Universidade do Minho
Escola de Arquitetura, Arte e Design

Gil Alves Martins

METABOLISMO PÓS-INDUSTRIAL
DA EXTRAÇÃO FÓSSIL À REGENERAÇÃO PELO CÂNHAMO E A CIRCULARIDADE DO AÇO

junho de 2026

METABOLISMO PÓS-INDUSTRIAL
DA EXTRAÇÃO FÓSSIL À REGENERAÇÃO PELO CÂNHAMO E A CIRCULARIDADE DO AÇO
GIL ALVES MARTINS
UMinho | 2026

Universidade do Minho
Escola de Arquitetura, Arte e Design

Gil Alves Martins

METABOLISMO PÓS-INDUSTRIAL

DA EXTRAÇÃO FÓSSIL À REGENERAÇÃO PELO CÂNHAMO E A CIRCULARIDADE DO AÇO

Trabalho de Projeto
Mestrado Integrado em Arquitetura
Construção e Tecnologia

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Jonathan Henry Pugh
Professora Doutora Rute Alexandra Santos Silva Carlos

junho de 2026

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial

CC BY-NC

https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

AGRADECIMENTOS

Um projeto sobre regeneração não nasce do nada. Nasce de conversas, de arquivos abertos, de pessoas que acreditam que o que parece devoluto ainda tem vida dentro.

À Inês e à Joana, cujo olhar sobre a Refinaria de Matosinhos chegou antes do meu. A conversa que partilhámos, as imagens e registos que generosamente disponibilizaram foram o momento em que o lugar ganhou uma camada que nenhum mapa consegue mostrar.

Ao Pedro Zilhão e à Cânhamor, por abrirem as portas de um cultivo que ainda poucos conhecem e por partilharem, com generosidade, o que a planta pode fazer quando lhe damos espaço.

Ao Professor Jonny e à Professora Rute pelo acompanhamento e orientação ao longo deste percurso.

À minha família por tudo, em especial à Luana por ter lido estas páginas com um cuidado que eu já não conseguia ter.

Aos colegas e amigos que partilharam este percurso, aos que já terminaram e já celebrámos, aos que ainda estão a caminho e que iremos celebrar, e aos que ficaram pelo caminho, saibam que consegui. A todos estes, com quem vivi estes longos anos de noites mal dormidas e manhãs mal acordadas, o melhor que levo são vocês.

Obrigado.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

DECLARAÇÃO DE USO DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri a qualquer forma de utilização indevida de ferramentas de Inteligência Artificial (IA), nem à falsificação ou omissão de informações, fontes, dados, resultados ou processos em nenhuma das etapas conducentes à sua elaboração.

Declaro ainda que qualquer utilização de ferramentas de IA foi feita de forma transparente e responsável, encontrando-se devidamente assinalada/descrita no trabalho, e que procedi à verificação crítica da exatidão do conteúdo produzido com o seu apoio, assumindo integralmente a responsabilidade pelo que submeto.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho, bem como as normas aplicáveis de integridade académica e de proteção de dados.

METABOLISMO PÓS-INDUSTRIAL

DA EXTRAÇÃO FÓSSIL À REGENERAÇÃO PELO CÂNHAMO E A CIRCULARIDADE DO AÇO

Resumo

O presente trabalho de projeto propõe uma estratégia de regeneração para a antiga Refinaria de Matosinhos, interpretando este território não como um passivo industrial obsoleto, mas como um sistema estratégico de recursos latentes. Num contexto de crise climática e escassez de recursos, o trabalho fundamenta-se nos princípios do Decrescimento, rejeitando a lógica da tábula rasa em prol de uma arquitetura de aproveitamento e baixa entropia.

A investigação estrutura-se a partir do diagnóstico de dois aspetos críticos do lugar: a contaminação do solo e a presença de uma vasta infraestrutura metálica. Propõe-se o uso do cânhamo industrial (*Cannabis sativa L.*) como agente metabólico central. Através da fitorremediação, o cânhamo promove a cura biológica do solo, enquanto fornece biomassa necessária para a manufatura local de uma gama diversificada de biocomponentes, desde os blocos de cânhamo até painéis de isolamento rígidos e elementos de acabamento termoacústico. Paralelamente, a infraestrutura existente é tratada como um banco de materiais, onde o aço é recuperado e recertificado para novas funções estruturais através da mineração urbana.

O desenvolvimento técnico foca-se na estratégia construtiva mista, explorando a simbiose tectónica entre o esqueleto de aço reaproveitado e a envolvente térmica de alto desempenho em cânhamo. Através de metodologias de *Design for Disassembly*, é proposta a reversibilidade total da intervenção. Distintamente, o cronograma de construção não obedece à lógica convencional do estaleiro: é ditado pelo ciclo biológico do cânhamo, subordinando o tempo da arquitetura ao tempo da biologia.

O trabalho culmina no projeto de um edifício-laboratório, um protótipo de investigação, certificação e transformação contínua de materiais, onde se testam em simultâneo a eficácia da fitorremediação, a integridade mecânica do aço recuperado e a performance do biocompósito, materializando a transição de uma economia extrativa para um modelo de construção circular e descarbonizado, devolvendo o território à cidade como um ecossistema produtivo e poroso.

Palavras-chave: Decrescimento, Cânhamo, Fitorremediação, Mineração Urbana, Reuso.

POST-INDUSTRIAL METABOLISM

FROM FOSSIL EXTRACTION TO REGENERATION THROUGH HEMP AND THE CIRCULARITY OF STEEL

Abstract

The present design project proposes a regeneration strategy for the former Matosinhos Refinery, interpreting this territory not as an obsolete industrial liability, but as a strategic system of latent resources. In a context of climate crisis and resource scarcity, the work is grounded in the principles of Degrowth, rejecting the tabula rasa logic in favour of an architecture of reuse and low entropy.

The research is structured around the diagnosis of two critical aspects of the site: soil contamination and the presence of a vast metallic infrastructure. The use of industrial hemp (Cannabis sativa L.) is proposed as the central metabolic agent. Through phytoremediation, hemp promotes the biological healing of the soil, while supplying the biomass needed for the local manufacture of a diversified range of bio-components, from hempcrete blocks to rigid insulation panels and thermo-acoustic finishing elements. In parallel, the existing infrastructure is treated as a materials bank, where steel is recovered and recertified for new structural functions through urban mining.

