria Vieira, 2019)

3.3. Referências

A referência estudada mais importante foi o projeto Loop City dos BIG, onde uma grande estrutura urbana liga as periferias de Copenhaga, fazendo ligação entre a área urbana e a área suburbana, através de um transporte em massa, ganhando novas dimensões e adaptando a sua morfologia às diferentes realidades com que se cruza, criando pontos de desenvolvimento e de dinamização urbano em torno das estações. Este projeto foi essencial para a perceção de múltiplas respostas que a estação de metro pode ter em contacto com a CRIL e com o território, para além disso, foi importante perceber que os pontos da estação de metro podem



ser utilizados como catalisadores de regeneração urbana.

Figura 17 - Referências: Loop City dos BIG; SkyGardem dos MVRDV (Disponível em WWW: <<https://big.dk/#projects-loop>> e <<https://www.mvrdv.nl/projects/208/seoullo-7017-skygarden>>)

Outra referência estudada foi o projeto Skygardem dos MVRDV, onde aproveitam uma estrutura rodoviária fechada por questões estruturais, na Coreia do Sul, para a implantação de um verde urbano de modo a melhorar a paisagem tornando-a mais ecológica e inspiradora para os locais. Este projeto teve importância para a nossa abordagem à CRIL enquanto elemento paisagístico no meio urbano.

Também se estudou o projeto do Programa Valis intitulado *As Portas da aldeia de Lisboa*, onde proponham que se abrissem portas de entrada pela barreira física que é a CRIL promovendo um cruzamento menos impactante entre a funcionalidade do automóvel e o urbanismo. Este projeto teve relevância no entendimento que se tem da AML, dos seus limites e das atuais portas de entrada para Lisboa.

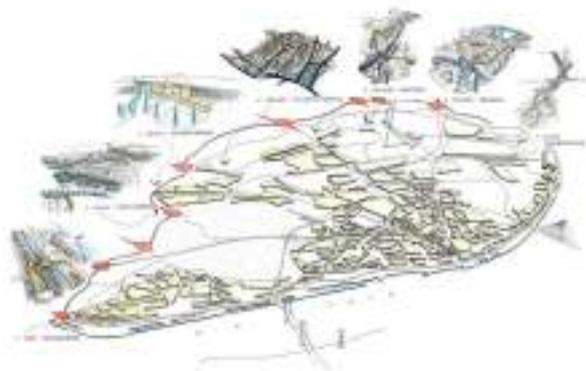


Figura 18 - Referências: Programa VALIS (Valorização de Lisboa) – *As Portas da Aldeia de Lisboa*, julho de 1991; Segunda Circular de Nuno Raimundo (Disponível em WWW: <<https://cedru.com/o-que-fazemos/valis-estudo-e-plano-estrategico-de-preservacao-do-patrimonio-arquitetonico-e-urbanistico-de-lisboa/>> e <<https://ocorvo.pt/o-metro-na-segunda-circular/>>)

Por fim, analisou-se o projeto Segunda Circular de Nuno Raimundo em que se aproveita a estrutura da segunda circular em Lisboa para se implantar um metro leve nas faixas rodoviárias centrais. Este projeto teria como objetivo diminuir o congestionamento rodoviário criando uma expansão da rede metropolitana de Lisboa. Localiza-se numa via paralela à CRIL, e assemelha-se ao nosso projeto pela necessidade de se criar uma linha de transporte público (metro) perpendicular às ramificações das linhas já existentes, promovendo assim a facilidade de mobilidade neste meio de transporte.

4. Síntese da estratégia

Esta estratégia/proposta de grupo foca-se na problemática da escassez de camas para estudantes universitários (10000 camas em falta) cruzando-se com a revitalização e criação de novas centralidades na periferia da cidade de Lisboa, tendo em consideração as transformações previstas para a AML, pensando-se numa Lisboa para daqui a 10 anos.

Deste modo, através da problemática e do programa residência de estudantes universitários, procuramos criar uma estratégia à macro escala na AML, ligando as duas margens através de um meio de transporte em massa (metro de superfície) para combater o défice de transportes e permitir trabalhar nas periferias (terrenos de menor custo) criando complexos de cidades universitárias (residências e edifícios complementares).

No fundo, pretendemos criar dinâmicas e conseqüentemente uma nova imagem em todo esse corredor de cintura de Lisboa, promovendo o seu atravessamento com uma nova experiência, tanto a nível de paisagem, como rodoviário, pedonal e ciclável. Esta grande artéria será também, a nosso ver, uma referência na expansão da cidade e catalisador de nova urbanidade.

5. Introdução à proposta individual

Dos pontos resultantes do trabalho de grupo, a zona escolhida para aprofundamento individual foi a Amadora, pelo imenso espaço disponível para trabalhar de forma a dar uma resposta (de camas) considerável. Dada a dimensão de todo este vazio descaracterizado depreendeu-se uma certa emergência de intervenção, pois os vários tecidos urbanos encontram-se muito distantes e sem conexão.

Pressupõe-se do trabalho de grupo que este é um local de carácter social, pela necessidade dos estudantes (futuros residentes) poderem contactar diretamente com a população local, proporcionando oportunidades de regeneração urbana e social, e reduzindo a degradação e segregação social (conceito que geralmente identifica a realidade destas periferias urbanas). Deste modo, a resposta urbana e arquitetónica deve promover uma série de programas e atividades públicas que juntem os locais, os estudantes e, se possível, outros extratos sociais.

Ainda da análise de grupo, identificou-se este local como apto a receber estudantes maioritariamente *standart* pela proximidade ao centro de Lisboa e instituições universitárias, e algumas famílias pela grande oferta local de vários serviços e equipamentos necessários às famílias, nomeadamente supermercados, farmácias, escolas, etc. Pelo carácter social desta intervenção e pela oferta de serviços existente no local, considerou-se, além das famílias, alguns alunos do tipo *digital nomad* de forma a manter vida no local, quando a maioria dos alunos *standart* estiverem nas suas instituições durante o dia.

6. Análise

6.1. Contexto histórico

Achados arqueólogos indicam ter havido vida humana na Amadora desde sempre pois era uma região rica em água, caça, arvoredo, vento e um microclima ameno. Na altura em que D. Afonso Henriques expulsa os Mouros de Lisboa, dá permissão a alguns para se instalarem fora das portas da cidade e trabalharem nos campos.

No séc. XVI a Estrada Real, hoje Estrada de Benfica e Rua Elias Garcia era o eixo de comunicação entre Lisboa, Belas, Sintra, Ericeira, etc. É deste eixo que surgiram todas as fixações populacionais.

No séc. XVIII é erguido o Aqueduto das Águas Livres. Desde então, a Porcalhota (nome como era conhecido o lugar) torna-se procurada por várias famílias para férias e outros entretenimentos.

No séc. XX e com a abertura das linhas de ferro de Lisboa a Sintra, o local começou a ser procurado como um local ideal para edificações fora do cerco das barreiras da cidade, pelo clima local que contribuía para uma qualidade de vida saudável.

Em 1907 deixa de se chamar Porcalhota para se chamar Amadora. Pouco depois começam a nascer as primeiras fábricas e os primeiros bairros operários e rapidamente os residentes criaram diversos espaços de lazer tornando-o um bom lugar para viver.

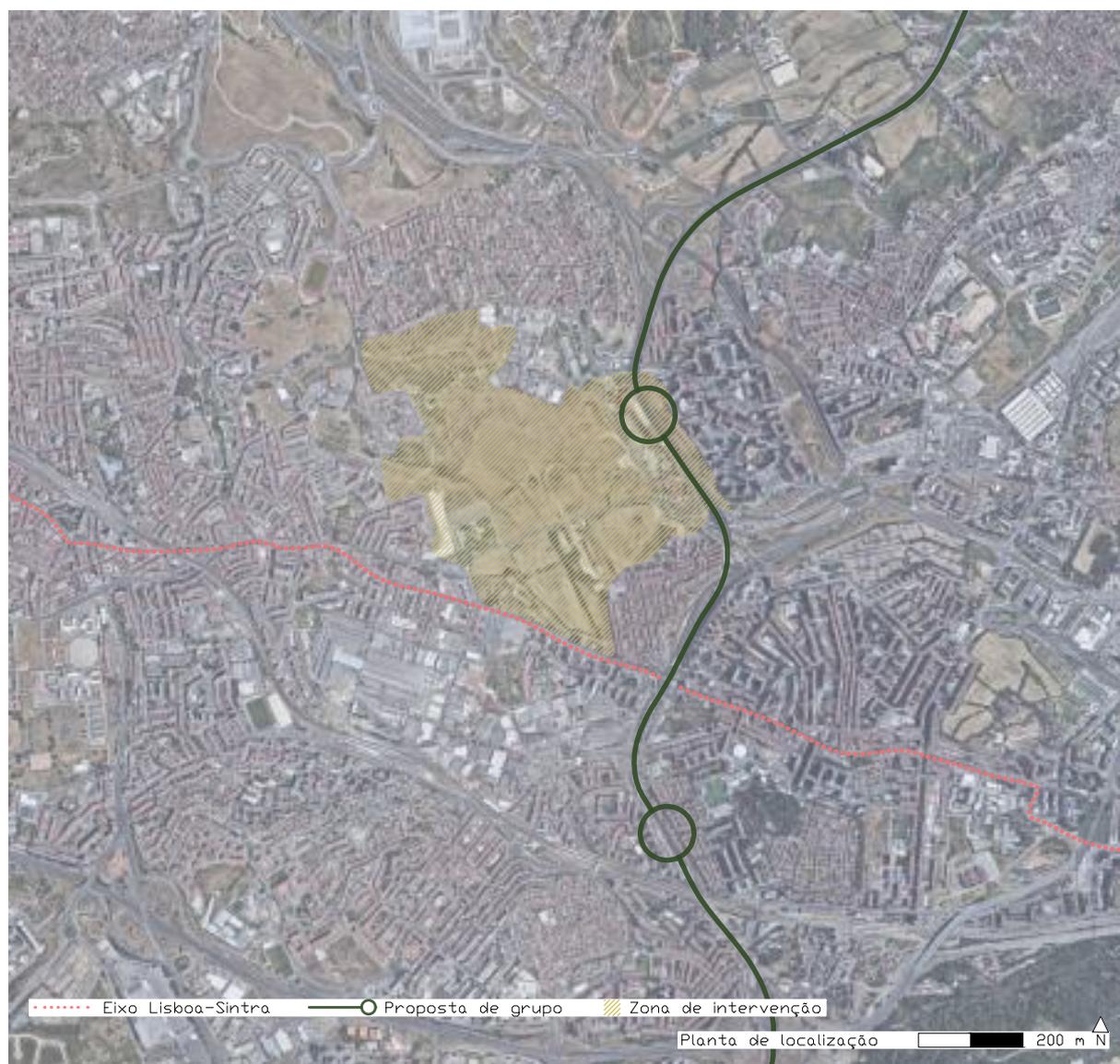


Figura 19 – Planta de localização (Fonte: Google earth; Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>)

Nos anos 30 e 40, com a industrialização e o enorme aumento demográfico que lotava de famílias o centro de Lisboa, a urbanização começa a fazer-se de forma violenta, para fora dos limites da cidade. Muitos destes portugueses abandonavam o interior do país à procura de melhores condições de vida e iam trabalhar para a indústria ou construção civil, principalmente. A falta de habitação fez com que aparecessem muitos bairros clandestinos. Com todos estes fenómenos, Amadora rapidamente tornou-se o maior dormitório da capital e a maior freguesia clandestina a nível Europeu.