The technical development focuses on a hybrid construction strategy, exploring the tectonic symbiosis between the reused steel skeleton and a high-performance hemp thermal envelope. Through Design for Disassembly methodologies, the total reversibility of the intervention is proposed. Distinctively, the construction schedule does not follow the conventional logic of the building site: it is dictated by the biological cycle of hemp, subordinating the time of architecture to the time of biology.

The work culminates in the design of a laboratory-building, a prototype for the ongoing investigation, certification and transformation of materials, where the efficacy of phytoremediation, the mechanical integrity of the recovered steel and the performance of the biocomposite are tested simultaneously, materialising the transition from an extractive economy to a circular, decarbonised construction model, returning the territory to the city as a productive and porous ecosystem.

Keywords: Degrowth, Hemp, Phytoremediation, Urban Mining, Reuse.

Índice

Resumo v

Abstract vi

Lista de Figuras viii

CAPÍTULO I INTRODUÇÃO 02

1.1. Motivação 05

1.2. O Lugar 07

1.3. Enquadramento Teórico 08

1.4. Metodologia 09

1.5. Estrutura 10

CAPÍTULO II DIAGNÓSTICO 12

2.1. Interpretação da Preexistência 13

2.2. A Contaminação do Solo 14

2.3. O Banco de Materiais 15

CAPÍTULO III O CÂNHAMO 26

3.1. Fitorremediação 27

3.2. Do Cultivo ao Estaleiro 28

3.3. Performance 29

CAPÍTULO IV ESTRATÉGIA CONSTRUTIVA 32

4.1. Solução Mista Aço-*Hempcrete*: Sinergia Material 35

4.2. *Design for Disassembly* *37*

4.3. Cronologia Construtiva 39

CAPÍTULO V A PROPOSTA 48

5.1. Conceito e Implantação 49

5.2. Programa Funcional 53

5.3. Espacialidade e Materialidade 55

5.4. Detalhe Construtivo 57

CAPÍTULO VI Conclusão 63

6.1. A Viabilidade do Decrescimento em Matosinhos 63

6.2. Limitações e Ideias para Investigações Futuras 64

CAPÍTULO VII Referências Bibliográficas e Apêndice 65

Lista de Figuras

Figura 1 – Ortofotomapa com a localização da refinaria. Fonte: Elaboração própria (2026) 03

Figura 2 – Ortofotomapa com a localização do Porto. Fonte: Elaboração própria (2026) 04

Figura 3 – Vista aérea do porto de Leixões, 1962. Fonte: Monteiro (s.d.), cit. em Porto Desaparecido (2022) 06

Figura 4 – Panorâmica da construção da Petrogal (ca. 1980). Fonte: Miguel Marques (2010) 06

Figura 5 – Cabo do Mundo (anterior a 1969). Fonte: Porto Desaparecido (2012) 07

Figura 6 – Tabela do Inventário Estimado. Fonte: Elaboração própria (2026) 13

Figura 7 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026) 14

Figura 8 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026) 16

Figura 9 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026) 16

Figura 10 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026) 16

Figura 11 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026) 17

Figura 12 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026) 17

Figura 13 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026) 17

Figura 14 – Instalação artística no contexto da exposição Atmosfera Explosiva. Fonte: Fotografia de Miguel Oliveira, (2025) 18

Figura 15 – Instalação artística no contexto da exposição Atmosfera Explosiva. Fonte: Fotografia de Miguel Oliveira, (2025) 19

Figura 16 – Instalação artística no contexto da exposição Atmosfera Explosiva. Fonte: Fotografia de Miguel Oliveira, (2025) 20

Figura 17 – Instalação artística no contexto da exposição Atmosfera Explosiva. Fonte: Fotografia de Miguel Oliveira, (2025) 20

Figura 18 – Fotomontagem do interior da refinaria. Fonte: Elaboração própria (2026) 22

Figura 19 – Fotomontagem do interior da refinaria. Fonte: Elaboração própria (2026) 24

Figura 20 – Fluxo do Cânhamo. Fonte: Elaboração própria (2026) 30

Figura 21 – Matriz de agentes e processos. Fonte: Elaboração própria (2026) 34

Figura 22 – Fluxo do Aço. Fonte: Elaboração própria (2026) 36

Figura 23 – Pormenores de ligação reversível com conexões Quicon. Fonte: Adaptado de Heywood (2004) 38

Figura 24 – Pormenor de montagem de ligações com grampos. Fonte: Adaptado de Lindapter (s.d.) 38

Figura 25 – Pormenores de ligação reversível com conexões de grampo. Fonte: Adaptado de Cabaleiro et al. (2023) 38

Figura 26 – Linha Temporal da Intervenção. Fonte: Elaboração própria (2026) 40

Figura 27 – Planta da Fase 0. Fonte: Elaboração própria (2026) 42

Figura 28 – Planta da Fase 1. Fonte: Elaboração própria (2026) 44

Figura 29 – Planta da Fase 2. Fonte: Elaboração própria (2026) 46

Figura 30 – Implantação do edifício-laboratório. Fonte: Elaboração própria (2026) 50