6.2. Edificado

O edificado atual revela-se bastante complexo, composto de tecidos urbanos bastante distintos, referentes a bairros maioritariamente habitacionais e de diferentes escalas.

Este sistema urbano vem complicar-se ainda mais quando há um corte no território criado pela construção da estrutura da CRIL, que facilitou muito a mobilidade rodoviária no início do século XX, mas desfez muito urbanismo.

Verifica-se na planta de cheios e vazios a desproporção entre malhas urbanas e como estas vivem autonomamente no território. Outro dado importante nesta planta é a CRIL, que se apresenta como um cheio que só permite duas passagens de este para oeste, nomeadamente do bairro de Alfovelos, com blocos habitacionais até 13 pisos, para o vazio a intervir.



Figura 20 - Planta de cheios e vazios (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 21 - Vista poente da passagem norte da CRIL (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 22 - Vista poente da passagem sul da CRIL (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Ambas as passagens que cortam a CRIL são via túnel, por baixo da mesmo, no entanto, a passagem a norte revela ter mais qualidades e condições urbanas de atravessamento, pois a



Figura 23 - Vista da passagem norte da CRIL (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 24 - Vista da passagem sul da CRIL (Fonte: Marco Andrade, 2019)

passagem sul para além de ser mais baixa, encara-se com a saída e entrada de carros da CRIL, o que intensifica muito negativamente o ambiente do local.

6.3. O Local

O local de intervenção encontra-se adjacente (a norte) ao eixo histórico Lisboa-Sintra assim como à estrutura da CRIL (a poente). Este eixo, da rua Elias Garcia é ainda, do ponto de vista urbano e económico, o mais importante. É nesta rua que é possível encontrar pouca da vida urbana que existe na Amadora. Nos arredores a rua mais semelhante a esta é a estrada de Brandoa (a norte da intervenção), que faz parte do plano do Bairro de Brandoa, e possui também alguma dinâmica económica e urbana.



Figura 25 - Rua Elias Garcia (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 26 – Estrada de Brandoa (Fonte: Marco Andrade, 2019)

De modo geral, todas as outras ruas (dos bairros periféricos) tem um caráter muito habitacional, surgindo pontualmente um estabelecimento comercial. Estas apresentam-se, como é de se esperar, uma movimentação muito reduzida de pessoas, pois a maior parte dos moradores vai trabalhar para o centro de Lisboa.



Figura 27 - Vista aérea do local de intervenção (Fonte: Google earth, Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>)

As Novas Portas de Lisboa 2030: Centralidade estudantil na Amadora



Figura 28 - Planta de caracterização (Fonte: Google earth, Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>)

O espaço de intervenção propriamente dito é um espaço descaracterizado, sem qualquer tipo de programa de contributo ao urbanismo local. É neste momento um impasse no meio de várias malhas urbanas, de diferentes tipologias, segregadas entre si. No entanto, existem alguns atalhos pedonais que cortam este mesmo terreno.

A parte da estrada de Brandoa que fica adjacente ao vazio em estudo também se encontra em estado de descaracterização. Para além disso, fica nas traseiras da CRIL, numa zona também descaracterizada. No entanto, existe um edifício complementado por um espaço (improvisado) exterior alcatroado onde se realiza esporadicamente uma feira informal.

Na extremidade sudoeste do vazio existe a entrada para o metro assim como um ginásio e um pequeno espaço de treino exterior. Esta é a única parte deste vazio que se encontra desenhada e caracterizada. Neste sentido, o espaço envolvente ao vazio é circundado por uma passadeira alcatroada de correr, e vê-se que é frequentemente utilizada.



Figura 29 - Vista do vazio urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 30 - Trilho feito pelos moradores (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Curioso também é ver que embora o espaço não esteja desenhado e a população idosa na Amadora, de acordo com o INE, esteja a aumentar muito, esta população assim como os mais novos utilizam o espaço público mesmo desqualificado.



Figura 31 - Edifício de apoio à feira (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 32 – Entrada da estação de metro existente no vazio urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 33 – Passadeira de corridas periférica ao vazio urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 34 – Estacionamento improvisado junto ao metro (Fonte: Marco Andrade, 2019)

6.4. Mobilidade

Do ponto de vista rodoviário existem dois grandes eixos que passam pelo local que ligam a Lisboa, a norte a IC16 e a sul a A37. Estes correspondem, de acordo com o INE, com, 5% e 15%, respetivamente, do fluxo de automóveis. Não são valores muito altos, mas de forma a seguir a lógica da estratégia de grupo, deverá ter-se em conta bolsas de estacionamento que sirvam de paragem, para depois prosseguir para o centro de Lisboa de transportes públicos.

A linha de comboio passa a sul da intervenção, mais próxima da estação anterior da proposta de grupo (metro leve da CRIL – Damaia), dando origem a outra centralidade.

A linha de metro vai até à estação de Reboleira, fazendo paragem para estação no bairro de Alfovelos (a nascente relativamente à CRIL) e em Amadora Este (dentro do terreno a intervir). Esta rede de metro deverá ainda expandir-se dando continuidade a este conceito de estação como catalisador de regeneração urbana.

Ainda existe um meio de transporte mais ecológico, as bicicletas, que neste momento conta com ciclovias pela Estrada Real até às Portas de Benfica, precisamente antes de começar Amadora.

Na planta de mobilidade (figura 35) é possível identificar uma zona muito mais construída, a que circunda a linha de comboio, enquanto que a norte desta identifica-se um território ainda muito pouco consolidado.

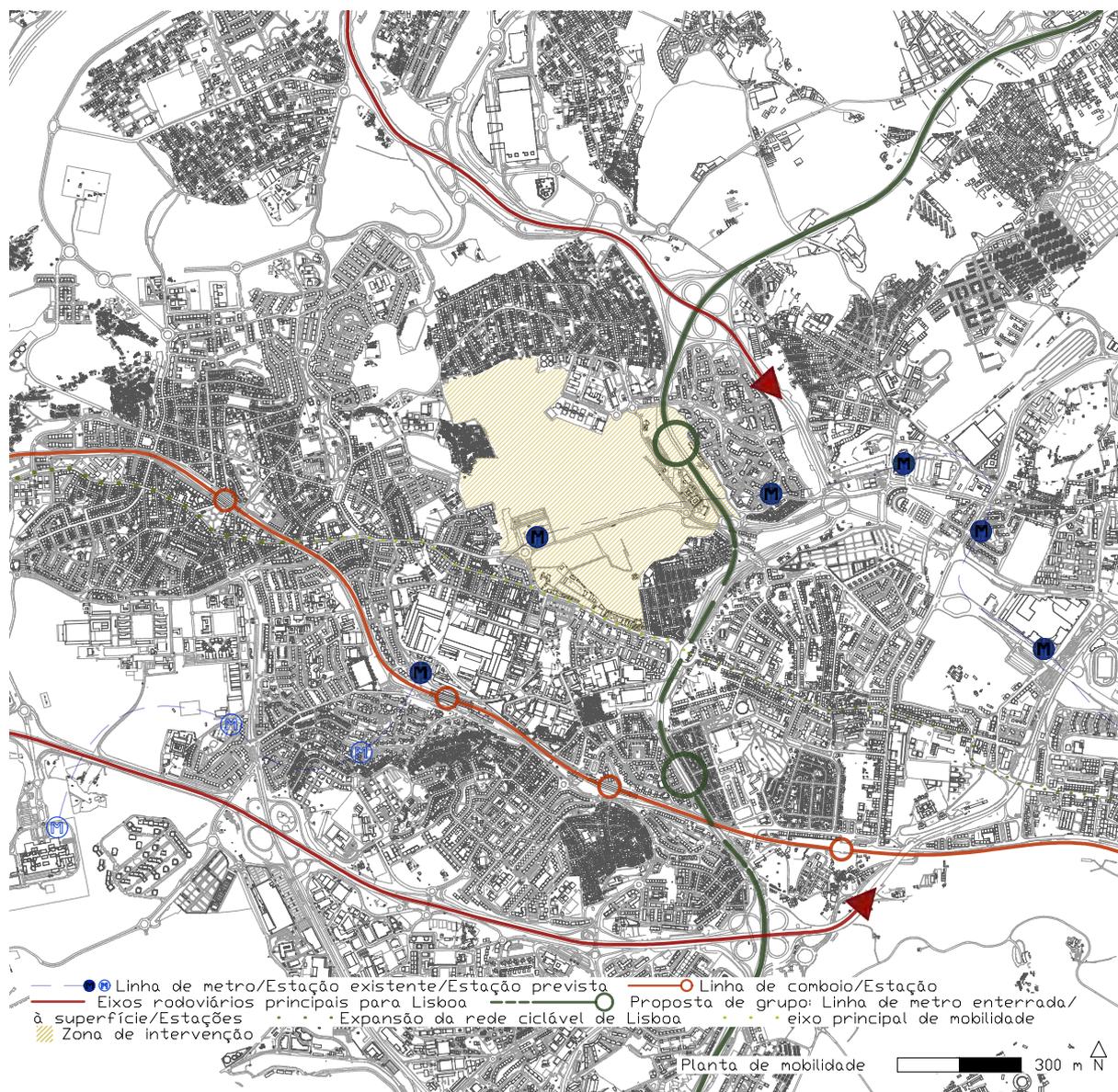


Figura 35 - Planta de mobilidade (Fonte: Marco Andrade, 2019)

6.5. Ecologia

O local a intervir coincide com o início de uma linha de água muito importante, a maior da AML. Nasce no próprio terreno, passa por Benfica e vai desaguar no vale de Alcântara. Este dado deixa algumas sugestões no ar, uma vez que se atravessa tempos em que se procura soluções hídricas, de recursos, de produção, etc. mais sustentáveis.

Para entendimento do estado de estrutura verde local foram analisados os dois maiores planos de corredores verdes locais. O Eixo Verde e Azul que pretende ligar a Serra da Carregueira em Sintra, passa junto ao limite administrativo da Amadora e segue até o Passeio Marítimo de Algés, recuperando linhas de água e cultivando um grande corredor verde. O outro é o plano de corredores verdes de Lisboa que tem início no seu maior pulmão também, Parque Florestal de Monsanto indo por vários percursos pelo interior do centro da cidade.

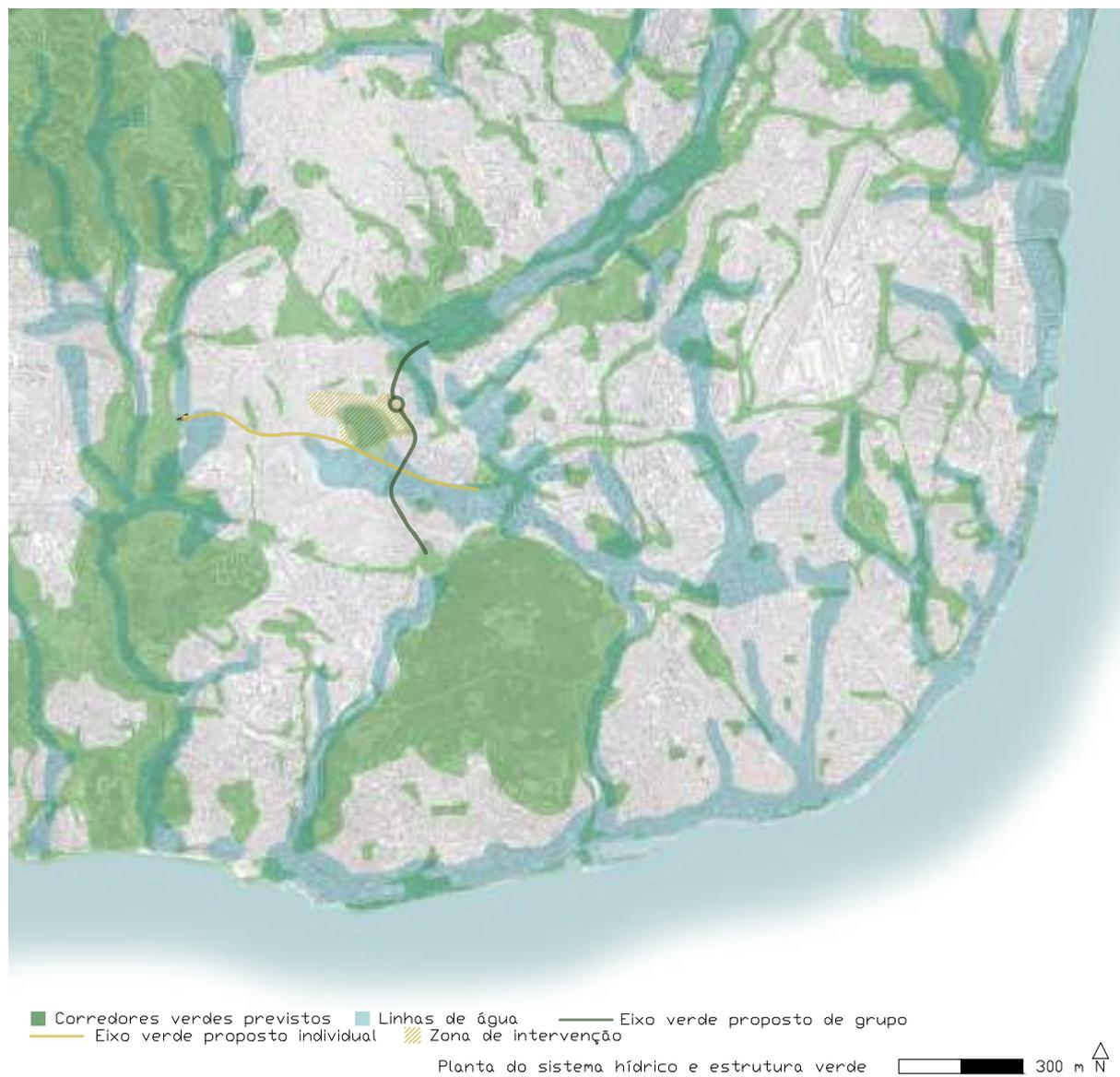


Figura 36 - Planta do sistema hídrico e estrutura verde (Fonte: Marco Andrade, 2019)

7. Proposta

7.1. Intervenção urbana

Após a análise feita às várias partes constituintes do sistema urbano da zona de intervenção determinou-se uma estratégia urbana que, mantendo os ideias do trabalho de grupo, conseguisse resolver os problemas urbanos locais numa ótica sustentável.

O terreno a intervir encontra-se num estado de impasse, tanto pedonal como rodoviário, de maneira que se fez uma análise às vias rodoviárias estruturantes de forma a completar este sistema, proporcionando um sistema fluído. Este coser de ruas pretende não só facilitar a mobilidade rodoviária por si só como também facilitar o acesso aos espaços residuais que se encontram entre bairros, promovendo a sua consolidação.



*Figura 37 - Ligação de vias rodoviárias
(Fonte: Marco Andrade, 2019)*

Este vazio é entendido como um ponto central catalisador de todas os bairros periféricos e segregados, proporcionando um sentido de unidade. Para tal, o programa para este vazio deve servir as necessidades e vontades dos locais assim como deverá cumprir com as ideias de cidade que se prevê para o futuro. Estas ideias estão relacionadas com ideias de sustentabilidade, nos seus três pilares: ambiental, social e económico.

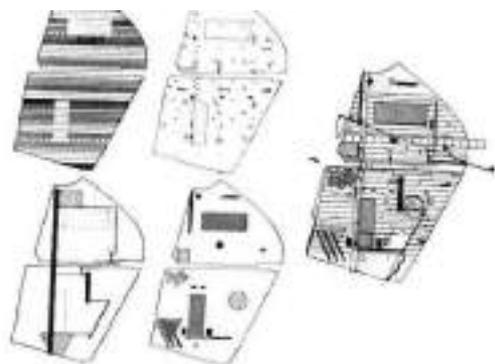
Tendo em conta a existência de uma importante linha de água do sistema hídrico da AML, o espaço não deve ser impermeabilizado. Igualmente a estrutura verde global apresenta-se desconectada entre os planos de Lisboa e de Sintra, de maneira que o programa deverá passar por manter a linha de água e plantar um parque urbano conector desta macroestrutura verde.



Figura 38 - Parque urbano como elemento centralizador (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Este parque tem o objetivo principal de criar uma centralidade que una todos os bairros segregados e ser motor de novos investimentos na consolidação urbana deste tecido. O parque tem assim a necessidade de ser uma parte integrante de várias malhas distintas, e para tal, assumiu-se um desenho orgânico, para que o caminhar pelo parque seja apenas uma continuidade dos percursos existentes.

No entanto, deve haver um certo raciocínio no seu desenho, e para tal apoiou-se uma referência, a proposta do Arq. Rem Koolhaas para o Parc La Villette em Paris. Este afirma numa entrevista que para se organizar na proposta, desenhou a proposta em bandas paralelas com os vários programas do parque (desporto, lazer, etc.) e que visto de cima é racional, mas que dentro do parque é tudo verde, unicamente.



Rem Koolhaas/OHne for Metropolitan Architect, Laser Diagrams for
Parc de la Villette, 1983.

Figura 39 - Diagramas conceituais da proposta de Rem Koolhaas para Parc La Villette (Fonte: Yasminroohi; Disponível em WWW: <<https://yasminroohi.com/la-villette-rem-koolhaas>>)

Esta postura de racionalidade foi importante para assumir no parque os percursos que tem o propósito de ligar ruas desconexas de todos os bairros, incluindo os atalhos pedonais já criados, informalmente, pelos locais. Também serão considerados os percursos que passarão a ser utilizados quando a proposta estiver completa, com todos os equipamentos que se propõe. Os percursos do parque serão ainda compostos de passadeiras de caminhadas e ciclovias para fomentar o exercício físico, que até já existe um pouco no local.

Propõe-se que a expansão de ciclovias que vem de Lisboa não pare nas Portas de Benfica, mas continue pelo eixo, de forma a chegar tanto ao parque urbano proposto como a todos as freguesias seguintes, de forma a aproveitar esta linha para um sistema de mobilidade ecológico e a ligar Lisboa aos outros municípios a poente.

Depois destes percursos serem “abertos” criam-se “ilhas” entre eles. Estas “ilhas” são complementadas por uma série de funções distintas que visam servir livremente pelos utilizadores. Sugerem-se alguns programas neste trabalho como é o caso do cultivo, do desportivo ou da clareira para piqueniques e de outras atividades exteriores ou de equipamentos públicos.



Figura 40 - Percursos objetivos no parque (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 41 - Proposta construída de Bernard Tschumi para o Parc La Villette (Fonte: Archdaily; Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-160419/classicos-da-arquitetura-parc-de-la-villette-slash-bernard-tschumi>>)

Este princípio é apoiado pelo testemunho do Arq. Bernard Tschumi quando constrói o Parc La Villette em Paris, em que uma série de linhas ortogonais organizam o parque, como uma cidade, que correspondem aos percursos, e no seu cruzamento implantam-se estruturas sem função definida. Prevalece aqui a ideia de que o modo de vida imaginado para o séc. XXI não se baseia em programas pré-definidos para os espaços, mas sim um espaço sem função que está apto a receber as mais variadas funções de acordo com a necessidade dos utilizadores.

A linha de água é aproveitada para a produção de alimentos assim como para a criação de tanques artificiais para lazer, bem como para prevenir cheias. No final da linha de água, propõe-se um edifício (Estação de tratamento de água) que aproveite o final deste curso de água e a reutilize, tanto para rega como para uso doméstico no local. Os resíduos dos locais serão aproveitados para a compostagem e fertilizando a produção local. Cria-se assim um ciclo natural de produção e uma economia circular, ao qual o edifício da ETA servirá como apoio, criando novos postos de trabalho promovendo assim a economia local.

Este ideal de cidade baseia-se em muito do pensamento atual para o futuro das cidades, destacando uma proposta dos Arquitetos Machou para Dubai. De acordo com a Archdaily é o parque urbano cultivável mais longo do mundo. O projeto incide numa importante via

rodoviária que foi reinterpretada e redesenhada de acordo com o projeto do parque urbano cultivável e permitindo o seu atravessamento.