Figura 31 – Fases de Construção. Fonte: Elaboração própria (2026) 51

Figura 32 – Planta. Fonte: Elaboração própria (2026) 52

Figura 33 – Alçados e Corte. Fonte: Elaboração própria (2026) 54

Figura 34 – Corte AA' Perspetivado. Fonte: Elaboração própria (2026) 56

Figura 35 – Tabela do Consumo Estimado. Fonte: Elaboração própria (2026) 57

Figura 36 – Pormenor Construtivo. Fonte: Elaboração própria (2026) 58

Figura 37 – Diagrama do Fluxo de Gastos. Fonte: Elaboração própria (2026) 59

Figura 38 – Corte de Fachada. Fonte: Elaboração própria (2026) 62

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

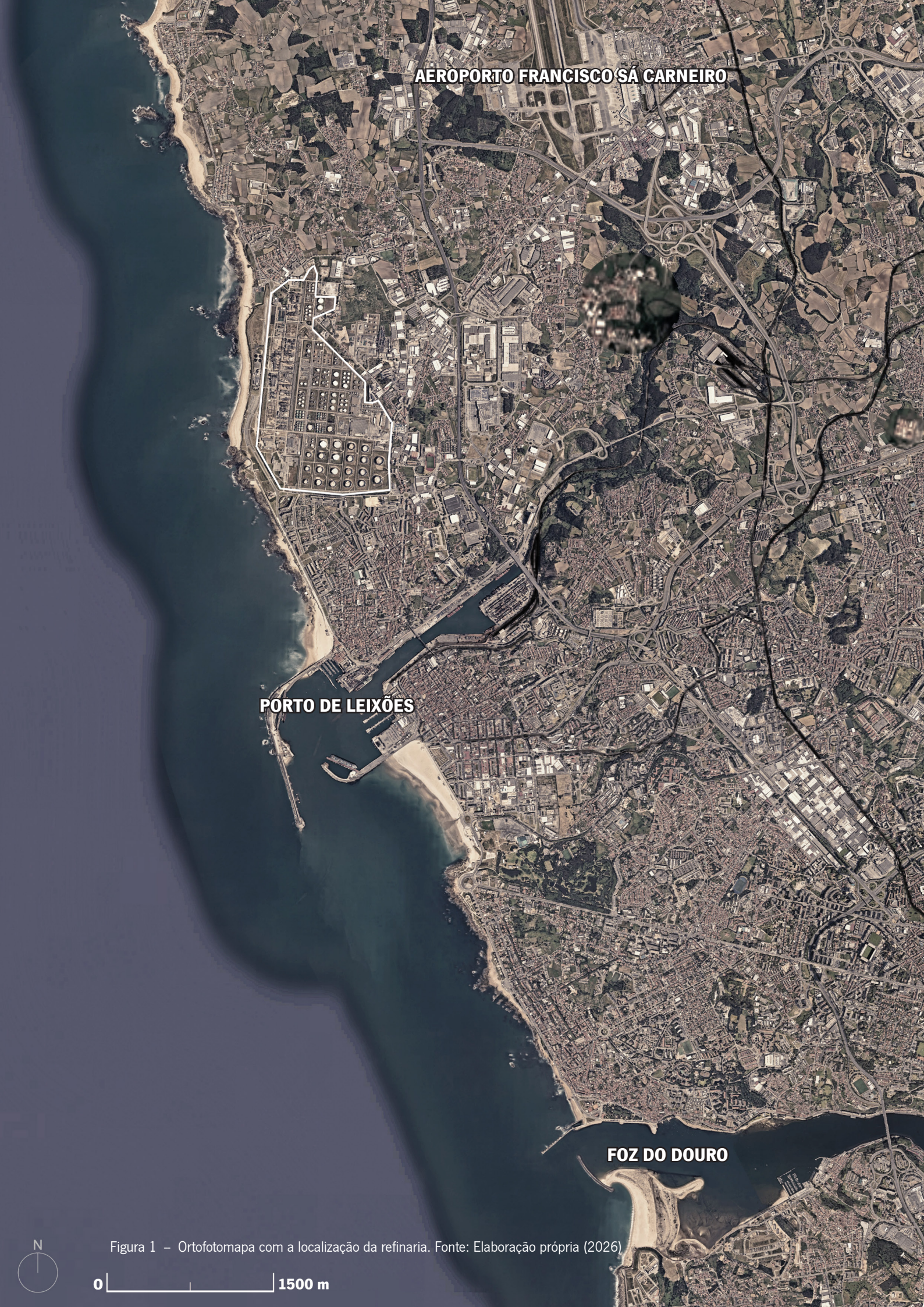


Figura 1 – Ortofotomapa com a localização da refinaria. Fonte: Elaboração própria (2026)



Figura 2 – Ortofotomapa com localização do Porto. Fonte: Elaboração própria (2026)

1.1. Motivação

A motivação central desta dissertação reside na urgência de reavaliar a prática arquitetónica face ao colapso iminente dos limites biofísicos do planeta. A construção é um dos setores de atividade com maior responsabilidade na exploração desmedida de recursos naturais, ultrapassando os níveis mínimos de preservação dos ecossistemas (UNEP, 2023; Rockström et al., 2009). A consciência de que a disciplina pode colocar-se contra a própria sobrevivência da espécie humana motiva a busca por um novo quadro de valores.

Este percurso iniciou-se com a investigação desenvolvida no primeiro semestre para a UC Atelier Integrado, onde a Refinaria de Matosinhos foi abordada como um campo de práticas com dimensão política e extrativista (Moreira & Rafael, 2023). O trabalho anterior funcionou como uma fase de investigação, permitindo o equacionamento de um problema: a obsolescência industrial de um território contaminado. A motivação para o presente trabalho é, portanto, a de converter essa investigação exploratória numa proposta espacial que não se transforme apenas em "engenharia ambiental", mas que mantenha a dimensão especulativa e artística da arquitetura, respondendo ao desafio de transformar positivamente o mundo através da reinvenção dos nossos hábitos e sistemas produtivos.





Figura 3 – Vista aérea do porto de Leixões, 1962. Fonte: Monteiro (s.d.), cit. em Porto Desaparecido (2012)