Este projeto partilha de muito das ideias relativamente a todo o processo de produção de alimentos, seja do lado económico mais sustentável assim como do ambiente natural e terapêutico que está relacionada com a natureza, que se reflete na sociedade, promovendo boas relações sociais, sanidade mental e lazer.

As “ilhas” dedicadas ao cultivo têm dois critérios: estar em linha de água e ter acesso a uma via rodoviária, para terem um solo fértil e acesso automóvel para todo o apoio de máquinas à produção. Propõe-se ainda que o limite destas ilhas seja marcado com árvores de frutos, para dar a entender de que programa se trata (uma forma de orientação no parque) e para dar algo à população, para que a zona de cultivo não seja ameaçada de roubo ou vandalismo. Pretende-se que não sejam necessárias as típicas vedações para fazer barreira, mas sim um conjunto de vegetação. Este gesto pretende “impor” à sociedade princípios éticos de cidadania e boas maneiras de viver em comunidade.



Figura 42 - Parque urbano cultivável no Dubai de Machou Architects (Fonte: Archdaily; Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/917539/machou-architects-projeta-o-parque-urbano-cultivavel-mais-longo-do-mundo-em-dubai>>)



Figura 43 - Parque central de Koper do grupo Enota (Fonte: Archdaily; Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/915059/parque-central-de-koper-enota>>)

O princípio de ilhas foi também apoiado por um projeto dos Arquitetos Enota no Parque Central de Koper na Eslovénia, em que, de acordo com os arquitetos, o parque organiza-se em “ilhas de programas introvertidas individuais”, que são demarcadas pelos percursos e por um objeto arquitetónico que vai construindo muretes, bancos, etc.

Os espaços verdes nas cidades têm ganho alguma notoriedade também pela promoção da biodiversidade das espécies, coexistindo com o Homem do séc. XXI. Este é um ponto importante de se frisar, pois é um dos problemas da “luta pela sustentabilidade” mais difíceis de se resolver. Este é assim impulsionado pela existência da água, de um conjunto de vários tipos de árvores, produção de alimentos, etc. que pretende ser dinamizador da biodiversidade.

O parque é composto por um conjunto de edifícios que pretendem por um lado dinamizar as atividades no parque, assim como servirem de rótula entre o parque e os vazios urbanos adjacentes, proporcionando o investimento urbano e consolidando toda a malha urbana.

São propostos três polos de utilização *mix*, que juntem programas habitacionais com programas de utilização pública. O primeiro (nº 1 na figura 44) polo apoia-se da estação de metro que é

proposta pelo trabalho de grupo, utilizando a CRIL, e outros dois adjacentes à estação de metro já existente na extremidade sudoeste do parque. Neste trabalho o primeiro polo será a parte da proposta que será aprofundada. Os outros dois (nº 2 na figura 44) polos aproveitam as construções adjacentes verticais juntamente com o movimento do metro para criar dois polos distintos de toda a malha existente, criando pontos de intensidade urbana.



Figura 44 - Equipamentos de apoio ao parque (Fonte: Marco Andrade, 2019)

São implantados ainda três equipamentos sendo um já explicado, a Estação de Tratamento de águas (nº 3 na figura 44). Ao lado desta, e na Rua Elias Garcia, surge um equipamento (nº 4 na figura 44) que faz de rótula com a rua, isto é, um edifício que tem frente para a rua mas com abertura para o parque, marcando uma entrada (a única entrada pela rua em questão, pois existem construções pré-existentes). Este equipamento serve também para dinamizar a Rua Elias Garcia, que se estima ter mais expressão socioeconómica com a presença adjacente de uma nova centralidade (o parque urbano) e pelo acesso ciclável até Lisboa. O último equipamento (nº 5 na figura 44) encontra-se na extremidade norte do parque e constrói-se naturalmente pela morfologia topográfica. É um edifício miradouro, orientado para o centro do parque urbano e serve também de rótula a novos investimentos a norte, ou seja, é um motor de atratividade a completar todo o tecido urbano bastante fragmentado.

Em todos estes edifícios prevê-se a construção de um parque de estacionamento, não só para o próprio edifício como também bolsas de estacionamento previstas desde a estratégia de grupo. As várias bolsas de estacionamento devem-se à dimensão do espaço e uma só bolsa seria muito densa e ficaria sempre distante de alguma estação de metro (metro existente ou metro CRIL).

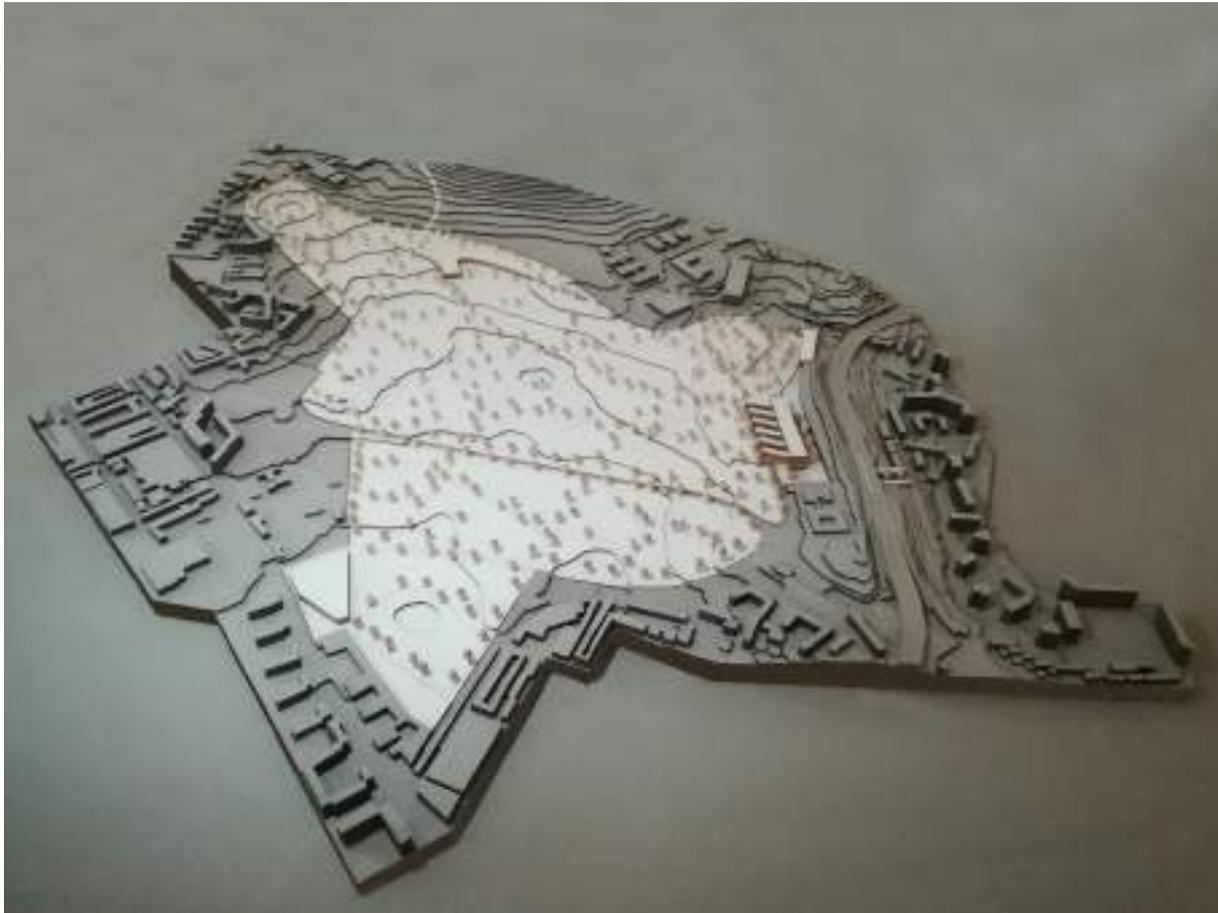


Figura 45 - Vista geral da maquete com equipamentos (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 46 – Planta do parque urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019)

7.2. Plano de pormenor

O presente plano aprofunda o primeiro polo de utilização *mix* que agrega a estação de metro da CRIL prevista pela estratégia de grupo. A intervenção neste polo tenta tirar partido da linha de força presente no território, a CRIL. Esta estrutura atualmente tem um efeito negativo pelo corte que cria no território e pela desproporção que tem relativamente às malhas urbanas adjacentes. A proposta visa então contornar este problema e, de certa forma, dar uma razão de ser a esta estrutura atualmente menosprezada no âmbito do urbanismo. Para tal, toda a intervenção tenta tirar partido da força expressiva que esta linha tem no território.



Figura 47 - Vista aérea do local de intervenção (Fonte: Google earth; Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>)

Neste polo insere-se a residência estudantil por uma questão de escala, tanto da resposta ao problema que tem uma grande dimensão assim como da expressão da CRIL no território. Possibilita-se também a proximidade dos alunos aos transportes públicos no local (metro leve da CRIL e metro existente Alfovelos – a nascente da CRIL)

O surgimento de uma nova estação de metro inspirou-se num ideal de que este pode ser um catalisador de urbanidade e centralidade, juntando-se programas comerciais e de escritórios. Pretende-se com isto criar um misto de utilização entre os locais, os estudantes e os trabalhadores. Promover assim mais um pequeno polo de economia, lazer, trabalho e habitação. Assim como foi definido pela estratégia de grupo, Lisboa descentraliza-se um pouco, em prol destas pequenas centralidades periféricas. Referencia-se ao caso o Centro Brunswick em Londres do Arq. Patrick Hodgkinson, em que a habitação faz parte de um complexo comercial



Figura 48 - Rua pedonal do Centro Brunswick (Fonte: Time Out London, Disponível em WWW: <<https://www.timeout.com/london/art/londons-worst-buildings-34>>)



Figura 49 - Vista geral (Fonte: Alamy; Disponível em WWW: <<https://www.alamy.com/stock-photo-brunswick-centre-london-united-kingdom-levitt-bernstein-associates-30833503.html>>)

exterior, segundo um eixo pedonal de uso público. Os estabelecimentos comerciais acompanham este eixo e as habitações encontram-se nos pisos elevados.

O projeto é composto por dois eixos, como mostra a figura 52: um que cruza perpendicularmente a CRIL num nível inferior e um outro perpendicular que se relaciona com a Estrada de Brandoa de forma a dar continuidade à dinâmica urbana já existente na mesma.