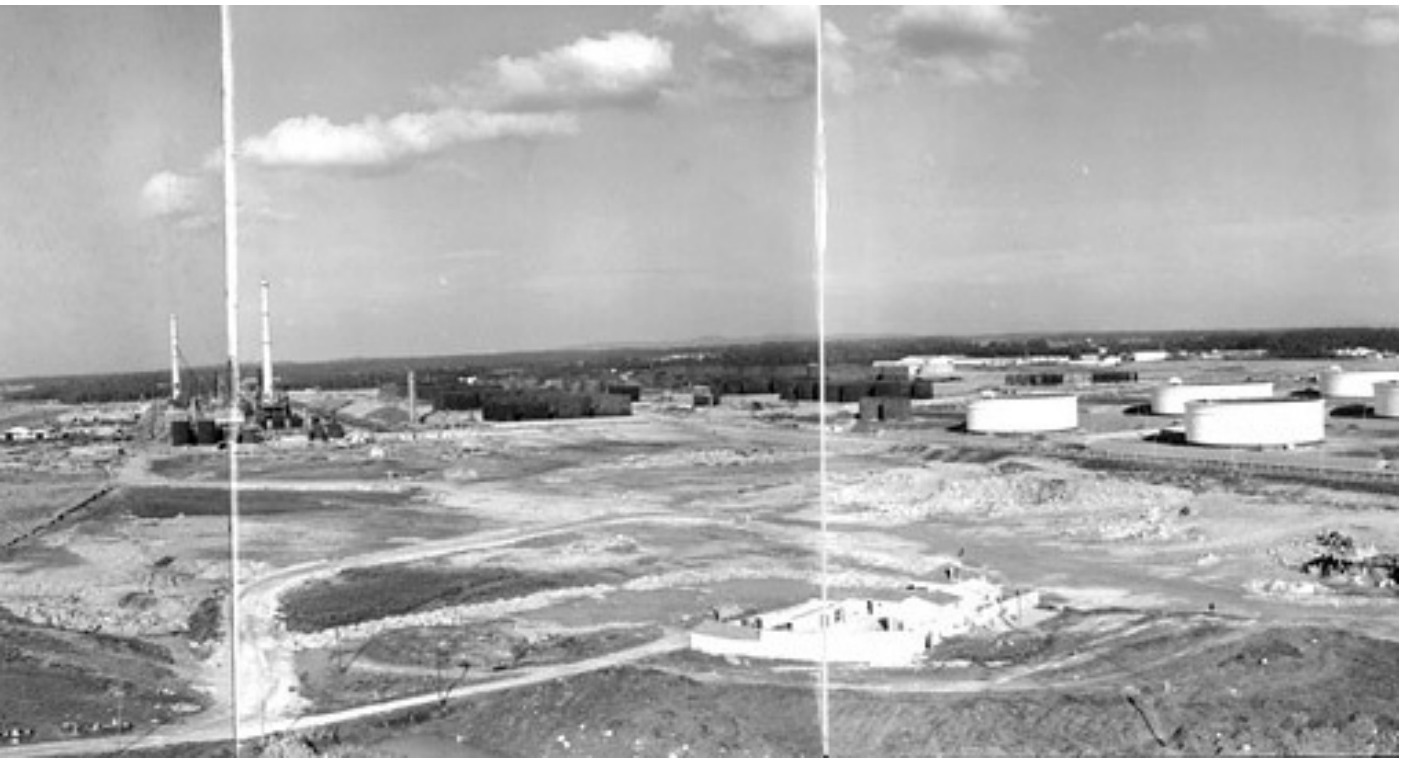


Figura 4 – Panorâmica da construção da Petrogal (ca. 1980). Fonte: Miguel Marques (2010)

1.2. O Lugar

A Refinaria de Matosinhos, cujas infraestruturas metálicas dominam o horizonte desde 1969, representa hoje um complexo desafio de regeneração urbana. Com a cessação de atividade em 2021, este território com cerca de 240 hectares transmutou-se numa "cicatriz" física e social, cuja reinterpretação oferece a oportunidade histórica de reparar a rotura paisagística imposta na década de 1960. Perante a ameaça de uma densificação urbana acelerada frequentemente camuflada por uma lógica de "progresso" que mimetiza os erros do século passado, recuperar a herança original de mata e dunas (Moreira, 2025), através de um espaço verde regenerativo, constitui um imperativo de justiça territorial.

Ao contrário dos *masterplans* convencionais, que visam selar o solo com novas infraestruturas e maximizar a rentabilidade construtiva, a intervenção proposta defende o regresso à "terra aberta". Através da fitorremediação (Aguiar *et al.,* 2025), pretende-se devolver à comunidade a mancha vegetal subtraída, processando a refinaria não como uma página em branco a ser preenchida por urbanizações genéricas, mas como um sistema complexo de solos e estruturas latentes.

Nesta perspetiva, a escala monumental das torres e tubagens é lida como um inventário de recursos sequestrados. A proposta rejeita tanto a preservação nostálgica como a demolição cega, um ato que ignoraria o enorme custo ambiental do carbono incorporado naquelas massas metálicas. Propõe-se, em alternativa, uma desconstrução cirúrgica: o desmantelamento metódico das infraestruturas para que o aço seja recertificado e convertido em suporte de uma nova economia biológica. O desenho nasce do processamento ético do passado, onde a arquitetura atua como o instrumento que desativa a máquina para recuperar a terra.



Figura 5 – Cabo do Mundo (anterior a 1969). Fonte: Porto Desaparecido (2012)

1.3. Enquadramento Teórico

A disciplina da arquitetura contemporânea encontra-se num momento de rotura, confrontada com a necessidade premente de uma transição radical: a passagem de uma "economia extrativa" para uma cultura de "suficiência material" (Latouche, 2009; Illich, 1973). Esta investigação ancora-se teoricamente no conceito de Decrescimento (Latouche, 2009), uma corrente de pensamento explorada por autores como Serge Latouche e Ivan Illich, que defendem a redução do metabolismo social e a autonomia das comunidades. Aplicar o Decrescimento ao contexto de Matosinhos significa, antes de mais, rejeitar a lógica do lucro imobiliário imediato e da construção expansiva em favor de uma temporalidade mais lenta e regenerativa.

Como aponta Rute Eires, a indústria da construção civil é responsável por uma fatia considerável da degradação ambiental global (Eires, 2007), quer pelas emissões de CO_2, quer pelo consumo desenfreado de recursos naturais finitos (UNEP, 2023). Inspirando-nos na prática de arquitetos como Lacaton e Vassal que preconizam o "nunca demolir, sempre adicionar e transformar" (Druot et al., 2007), o projeto foca-se na conservação do aço e na produção biológica da matéria. A estética aqui proposta não é a da novidade brilhante, mas a da permanência e da porosidade, onde o verdadeiro luxo arquitetónico reside na saúde do solo recuperado e na inteligência técnica da reutilização de recursos obsoletos.

1.4. Metodologia

A metodologia adotada para este trabalho é assumidamente interdisciplinar e processual, não se iniciando com o desenho do objeto, mas com uma investigação morfológica profunda. Nesta ótica, a investigação desenvolvida durante o 1.º semestre constitui a fase de diagnóstico indispensável para a viabilidade desta proposta. Durante esse período, o foco incidiu na escala do *masterplan* e no inventário das preexistências, o que permitiu compreender a refinaria não como um bloco monolítico, mas como um sistema de fluxos e recursos potenciais. As conclusões desse estágio preparatório foram determinantes para a transição para esta segunda fase, onde a escala macro urbana dá lugar à escala tectónica e biológica. O local passa a ser abordado como um ecossistema de recursos operando sob dois prismas fundamentais:

O Banco de Materiais: A infraestrutura metálica é abordada como um stock dinâmico de componentes prontos para a recertificação. Mais do que um catálogo passivo, estabelece-se um protocolo de mineração urbana (Rotor ASBL, 2021; Coelho et al., 2020) onde cada perfil extraído é submetido a decapagem e ensaios de integridade física, transformando a restrição do material existente numa oportunidade de desenho técnico.