O atravessamento da CRIL é feito por um eixo semelhante à referência anterior, acompanhada por estabelecimentos comerciais, num nível inferior à CRIL, abrindo um percurso pedonal que facilite o atravessamento desta barreira. A entrada para o metro seria num piso superior, sendo as entradas perpendiculares a este eixo. Este resolve acessibilidade e cotas desde o bairro de Alfornelos (a nascente) até ao parque urbano proposto.



Figura 50 - Perspetiva interior do eixo da estação Baixa-Chiado (Fonte: Construir; Disponível em WWW: <<https://www.construir.pt/2018/08/07/estacao-baixachiado-celebra-20-anos/>>)

Este gesto apoia-se muito no projeto do Arq. Siza Vieira na estação de metro da Baixa-Chiado em Lisboa, em que é permitido o atravessamento da estação de metro ao público, como forma de atravessamento entre dois pontos da cidade, e as entradas para o metro encontram-se perpendiculares, como duas “ruas” secundárias.

Na proposta este percurso público é completado por uma série de estabelecimentos comerciais

que visam dinamizar o bairro de Alformelos e por outro lado dinamizar este percurso *underground* de acesso ao metro.

Na direção a poente encontram-se as entradas para a estação em ambos os lados, perpendiculares, depois há uma escadaria que acede ao exterior assim como mais dois pisos de lojas de maior escala (para implantação de um hipermercado).

Este híper tem acesso pelo metro como pelo nível superior exterior e tem um espaço para esplanada. Ao terminar as escadas encontra-se uma praça (ponto de interseção entre os dois eixos) que marca este momento. E por fim encontra-se uma escadaria/anfiteatro que acede ao nível do parque urbano. Esta escadaria é alinhada pela fachada da residência, que é também um meio de transição entre o parque urbano e este espaço público que acede ao metro.



Figura 51 - Vista poente da saída da estação de metro
(Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 52 - Vista nascente da saída da estação de metro
(Fonte: Marco Andrade, 2019)

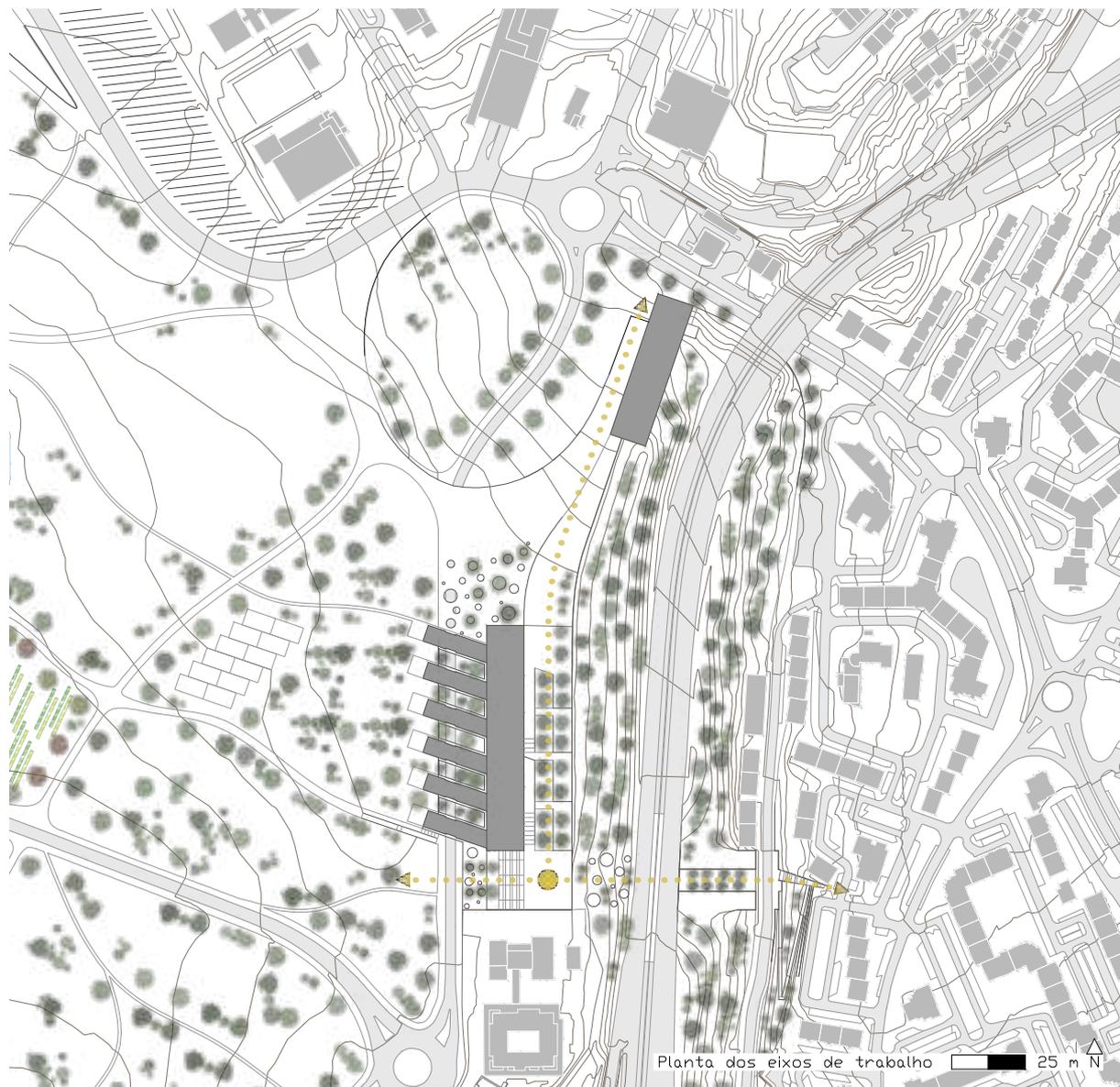


Figura 53 – Planta dos eixos de trabalho (Fonte: Marco Andrade, 2019)

As Novas Portas de Lisboa 2030: Centralidade estudantil na Amadora



Figura 54 – Corte transversal, nascente-poente, da estação de metro (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 55 – Corte longitudinal pelo eixo norte-sul visto para poente (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 56 – Corte longitudinal pelo eixo norte-sul visto para nascente (Fonte: Marco Andrade, 2019)

O segundo eixo começa com o edifício de escritórios que pretende marcar este momento com um edifício em balanço sobre um muro (o mesmo que suporta a CRIL) e implanta-se numa orientação paralela ao edifício que se encontra do lado oposto da rotunda (Fórum), por ter uma expressão bastante marcante na paisagem. Juntamente com o edifício de escritórios constrói-se um segundo *layer* do chão que se eleva numa suave rampa que passa por cima da rua, paralela a este eixo, acedendo diretamente ao parque urbano. Esta plataforma “constrói um espaço sem paredes” no nível da rua que mistura pilares redondos e troncos de árvores que penetram a plataforma por aberturas redondas, bancos, efeito de luz/sombra e relações visuais entre o nível do parque urbano e o nível da rua. Seguindo o eixo em direção ao metro (sul), encontra-se um muro de suporte do lado nascente e a residência do lado poente, sendo na residência os dois pisos (da rua e do parque) são de comércio.

Estes têm o objetivo de receber as feiras informais que se praticam no local, permitindo que ao passar pela alameda que dá ao metro consegue-se ir apreciando o que se expõe nestes patamares. No entanto, o espaço está apto a receber outros tipos de eventos como eventos expositivos que os estudantes queiram expor nesta alameda.

O último patamar vira-se para a praça que conclui este eixo e interseta o outro. Este patamar é o único que tem um programa definido que é a esplanada do estabelecimento comercial que se encontra no metro.



Figura 57 - Vista aérea do complexo urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019)

O edifício de escritórios pretende ter uma implantação que marca a paisagem com um momento único, um momento onde começa uma nova realidade urbana na Amadora. Este encaixa-se no talude que caracteriza a imagem de um local, pela existência da grande via-rápida que é a CRIL. Para este caso, usou-se como referência a Escola Superior de Comunicação Social, do Arq. Carrilho da Graça em Lisboa, pela implantação que tem e relação com uma grande estrutura rodoviária, a 2ª Circular. Nesta referência, o edifício encaixa-se sobre dois taludes, criando assim o seu próprio *skyline*, e com uma capacidade expressiva bastante forte que aguarde a intensidade e impacto que a 2ª Circular tem.

No caso do edifício de escritórios o conceito foi o mesmo, com a particularidade de este rematar apenas um talude, ou seja, a leitura do talude acaba com o edifício. Este tem uma implantação também paralela à CRIL e abre grandes envidraçados a ela, transmitindo do seu interior uma imagem da CRIL e de todo o bairro de



Figura 58 – Escola superior de comunicação social (Fonte: Wikipédia; Disponível em WWW: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Escola_Superior_de_Comunica%C3%A7%C3%A3o_Social>)



Figura 59 - Relação visual do interior para a 2ª Circular (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Alfornelos, intensamente urbana e com toda a construção vertical. Este momento acontece no topo do edifício, que corresponde a um espaço de artes e ofícios com o devido pé-direito maior para este tipo de trabalhos.



Figura 60 – Vista norte (da Estrada de Brandoa) do edifício de escritórios em relação com o Fórum à direita (Fonte: Marco Andrade, 2019)



Figura 61 – Implantação do edifício de escritórios no talude (Fonte: Marco Andrade, 2019)

A dicotomia entre o edifício de escritórios e o Fórum formam duas “ombreiras de porta” que marcam uma entrada e um enquadramento do parque urbano.

O outro alçado deste edifício (poente) tem vista para o parque urbano, e corresponde aos envidraçados dos escritórios. O edifício pretende ter este grande contraste na sua essência de ter por um lado a calma do parque urbano e por outro o movimento intenso da CRIL.

Na residência universitária, existe a plataforma que aproxima a mesma dos escritórios e aproxima o parque urbano deste complexo urbano. Para tal contribuíram três referências. A primeira foi o parque Ibirapuera, em São Paulo, do Arq. Óscar Niemeyer que constrói uma plataforma (neste caso inacessível) para ligar diferentes museus do parque usufruindo de uma abertura na mesma para criação de um momento de paragem.

O Barbican Centre, em Londres, dos Arq^{os} Chamberlin, Powell and Bom Architects foram os influenciadores da criação de um segundo *layer* ao tecido da cidade. Este complexo urbano tem uma extensão bastante grande na cidade e vai resolvendo os vários programas com a ajuda desta plataforma por cima da cidade. Neste caso a plataforma é privada e agrega todo um conjunto habitacional, deixando por baixo, no nível dos carros, as zonas comuns à cidade, zonas técnicas, garagens, etc. No caso da



Figura 62 - Marquise do parque Ibirapuera (Fonte: Laisazevedoarqu; Disponível em WWW: <<http://laisazevedoarqu.wixsite.com/arquitetura/single-post/2017/02/15/Oscar-Niemeyer-Parque-Ibirapuera-S%C3%A3o-Paulo>>)



Figura 63 - Passadiço a criar túnel no Barbican Centre (Fonte: geograph; Disponível em WWW <<https://www.geograph.org.uk/photo/2927901>>)

residência, a plataforma é pública e serve principalmente para fazer a transição entre o parque urbano e o conjunto urbano proposto (residência, comércio, escritórios e estação de metro), deixando a rua para os carros e entrada para o estacionamento num nível inferior.

Na leitura deste conjunto urbano, pretende-se destacar dois edifícios paralelepípedicos (o corpo principal da residência e o de escritórios) que ao usufruem da força expressiva da CRIL organizam o espaço público criando relações diretas com a envolvente e criando momentos próprios que definem o projeto como um todo. O projeto ganha um sentido único de urbanidade que só é conseguido pela implantação de apenas dois edifícios, uma plataforma e uma estrutura semienterrada que transmite a essência natural do metro (algo subterrâneo).

O panorama obtido visto de norte, de quem desce a Estrada de Brandoa, é o de uma rampa suave que marca a entrada no parque urbano, como uma nova centralidade urbana. Este momento foi muito importante na elaboração deste projeto pois são as portas de entrada para a população residente.

Ao caminhar em direção ao metro tem-se uma leitura concreta dos dois edifícios ícone, que pela sua implantação convergem para um ponto importante, que é a estação de metro (figura 64). Por outro lado, quem sai do metro e olha para norte, tem uma leitura da alameda proposta a dar continuidade visual pela Estrada de Brandoa, unificando assim estes dois espaços dinâmicos (figura 65).



Figura 64 - Vista da Estrada de Brandoa (Fonte: Marco Andrade, 2019)

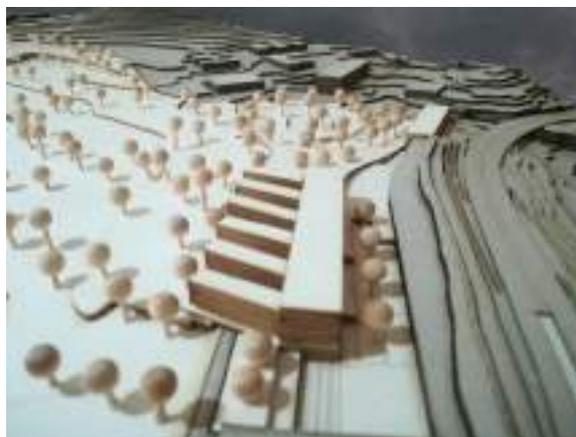


Figura 65 - Vista da saída da estação de metro (Fonte: Marco Andrade, 2019)

7.3. Residência estudantil

A residência foi pensada numa escala proporcional à escala do problema assim como à escala expressiva da CRIL. Dados os pressupostos já referidos anteriormente pretende-se um número de quartos maior para os alunos *standart* e, eventualmente, *high-tech* e um número menor de apartamentos para famílias e alunos *high-tech*.

No total está preparada para acomodar 918 alunos repartidos em tipologias de apartamentos e quartos. Da tipologia de apartamentos disponibiliza-se 135 apartamentos T1, 5 apartamentos T2, 5 apartamentos T3 habilitados a deficientes motores e 1 apartamento T4. Da tipologia de quarto disponibiliza-se 24 quartos individuais, 192 quartos duplos, 48 quartos triplos, 24

quartos de casal e 4 quartos de casal habilitados a deficientes motores. Este número corresponde a 310 alunos em tipologias de apartamentos e 608 alunos em tipologias de quartos.

Implanta-se numa zona de transição entre o parque urbano e a alameda proposta que antecede a estação de metro, incorporando no seu desenho a passagem de uma rua existente no local.

Pretende ser um edifício com uma utilização pública considerável dados os pressupostos assumidos. Este conjuga, para além da residência propriamente dita, comércio com travessia pública e estacionamento nos pisos semienterrados, promovendo a interação com a população local e trabalhadores.

O comércio é um momento programático de transição pública entre o parque e a alameda e, assim como o restante comércio na passagem pedonal da estação de metro, propõe um conceito de centro comercial exterior, contrariamente aos centros comerciais típicos que fecham entre paredes a vida urbana da cidade. Este conceito aplica-se igualmente aos acessos entre os dois pisos comerciais e o estacionamento que se expõem vincadamente para que se percebe à primeira vista todos os acessos possíveis.

Os espaços residências ficam nos pisos superiores e dividem-se em dois corpos arquitetónicos. O corpo principal que cria a relação com a CRIL e os corpos secundários que criam relação e mesclam o parque urbano. Existem dois tipos de acessos à residência. O acesso em galeria a nascente que pretende dar uma expressão horizontal ao alçado e criar assim uma relação com a CRIL. Estas galerias são acessíveis pelos apartamentos e pelas cozinhas comuns, com um conceito de partilha do espaço assim como toda a relação entre pessoas que existe na alameda



Figura 66 - Integração do Terminal de Cruzeiros no parque urbano (Fonte: Turbilhão, Disponível em WWW:<) <https://turbilhao.pt/entrevistas-perfis/carrilho-graca/>>)

é a plataforma que contém programa de comércio que faz transição para o parque urbano e põe o edifício a pairar no ar (ver figura 55). Para resolver esta situação apoiou-se a um discurso do



Figura 67 - Residência envolvida de árvores (Fonte: Marco Andrade, 2019)

e metro. Em contrapartida, os corpos secundários correspondem aos quartos e são acessíveis por acessos verticais. Estes representam uma essência de introspeção e individualidade, relacionando-se com o parque urbano neste ambiente.

A Escola Superior de Comunicação Social foi novamente uma referência pela linha de embasamento que o edifício tem e que apoia o edifício propriamente dito. Neste caso esta linha

mesmo arquiteto usado no Terminal de Cruzeiros em Lisboa. O arquiteto afirma que o edifício, com uma implantação “ícone”, é um objeto pontual na frente de rio e o mesmo é complementado por um conjunto de árvores à sua volta que integra o edifício na cidade.

No caso, a residência tem este mesmo papel, fazendo uma frente ao parque urbano, como momento pontual envolvido de árvores.

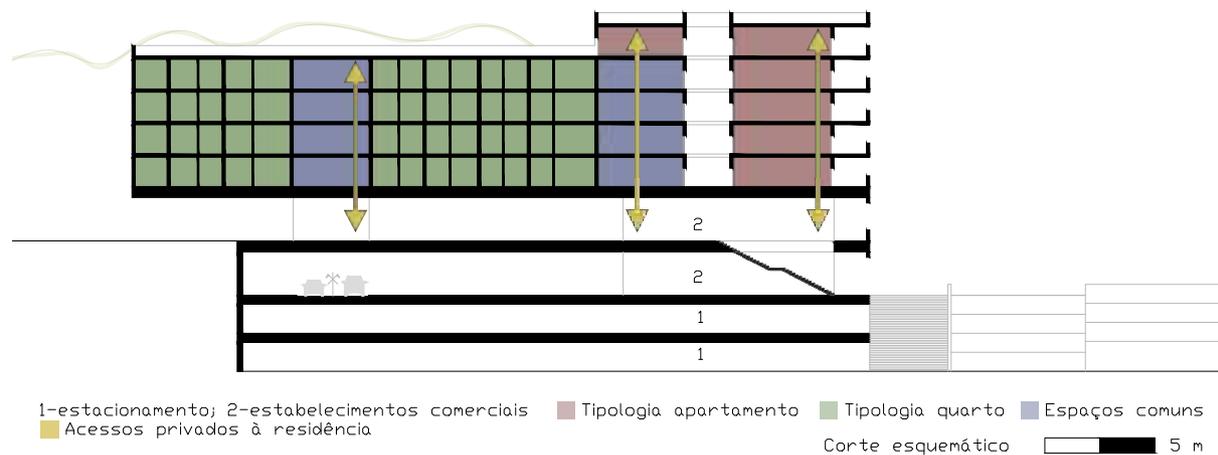


Figura 68 – Corte esquemático pela residência (Fonte: Marco Andrade, 2019)

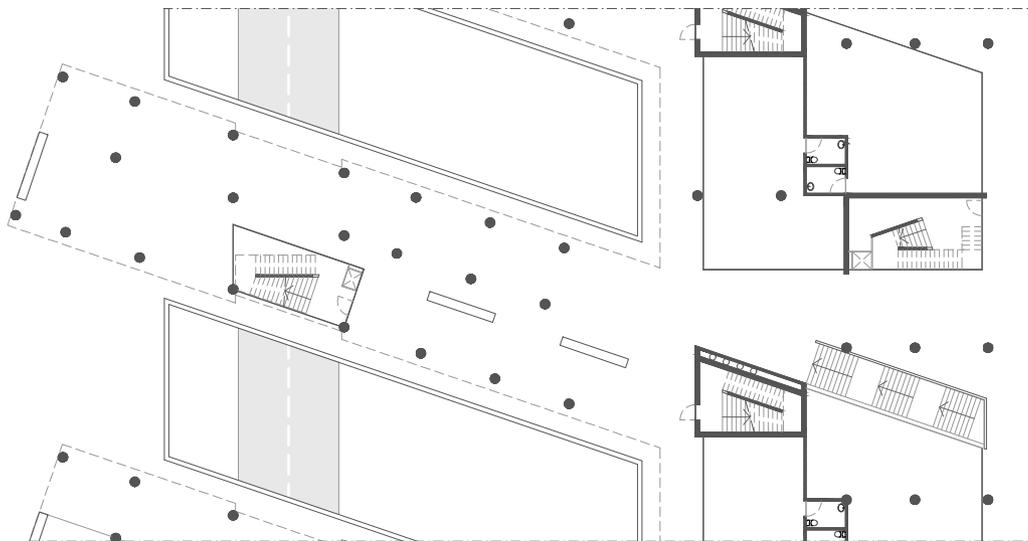


Figura 69 – Planta piso do parque urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019)