O Laboratório de Regeneração: O solo é o protagonista silencioso. Através de uma perspetiva agroecológica (Menezes & Lopes, 2024), propõe-se que o estaleiro de obra se transforme num campo de produção. A cultura do cânhamo (*Cannabis sativa L.*) é introduzida como a ferramenta de cura: enquanto as raízes processam os contaminantes (Aguiar et al., 2025; Ramos Oliveira, 2022), o caule fornece a biomassa para o *hempcrete* (Malabadi et al., 2023; Nováková & Sal, 2019). Cria-se assim uma "economia de quilómetro zero", onde o edifício é o resultado físico da regeneração do seu próprio sítio.

1.5. Estrutura

A presente dissertação organiza-se em sete capítulos, desenhados para refletir a transição da escala territorial para a escala do detalhe:

Capítulo 1 (Introdução): Enquadra a motivação no tema do Decrescimento, define o objeto e os objetivos, e contextualiza a pesquisa realizada para a UC Atelier Integrado.

Capítulo 2 (Diagnóstico): Pretende determinar as problemáticas e propostas para o território.

Capítulo 3 (O Cânhamo): Explora a planta como agente de transição, analisando a sua performance técnica e o seu papel como um elemento na construção.

Capítulo 4 (Estratégia Construtiva): Apresenta a solução tectónica, as metodologias de *Design for Disassembly* e a cronologia de construção baseada no ciclo biológico do cânhamo.

Capítulo 5 (A Proposta): Desenvolve o projeto do edifício-laboratório, descrevendo a sua espacialidade, uso e inserção no metabolismo circular da antiga refinaria.

Capítulo 6 (Conclusão): Reflete sobre como a arquitetura pode ser questionada e reinventada através do Decrescimento, sintetizando os contributos e problemáticas desta investigação para a prática contemporânea.

Capítulo 7 (Referências Bibliográficas e Apêndice)

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO

2.1. Interpretação da Preexistência

A análise morfológica da refinaria revela uma paisagem de esqueletos metálicos, interpretados como uma Arqueologia Industrial do Antropoceno. Perante a ausência de dados facultados pela entidade proprietária e a impossibilidade de um levantamento *in situ*, este diagnóstico assume uma natureza especulativa e comparativa. O inventário foi construído através de uma metodologia de extrapolação, cruzando registos fotogramétricos à distância com o estudo de processos de desmantelamento de unidades petroquímicas congéneres e tabelas técnicas de arqueologia industrial.

Este esforço de reconstrução indireta permitiu estimar um banco de recursos de escala industrial, cujos valores de referência, discriminados por tipologia e origem na figura 6, revelam o potencial de reutilização de aço estrutural e chapagem. A viabilidade desta estratégia é validada pela simulação de um protocolo rigoroso de decapagem e recertificação (norma EN 1090-2) (Coelho et al., 2020). Ao integrar este material no novo ciclo construtivo, o projeto demonstra um potencial de redução substancial nas emissões de CO_2 face ao aço virgem (Coelho et al., 2020), provando que, mesmo operando sobre um inventário de estimativa, a desativação da refinaria constitui a maior oportunidade de descarbonização deste território.

ELEMENTO ORIGINAL	INVENTÁRIO ESTIMADO	FORMAS DE REINTEGRAR	IMPACTO / GANHO AMBIENTAL
SILOS, DEPOSITOS E ESTRUTURAS DE AÇO	~35.000 TON DE AÇO / 250K M² DE CHAPA	ESTRUTURA PRINCIPAL E COBERTURA VENTILADA	-97% EMISSÕES DE CO_2 VS. AÇO NOVO
BETÃO ESTRUTURAL (EDIFÍCIOS/ETAR)	~150.000 TON DE BETÃO ARMADO	AGREGADOS PARA PAVIMENTOS E ENCHIMENTO DE GABIÕES	ELIMINAÇÃO DE EXTRAÇÃO EM PEDREIRAS
REDE DE ESTRADAS	~125.000 M² (ASFALTO/BRITA)	NOVOS CORREDORES ECOLÓGICOS E CAMINHOS PERMEÁVEIS	CICLO FECHADO DE MATERIAIS INFRAESTRUTURAIS
TUBAGENS INDUSTRIAIS	150.000 METROS LINEARES	INFRAESTRUTURAS TÉCNICAS EXPOSTAS E MOBILIÁRIO URBANO	REDUÇÃO DE 100% NO DESPERDÍCIO DE METAIS NOBRES
SOLOS CONTAMINADOS	ÁREA TOTAL DO RECINTO	SOLO REGENERADO PARA O PARQUE DE LAZER E REMEDIAÇÃO	REMEDIAÇÃO IN-SITU (EVITA DEPOSIÇÃO EM ATERRO)
BIOMASSA (CÂNHAMO)	PRODUÇÃO ANUAL NO PARQUE	ELEMENTOS CONSTRUTIVOS EM CÂNHAMO	SEQUESTRO DE CARBONO (CO_2 RETIDO NAS PAREDES)

Figura 6 – Tabela do Inventário Estimado. Fonte: Elaboração própria (2026)

2.2. A Contaminação do Solo

O diagnóstico ambiental constitui a condicionante mais severa e determinante da estratégia do projeto. De acordo com os pareceres técnicos emitidos pela Agência Portuguesa do Ambiente, a "assinatura química" do solo e das águas subterrâneas é o reflexo direto de décadas de atividade petroquímica, revelando uma contaminação generalizada por hidrocarbonetos de petróleo, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, metais pesados, éter metil terc-butílico (MTBE) e clorofórmio (MAAC, 2023).

A confirmação de um risco inaceitável para futuros utilizadores fundamenta a urgência de uma estratégia de purificação biológica (MAAC, 2023). Neste contexto, a contaminação orienta a lógica da intervenção: o projeto assume a necessidade de implementar sistemas infraestruturais de fitorremediação como etapa prioritária de recuperação do território. Através da rizodegradação de compostos orgânicos, o cânhamo industrial atua como uma "arquitetura subterrânea", promovendo a remediação local e preparando o substrato para a futura regeneração da biodiversidade do meio (Aguiar et al., 2025; Menezes & Lopes, 2024).



Figura 7 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026)

2.3. O Banco de Materiais

O conceito de Banco de Materiais surge como uma resposta direta à necessidade de gestão dos ativos físicos remanescentes após a descontinuação das operações de produção na Refinaria de Matosinhos (MAAC, 2023). Em vez de encarar a infraestrutura metálica como um resíduo industrial a ser eliminado, esta investigação trata o aço estrutural existente como um depósito de "carbono já gasto". Cada perfil metálico inventariado representa uma quantidade significativa de energia incorporada e emissões de CO_2 que foram evitadas ao abdicar da criação de novos elementos.

A estratégia de conversão destes ativos assenta na identificação tipológica dos perfis estruturais que compõem a morfologia da refinaria e na análise do seu potencial de reuso, considerando a integridade das estruturas mencionada nos pareceres técnicos da Petrogal e da Agência Portuguesa do Ambiente. Através de um protocolo de mineração urbana, o aço é desconstruído seletivamente para ser recertificado e disponibilizado como um stock de recursos para o território.

Pela sua escala e densidade material, a Refinaria de Matosinhos apresenta-se como uma candidata ideal para integração em redes de economia circular, como a plataforma *Opalis*, que cataloga fornecedores e bancos de materiais de reuso na Europa (Rotor ASBL, 2021). A inclusão deste território num ecossistema desta natureza permitiria transformar o passivo industrial num nó logístico de recursos prontos a serem reintroduzidos no mercado da construção sustentável.

Nesta lógica, a aplicação dos materiais no edifício-laboratório funciona apenas como um teste prático e um protótipo de validação do sistema construtivo, não exaurindo a totalidade do aço recondicionado. O excedente permanece disponível para futuras construções, enquanto o próprio laboratório é projetado para ser reversível (Silverstein, 2009), garantindo que todo o metal utilizado possa retornar ao banco de materiais no fim do seu ciclo de vida. Esta transição desloca o material de uma função extrativa e fóssil para uma função regenerativa, onde a arquitetura atua como o agente de gestão temporária de recursos que pertencem à cidade.



Figura 8 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026)



Figura 9 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026)



Figura 10 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026)



Figura 11 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026)



Figura 12 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026)



Figura 13 – Instalação artística no contexto da exposição Ricochete. Fonte: Fotografia de Gil Martins, (2026)



Figura 14 – Instalação artística no contexto da exposição Atmosfera Explosiva. Fonte: Fotografia de Miguel Oliveira, (2025)



Figura 15 – Instalação artística no contexto da exposição Atmosfera Explosiva. Fonte: Fotografia de Miguel Oliveira, (2025)



Figura 16 – Instalação artística no contexto da exposição Atmosfera Explosiva. Fonte: Fotografia de Miguel Oliveira, (2025)



Figura 17 – Instalação artística no contexto da exposição Atmosfera Explosiva. Fonte: Fotografia de Miguel Oliveira, (2025)





Figura 18 – Fotomontagem do interior da refinaria. Fonte: Elaboração própria (2026)





Figura 19 – Fotomontagem do interior da refinaria. Fonte: Elaboração própria (2026)

CAPÍTULO III

O CÂNHAMO

3.1. Fitorremediação

A fitorremediação é introduzida nesta dissertação não apenas como uma solução técnica de engenharia ambiental, mas como um gesto paisagístico que define a primeira fase de ocupação do território da antiga refinaria. O uso do cânhamo industrial (*Cannabis sativa L.*) fundamenta-se na sua classificação como uma espécie hiperacumuladora, capaz de tolerar e extrair concentrações de metais pesados e degradar compostos orgânicos complexos (Aguiar et al., 2025; Ramos Oliveira, 2022).

Face à "contaminação generalizada" confirmada pelo Ministério do Ambiente e da Ação Climática (MAAC, 2023), a plantação de cânhamo assume o papel de uma infraestrutura verde ativa. O processo opera em dois eixos biológicos: a fitoextração, onde a planta absorve metais pesados persistentes através das raízes, acumulando-os na sua biomassa aérea (Aguiar et al., 2025; Ramos Oliveira, 2022); e a rizodegradação, em que os microrganismos na zona radicular aceleram a decomposição de hidrocarbonetos de petróleo e outros compostos orgânicos voláteis, como o éter metil terc-butílico e o clorofórmio (Aguiar et al., 2025). Esta intervenção transforma o estaleiro de obra num ecossistema produtivo, onde o tempo de crescimento biológico da planta dita o cronograma de descontaminação do solo, permitindo uma transição gradual da "cicatriz industrial" para um parque de recursos biodisponíveis.

3.2. Do Cultivo ao Estaleiro

A transição para um modelo de construção baseado no Decrescimento exige a valorização de recursos locais e a adaptação aos ritmos do território. Neste projeto, o estaleiro funciona como uma "fábrica no sítio", cujo cronograma é regido pelo ciclo biológico do cânhamo (Cânhamor, 2024; DGAV, 2021). Este processo estende-se por aproximadamente quatro a cinco meses, adaptando-se às condições climáticas costeiras de Matosinhos.

A operação inicia-se com a sementeira entre abril e maio (DGAV, 2021). A proximidade ao Oceano Atlântico exerce um efeito moderador nas temperaturas, protegendo a germinação de geadas tardias, enquanto a elevada humidade relativa e os nevoeiros matinais reduzem o stresse hídrico da planta. A exposição às condições costeiras, incluindo a humidade atmosférica e os ventos marítimos, influencia as propriedades físicas da biomassa produzida, contribuindo para a robustez do material vegetal (Jaffe, 1973).

Após a colheita no final do verão, procede-se à maceração no solo para a separação das fibras (Cânhamor, 2024). A humidade costeira favorece o processo natural de maceração, mas exige uma gestão rigorosa, incluindo a viragem metódica dos caules para garantir uma secagem homogénea. Finalmente, as hastes são processadas nas infraestruturas logísticas da intervenção convertendo o lenho em aparas que servirão de agregado para o betão de cânhamo e as fibras em isolamento, demonstrando que a arquitetura pode resultar da gestão direta das forças biológicas de um lugar.