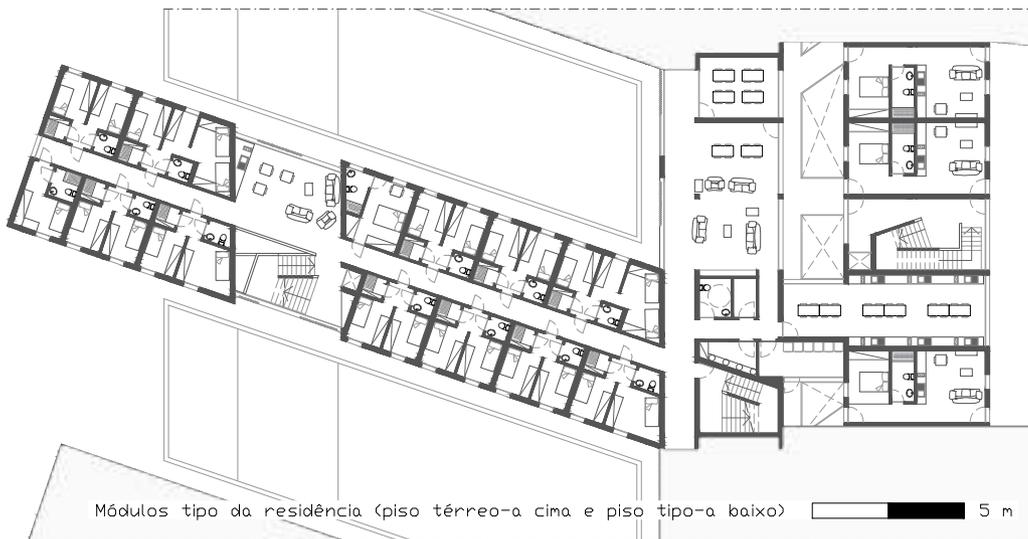


Figura 70 – Planta piso da residência (Fonte: Marco Andrade, 2019)

O corpo principal da residência é “cortado” por um saguão que permite a entrada de luz e ventilação à 2ª fachada dos apartamentos. Este espaço é atravessável desde os apartamentos para os espaços comuns, possibilitando assim que este não sejam utilizados apenas pelas tipologias de quarto, permitindo interação. Neste espaço é possível desenvolver atividades domésticas, como por exemplo estender a roupa, para que não sejam as galerias e as janelas utilizadas para este fim.

O módulo tipo da residência é dividido entre os apartamentos e cozinhas virados para as galerias, os espaços comuns virados para o parque urbano e o corpo de quartos na perpendicular num sistema de corredor central. Este corredor, de cariz mais privado no seu interior, direciona diretamente para as escadas corta-fogo. Este é um percurso direto e escuro (sem vãos para o exterior), descendo um escada que aumenta o seu lance quando se chega ao piso inferior e finalmente abrindo uma porta exterior que se abre para o parque urbano, espaço amplo e iluminado (numa lógica de aumento de escala e exposição).

Um segundo lance de escadas surge no meio dos corpos secundários, devido à distância máxima legislada entre acessos verticais, e este implanta-se segundo um corte no edifício. Um corte que se relaciona com a via rodoviária que passa no nível a baixo, como se estivesse penetrando o edifício. Este corte é ainda usufruído para uma pequena copa e sala de estar, que permite que os residentes tenham opção de escolha além da cozinha principal (mais movimentada).

No corpo principal as áreas comuns estão divididas entre expostas e não expostas ao exterior. Este ritmo é feito pela justaposição dos corpos secundários da residência. Isso permite ter espaços mais escuros na zona justaposta e iluminados apenas nas zonas da sala de estar e sala

de estudo. A zona de sombra, para além do acesso vertical, corresponde a um corredor que acede à cozinha, oculto por um bloco de I.S. e arrumos. Isso permite que quando um residente vai à cozinha não tem de deparar-se com eventuais visitantes que estejam na sala, mantendo assim a sua privacidade. Neste corredor encontra-se ainda uma sala de condutas de lixo e a lavandaria que se abre seguidamente para o saguão.

Os apartamentos têm uma tipologia base T1 que se repete ao longo do edifício e cria casos de exceção nas pontas do edifício, os T2 e T3. Tem uma configuração minimalista em que o bloco da I.S. divide a área pública (sala de estar e cozinha) do privado (quarto). Existem dois pontos de acessos verticais a estes apartamentos, pela galeria. Este é um envidraçado no piso térreo, que se dissimula no piso comercial transparente. A escadas mantém a lógica das restantes, aumentando o seu lance ao chegar ao piso inferior, abrindo-se para o espaço público.

A tipologia base dos quartos, predominante na residência, é o quarto duplo. Neste entra-se para um *hall* de entrada onde se encontra a I.S., dividida em dois compartimentos, de duche e de retrete, permitindo a sua rentabilidade e qualidade no uso. Só depois se tem duas entradas separadas por um pano de parede entre os dois quartos. Estes enquadram-se num conceito de dimensões mínimas habitáveis, permitindo assim ter rentabilidade de área ocupada e ao mesmo tempo privacidade /qualidade de vida.

Os estabelecimentos comerciais são minimalistas, de forma a manter o conceito inicial de transparência entre os dois lados do edifício. Desta forma, os blocos de I.S. e, quando existe, os acessos privados dos apartamentos, são as únicas peças fixas, permitindo que o espaço possa ser dividido no número e forma de lojas que se pretenda.

A referência de arranque para esta conceção foi o Alojamento Estudantil na Ciudad del Saber, no Panamá, dos SIC Architecture. Esta referência foi particularmente interessante porque tem um volume paralelo à rua que resolve os acessos verticais da residência e um conjunto de corpos secundários perpendiculares, com os quartos, que se fundem num parque urbano. As áreas comuns são todas no nível térreo em relação com o parque.



Figura 71 – Piso térreo em open space (Fonte: Archdaily, Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/759500/alajamento-estudantil-na-ciudad-del-saber-sic-arquitetura>>)



Figura 72 – Fachada principal (Fonte: Archdaily, Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/759500/alajamento-estudantil-na-ciudad-del-saber-sic-arquitetura>>)



Figura 73 - Alçado traseiro (Fonte: Archdaily, Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/759500/alajamento-estudantil-na-ciudad-del-saber-sic-arquitetura>>)

Como o Arq. Siza Vieira afirma, a natureza e o artificial não se intercalam, e por isso na arquitetura o importante é perceber o ponto de contacto entre as duas partes. Neste edifício o corpo principal assume uma implantação rígida e contra o sentido do natural (o parque urbano) transmitindo uma expressão urbana e muito relacionada com a CRIL. Em contrapartida os corpos secundários, não tentam ser parte da natureza, mas ser parte integrante da mesma, seja pela dimensão reduzida, pelos vãos menores e por permitir a criação de vários pátios entre eles que são ainda parte do parque, criando um desfazer comum entre as duas partes.

O estudo morfológico para esta proposta foi baseado em algumas propostas de megaestruturas, como é o caso da L'illa Diagonal em Barcelona do Arq. Manuel de Sòla-Morales e Arq. Rafael Moneo. Esta tem também uma junção de vários programas de utilização pública e privado, a interação do edifício com uma rua em túnel e uma atenção à escala e morfologia que tem para a grande Av. Diagonal relativamente à que tem para o lado traseiro mais doméstico.



Figura 74 - Fachada principal (Fonte: Meet Barcelona; Disponível em WWW: <<https://meet.barcelona.cat/en/visit-barcelona/resources/shopping>>)



Figura 75 - Fachada traseira com entrada de rua sob edifício (Fonte: Rafael Moneo; Disponível em WWW: <<http://rafaelmoneo.com/en/projects/lilla-diagonal-2/>>)

O alçado nascente é enfatizado por um desenho desordenado e em movimento de vãos (como os veículos na CRIL) dando uma ideia muito horizontal, como o próprio edifício. No entanto, no meio desta desordem é expresso a zona de acessos verticais e cozinhas, que pelo seu caráter mais público do que os apartamentos, são mais expostos. Este conceito pretende dar alguma ordem ao edifício e expressar para o exterior um pouco do seu interior.

A sua materialidade em pedra desalinhada na horizontal vem, subtilmente, ajudar a esta expressão ao mesmo tempo que cria hierarquia com os corpos secundário que são revestidos com argamassa pigmentada de branco. Desta forma ter hierarquia subtil em que a cor é da mesma natureza e apenas o traçado geométrico da pedra é que se destaca, elevando a plataforma e o edifício.

O seu embasamento é igualmente em betão com argamassa pigmentada de branco, de forma a manter a expressão dos corpos secundários da residência, e expressando um aspeto mais tosco e mais homogéneo (sem geometria das juntas da pedra).

O aço corten nas guardas pretende por um lado integrar-se do ponto de vista cromático e da textura assim como criar uma expressão forte do ambiente específico que é, de uma centralidade com ambiente predominantemente estudantil.



Figura 76 – Pormenor construtivo perspectivado (Fonte: Marco Andrade, 2019)

8. Referência bibliográficas

Centro Regional de Informação das Nações Unidas: **Relatório da ONU mostra população mundial cada vez mais urbanizada, mais de metade vive em zonas urbanizadas ao que se podem juntar 2,5 mil milhões em 2050** [Em linha]. Disponível em WWW: <<https://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050?fbclid=IwAR0kmuFKRXNnNpq3SOJaCg2MNGbkoqARrqYGBScZTBgxtQyXspPdHgJuaM>>
)

CRUZ, Carlos - **Infraestrutura, arquitetura e território: Vale do Carregado e a linha do Norte**. Lisboa: ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa, 2017. Dissertação de mestrado.

MORAIS, A. – **Era uma vez uma cidade chamada Amadora...** PSIGOLOS-Revista do Serviço de Psiquiatria do Hospital Prof. Doutor Fernando Fonseca, EPE. Amadora: 2009, p. 120 – 126. ISN: 2182-3146.