3.3. Performance

A utilização do *hempcrete* introduz uma mudança de paradigma na eficiência edificada. Ao contrário dos sistemas convencionais de elevada energia incorporada, este compósito apresenta uma pegada de carbono negativa: a *Cannabis sativa L.* sequestra entre 9 a 15 toneladas de CO_2 por hectare (Cânhamor, 2024), valor que permanece retido na matriz do edifício. Do ponto de vista técnico, o material possui propriedades singulares de regulação higroscópica. Através da estrutura capilar das aparas, o biocompósito estabiliza a humidade relativa interior entre 40% e 60%, fator crítico na orla marítima para prevenir patologias nos materiais e reduzir a dependência de ventilação mecânica (Eires, 2007). Quanto ao isolamento, a solução destaca-se pela elevada inércia e atraso térmico (condutibilidade de 0,069 W/m·°C e coeficiente de 0,24 W/m²°C), atenuando as flutuações de temperatura exterior (Cânhamor, 2026).

Na reabilitação das estruturas metálicas da refinaria, o cânhamo atua como o complemento ideal. Enquanto o aço garante a estabilidade, a envolvente assegura a proteção passiva contra o fogo; a mineralização das fibras pela cal confere ao material a classificação Euroclasse B-s1, d0, retardando o colapso estrutural em caso de incêndio. Adicionalmente, a porosidade aberta do sistema dissipa a energia acústica, mitigando a reverberação típica de ambientes de matriz industrial (Cânhamor, 2026).

FLUXO DO CÂNHAMO

O CÂNHAMO INDUSTRIAL (CANNABIS SATIVA L.) ATUA COMO AGENTE METABÓLICO CENTRAL DA INTERVENÇÃO, REGENERANDO O SOLO CONTAMINADO E FORNECENDO BIOMASSA PARA A PRODUÇÃO DE COMPONENTES CONSTRUTIVOS

01 CONTAMINAÇÃO



SOLOS CONTAMINADOS RESULTANTES DA ATIVIDADE INDUSTRIAL

02 FITOREMEDIAÇÃO



AS RAIZES ABSORVEM, ESTABILIZAM E DEGRADAM OS CONTAMINANTES

03 CULTIVO



CULTIVO DE BAIXO IMPACTO, NÃO REQUER PESTICIDAS, MELHORA A ESTRUTURA DO SOLO E RETEM CO_2

04 COLHEITA



COLHEITA E SEPARAÇÃO DO CAULE E NÚCLEO

IMPACTO DIRETO

FITOREMEDIAÇÃO

BAIXO CONSUMO DE RECURSOS

RETEM C02

MATERIAL NATURAL

ECONOMIA LOCAL CIRCULAR

BIODEGRADABILIDADE

05 PRODUÇÃO



TRANSFORMAÇÃO DO CÂNHAMO EM BLOCOS E ISOLAMENTO

06 CONSTRUÇÃO



CONSTRUÇÃO COMBINADA COM A ESTRUTURA DE AÇO RECUPERADA

07 USO



MATERIAL QUE PROPORCIONA CONFORTO COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL

08 “FIM” DO CICLO

OS BLOCOS APÓS O SEU USO PODEM SER TRITURADOS PARA FAZER NOVOS BLOCOS

Figura 20 – Fluxo do Cânhamo. Fonte: Elaboração própria (2026)

CAPÍTULO IV

ESTRATÉGIA CONSTRUTIVA

AGRICULTORES | CULTIVO E PROCESSAMENTO DO CÂNHAMO



01 SEMEAR

PREPARAR O SOLO
SEMEAR O CÂNHAMO



02 CUIDAR

MANUTENÇÃO
ACOMPANHAMENTO DO CICLO



03 CORTAR

OPERÁRIOS | DESMANTELAMENTO E CONSTRUÇÃO



01 DESMANTELAR



02 TRATAR

DECAPAGEM



03 CATALOGAR

INVESTIGADORES | PESQUISA ENSAIO E MONITORIZAÇÃO



01 RECOLHER

RECOLHER AMOSTRAS DE SOLO
CÂNHAMO
AÇO



02 ANALISAR

VERIFICAR CONTAMINAÇÃO



03 ENSAIAR

TESTES AOS MATERIAIS



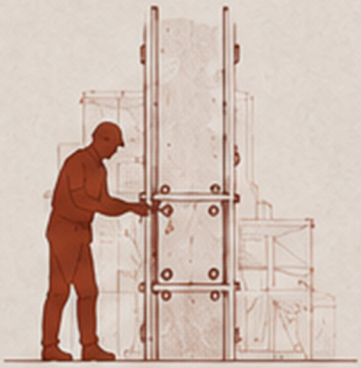
04 SECAR



05 TRITURAR
SEPARAR AS FIBRAS E OS SHIVES



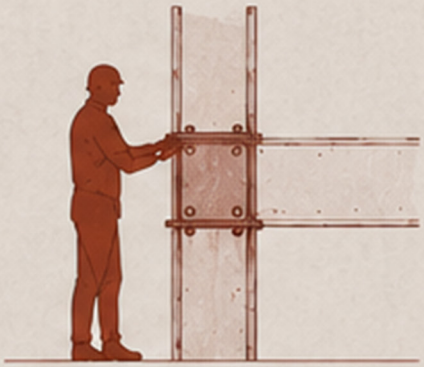
06 PROCESSAR
ARGAMASSA PARA OS BLOCOS
FIBRAS PARA O ISOLAMENTO



04 LIGAR
PREPARAR
FURAR



05 APLICAR
EXECUÇÃO DAS LIGAÇÕES
METÁLICAS



06 INSPECIONAR
VERIFICAÇÃO
MANUTENÇÃO



04 REGISTAR
TRATAR E COMPARAR DADOS



05 DOCUMENTAR
PRODUZIR RELATÓRIOS
COMUNICAR ÀS EQUIPAS



06 OBSERVAR
OBSERVAÇÃO CONTINUA DO TERRITÓRIO
PARTILHA DE DADOS

Figura 21 – Matriz de agentes e processos. Fonte: Elaboração própria (2026)

4.1. Solução Mista Aço-*Hempcrete*: Sinergia Material

A integração de biocompósitos de cânhamo em estruturas metálicas constitui uma estratégia de construção regenerativa, mitigando as limitações técnicas individuais de cada material através da sua hibridização. Embora historicamente associado a estruturas de madeira, investigações recentes e diretrizes de entidades como a *Construire en Chanvre,* França (CenC, 1998) e a *US Hemp Building Association*, Estados Unidos da América (USHBA, s.d.) validam a eficácia da sua simbiose com o aço. Destaca-se o trabalho de mapeamento da plataforma *Opalis*, bem como o projeto K.118 em Winterthur, Suíça (Baubüro in situ, 2021), onde frentes inteiras de edifícios e esqueletos de aço estrutural foram desmantelados, recertificados e remontados, provando a exequibilidade técnica da mineração urbana. No plano científico, estudos do *Steel Construction Institute* validam os protocolos de ensaios não-destrutivos e recertificação de perfis antigos sob a norma EN 1090, enquadrando metodologicamente a estratégia de conversão de ativos proposta para Matosinhos (SCI, 2019).