9. Índice

9.1. Índice de imagens

Figura 1 – Esquema estatístico de estudantes da cidade de Lisboa, segundo dados fornecidos da cadeira de Projeto Final de Arquitetura (Maria Vieira, 2019) pág. 161

Figura 2 – Notícias da problemática (Disponível em WWW: <https://www.publico.pt/2018/02/04/sociedade/noticia/estudantes-estrangeiros-a-nova-galinha-de-ovos-de-ouro-do-alojamento-1801517>) pág. 163

Figura 3 – Montagem provocatória de 10 torres das Amoreiras no parque de estacionamento do ISCTE-IUL (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 165

Figura 4 – Reconhecimento da problemática (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 166

Figura 5 – Análise da oferta atual para os alunos universitários (residências e universidades) (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 168

Figura 6 – Tipologia de alunos, ocupação e quarto (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 170

Figura 7 – Tipologia de residência (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 172

Figura 8 – Qualidade de vida (tempo + preço) (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 175

Figura 9 – Evolução da AML em conformidade com a intervenção (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 177

Figura 10 – Ponto de arranque da estratégia (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 178

Figura 11 – Estações de metro propostas (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 180

Figura 12 – Anel Interior e Anel Periférico (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 182

Figura 13 – Estações de metro ao longo do Anel Interior e Periférico (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 183

Figura 14 – Diversidade tipológica da CRIL (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 184

Figura 15 – Tipologias da CRIL/ Metro leve (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 185

Figura 16 – Tipologias de estação de metro (André Martins; Inês Nascimento; Marco Andrade e Maria Vieira, 2019) pág. 187

As Novas Portas de Lisboa 2030: Centralidade estudantil na Amadora

Figura 17 – Referências: Loop City dos BIG; SkyGardem dos MVRDV (Disponível em WWW: <<https://big.dk/#projects-loop>> e <<https://www.mvrdiv.nl/projects/208/seoullo-7017-skygarden>>) pág. 188

Figura 18 – Referências: Programa VALIS (Valorização de Lisboa) – As Portas da Aldeia de Lisboa, julho de 1991; Segunda Circular de Nuno Raimundo (Disponível em WWW: <<https://cedru.com/o-que-fazemos/valis-estudo-e-plano-estrategico-de-preservacao-do-patrimonio-arquitetonico-e-urbanistico-de-lisboa/>> e <<https://ocorvo.pt/o-metro-na-segunda-circular/>>) pág. 189

Figura 19 – Planta de localização (Fonte: Google earth, Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>) pág. 195

Figura 20 – Planta de cheios e vazios (Fonte Marco Andrade, 2019) pág. 197

Figura 21 - Vista poente da passagem norte da CRIL (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 198

Figura 22 - Vista poente da passagem sul da CRIL (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 198

Figura 23 - Vista da passagem norte da CRIL (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 198

Figura 24 - Vista da passagem sul da CRIL (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 198

Figura 25 - Rua Elias Garcia (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 199

Figura 26 – Estrada de Brandoa (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 199

Figura 27 - Vista aérea do local de intervenção (Fonte: Google earth, Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>) pág. 200

Figura 28 – Planta de caracterização (Fonte: Google earth, Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>) pág. 201

Figura 29 - Vista do vazio urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 202

Figura 30 - Trilho feito pelos moradores (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 202

Figura 31 - Edifício de apoio à feira (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 203

Figura 32 – Entrada da estação de metro existente no vazio urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 203

Figura 33 – Passadeira de corridas periférica ao vazio urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 203

Figura 34 – Estacionamento improvisado junto ao metro (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 203

Figura 35 – Planta de mobilidade (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 205

Figura 36 – Planta do sistema hídrico e estrutura verde (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 207

Figura 37 - Ligação de vias rodoviárias (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 208

- Figura 38 - Parque urbano como elemento centralizador (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 209
- Figura 39 - Diagramas conceituais da proposta de Rem Koolhaas para Parc La Villette (Fonte: Yasminroohu; Disponível em WWW: <<https://yasminroohi.com/la-villette-rem-koolhaas>>) pág. 210
- Figura 40 - Percursos objetivos no parque (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 211
- Figura 41 - Proposta construída de Bernard Tschumi para o Parc La Villette (Fonte: Archdaily; Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-160419/classicos-da-arquitetura-parc-de-la-villette-slash-bernard-tschumi>>) pág. 212
- Figura 42 - Parque urbano cultivável no Dubai de Machou Architects (Fonte: Archdaily; Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/917539/machou-architects-projeta-o-parque-urbano-cultivavel-mais-longo-do-mundo-em-dubai>>) pág. 213
- Figura 43 - Parque central de Koper do grupo Enota (Fonte: Archdaily; Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/915059/parque-central-de-koper-enota>>) pág. 214
- Figura 44 - Equipamentos de apoio ao parque (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 215
- Figura 45 - Vista geral da maquete com equipamentos (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 216
- Figura 46 – Planta do parque urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 217

Figura 47 - Vista aérea do local de intervenção (Fonte: Google earth; Disponível em WWW: <<https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>>) pág. 218

Figura 48 - Rua pedonal do Centro Brunswick (Fonte: Time Out London, Disponível em WWW: <<https://www.timeout.com/london/art/londons-worst-buildings-34>>) pág. 219

Figura 49 - Vista geral (Fonte: Alamy; Disponível em WWW: <<https://www.alamy.com/stock-photo-brunswick-centre-london-united-kingdom-levitt-bernstein-associates-30833503.html>>) pág. 219

Figura 50 - Perspetiva interior do eixo da estação Baixa-Chiado (Fonte: Construir; Disponível em WWW: <<https://www.construir.pt/2018/08/07/estacao-baixachiado-celebra-20-anos/>>) pág. 220

Figura 51 - Vista poente da saída da estação de metro (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 221

Figura 52 - Vista nascente da saída da estação de metro (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 221

Figura 53 – Planta dos eixos de trabalho (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 222

Figura 54 – Corte transversal, nascente-poente, da estação de metro (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 223

Figura 55 – Corte longitudinal pelo eixo norte-sul visto para poente (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 223

Figura 56 – Corte longitudinal pelo eixo norte-sul visto para nascente (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 223

Figura 57 – Vista aérea do complexo urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 225

Figura 58 – Escola superior de comunicação social (Fonte: Wikipédia; Disponível em WWW: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Escola_Superior_de_Comunica%C3%A7%C3%A3o_Social>) pág. 226

Figura 59 - Relação visual do interior para a 2ª Circular (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 226

Figura 60 – Vista norte (da Estrada de Brandoa) do edifício de escritórios em relação com o Fórum à direita (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 227

Figura 61 – Implantação do edifício de escritórios no talude (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 227

Figura 62 - Marquise do parque Ibirapuera (Fonte: Laisazevedoarq; Disponível em WWW: <<http://laisazevedoarq.wixsite.com/arquitetura/single-post/2017/02/15/Oscar-Niemeyer-Parque-Ibirapuera-S%C3%A3o-Paulo>>) pág. 228

Figura 63 - Passadiço a criar túnel no Barbican Centre (Fonte: geograph; Disponível em WWW <<https://www.geograph.org.uk/photo/2927901>>) pág. 228

Figura 64 - Vista da Estrada de Brandoa (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 230

Figura 65 - Vista da saída da estação de metro (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 230

Figura 66 - Integração do Terminal de Cruzeiros no parque urbano (Fonte: Turbilhão, Disponível em WWW: <<https://turbilhao.pt/entrevistas-perfis/carrilho-graca>>) pág. 232

Figura 67 - Residência envolvida de árvores (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 232

Figura 68 – Corte esquemático pela residência (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 233

Figura 69 – Planta piso do parque urbano (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 234

Figura 70 – Planta piso da residência (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 234

Figura 71 – Piso térreo em open space (Fonte: Archdaily, Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/759500/alojamento-estudantil-na-ciudad-del-saber-sic-arquitetura>>)

pág. 237

Figura 72 – Fachada principal (Fonte: Archdaily, Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/759500/alojamento-estudantil-na-ciudad-del-saber-sic-arquitetura>>)

pág. 237

Figura 73 - Alçado traseiro (Fonte: Archdaily, Disponível em WWW: <<https://www.archdaily.com.br/br/759500/alojamento-estudantil-na-ciudad-del-saber-sic-arquitetura>>)

pág. 237

Figura 74 - Fachada principal (Fonte: Meet Barcelona; Disponível em WWW: <<https://meet.barcelona.cat/en/visit-barcelona/resources/shopping>>)

pág. 238

Figura 75 - Fachada traseira com entrada de rua sob edifício (Fonte: Rafael Moneo; Disponível em WWW: <<http://rafaelmoneo.com/en/projects/lilla-diagonal-2/>>) pág. 238

Figura 76 – Pormenor construtivo perspectivado (Fonte: Marco Andrade, 2019) pág. 240

9.2. Índice de anexos

Anexo 1 – Enunciado do exercício

Anexo 2 – Estratégia de Grupo: Números atuais (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 3 - Estratégia de Grupo: Tempo limite e Preço imóveis (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 4 - Estratégia de Grupo: Qualidade de vida (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 5 - Estratégia de Grupo: Tipologia de aluno, ocupação e quartos (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 6 - Estratégia de Grupo: Tipologia de residência (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 7 - Estratégia de Grupo: Transportes públicos (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 8 - Estratégia de Grupo: Estrutura verde (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 9 - Estratégia de Grupo: Cronologia urbana (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 10 - Estratégia de Grupo: Critérios de localização (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 11- Estratégia de Grupo: Sistema rodoviário (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 12 - Estratégia de Grupo: Tipologia rede metro (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 13 - Estratégia de Grupo: Ligações metro leve (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 14 - Estratégia de Grupo: Tipologias estações (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 15 - Estratégia de Grupo: Casos de estudo – VALIS (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 16 - Estratégia de Grupo: VALIS vs Lisboa 2029 (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 17 - Estratégia de Grupo: Loop City dos BIG (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 18 - Estratégia de Grupo: Casos de estudo – Skygarden dos MVRDV (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 19 - Estratégia de Grupo: Memória descritiva (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 20 - Estratégia de Grupo: Interface Sacavém (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 21 - Estratégia de Grupo: Estação Camarate (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 22 - Estratégia de Grupo: Interface Odivelas (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 23 - Estratégia de Grupo: Interface Amadora (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 24 - Estratégia de Grupo: Estação Damaia (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 25 - Estratégia de Grupo: Interface Algés (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 26 - Estratégia de Grupo: Interface Miraflores (ANDRADE; MARTINS; NASCIMENTO; VIEIRA, 2019)

Anexo 27: Planta de localização e Planta do sistema hídrico e estrutura verde (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 28: Diagramas de intervenção no território (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 29: Planta do existente (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 30: Planta da proposta (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 31: Planta de implantação e corte esquemático (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 32: Planta do metro Cota 78 (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 33: Planta do metro Cota 87 (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 34: Planta do piso comercial Cota 92 (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 35: Planta do piso comercial Cota 97 (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 36: Piso tipo da residência Cota 102 (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 37: Piso tipo da residência Cota 114 (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 38: Cortes e alçados (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 39: Corte e alçado da residência (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 40: Corte e alçado da residência (Fonte: Marco Andrade, 2019)

Anexo 41: Pormenor construtivo perspectivado (Fonte: Marco Andrade, 2019)

10. Lista de abreviaturas

AML – Área metropolitana de Lisboa

TT – Travessia pelo Tejo

CRIL – Circular regional interior de Lisboa

TGV - *Train à grande vitesse* (Comboio de alta velocidade)

VALIS - Valorização de Lisboa

AUGI – Área urbanizável de génese ilegal