Esta viabilidade técnica é corroborada, em território nacional, pela operação industrial da Cânhamor (Ourique), cuja tipologia construtiva, estrutura metálica, envolvente de blocos de cânhamo e chapa, estabelece o precedente direto para esta tese. A referida simbiose material permite aliar o rigor estrutural do aço à inércia térmica do biocompósito, viabilizando a rapidez de montagem e a amplitude espacial exigidas pela função industrial, sem comprometer os objetivos de circularidade e redução de carga de carbono incorporado inerentes à estratégia de *Decrescimento*.

Nesta relação sinérgica, a estrutura metálica recondicionada, proveniente do banco de materiais da refinaria, define o esqueleto do edifício, permitindo vãos amplos e uma planta livre que facilita a adaptabilidade futura. Contudo, para garantir a durabilidade desta interface, é aplicado um protocolo de proteção anticorrosiva. Embora a cal presente no ligante do hempcrete proporcione um ambiente alcalino que auxilia na passivação do metal, a elevada porosidade e natureza higroscópica do compósito podem facilitar a entrada de humidade e oxigénio, acelerando processos de oxidação em elementos não tratados. A literatura técnica confirma que, desde que assegurada esta proteção contra a humidade intersticial, o ambiente alcalino contribui para a preservação do esqueleto metálico, validando o sistema como uma solução resiliente (Eires, 2007; Magwood, 2016). Esta barreira física é necessária para prevenir a corrosão e assegurar que a integridade mecânica da estrutura industrial seja preservada a longo prazo. Esta solução técnica permite, assim, que o edifício funcione como um sistema híbrido, onde a memória material da refinaria é protegida pela própria tecnologia biológica que a envolve, consolidando uma resposta eficaz para edifícios de metabolismo industrial contemporâneos.

FLUXO DO AÇO

O AÇO EXISTENTE É ENTENDIDO COMO UMA RESERVA.
ATRAVÉS DE UM PROCESSO DE DESMANTELAMENTO SELETIVO, TRIAGEM REABILITAÇÃO E REUTILIZAÇÃO. O AÇO É REINTEGRADO EM NOVOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS EVITANDO A EXTRAÇÃO DE NOVOS RECURSOS E DE NOVAS EMISSÕES DE CO_2

01 PREEXISTÊNCIA



A REFINARIA CONTEM UMA GRANDE QUANTIDADE DE AÇO INCORPORADO EM TANQUES, ESTRUTURAS DE SUPORTE, TUBAGENS E EQUIPAMENTOS

02 DESMANTELAMENTO SELETIVO



DESMANTELAMENTO POR FASES, PRIORIZANDO A INTEGRIDADE E COMPONENTES PARA PERMITIR A REUTILIZAÇÃO

03 TRIAGEM E INVENTÁRIO

PASSAPORTE DE MATERIAIS
ID:XXXXXXXX
ORIGEM: ESTRUTURA DE SUPORTE A1
TIPO: HEB 30
COMPRIMENTO: 5.80M
ESTADO: RECERTIFICADO (EN 1080-2)



CLASSIFICAÇÃO POR TIPOLOGIA, DIMENSÃO E ESTADO DE CONSERVAÇÃO. CADA PEÇA É INCOPORADA NUM INVENTÁRIO DIGITAL

IMPACTO DIRETO

REDUÇÃO DA EXTRAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

MENOR CONSUMO DE ENERGIA E EMISSÕES DE CO_2

CRIAÇÃO DE UMA ECONOMIA CIRCULAR

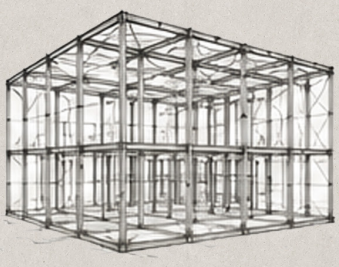
REDUÇÃO DA PEGADA E PESO DA ANTIGA REFINARIA

04 RE-CERTIFICAÇÃO



LIMPEZA, DECAPAGEM, REPARAÇÃO PONTUAL E ENSAIOS PARA RECERTIFICAÇÃO

05 REINTEGRAÇÃO



O AÇO É REINTEGRADO EM NOVAS ESTRUTURAS ATRAVÉS DE LIGAÇÕES APARAFUSADAS. E O RESTANTE ARMAZENADO NO BANCO DE MATERIAIS

06 USO E MANUTENÇÃO



AS ESTRUTURAS SÃO MANTIDAS E CUIDADAS DE FORMA A PROLONGARA VIDA UTIL DO AÇO

07 "FIM" DO CICLO

AS ESTRUTURAS APÓS O USO PASSAM A SER CLASSIFICADAS COMO PREEXISTÊNCIA E O CICLO RECOMEÇA

Figura 22 – Fluxo do Aço. Fonte: Elaboração própria (2026)

4.2. *Design for Disassembly*

No quadro de uma economia de Decrescimento, a obsolescência programada da arquitetura é substituída pela reversibilidade construtiva. O edifício-laboratório é projetado através da estratégia de *Design for Disassembly*, garantindo que, ao fim da sua vida útil, cada componente possa retornar ao ciclo produtivo sem perda de valor material ou contaminação ambiental.

A estratégia assenta na separação total entre as camadas do edifício:

Estrutura Primária Reversível: A estrutura metálica recuperada é montada através de ligações aparafusadas em vez de soldadas. Isto permite que os perfis de aço possam ser futuramente desmontados, re-inventariados e integrados noutra construção através do banco de materiais, sem necessidade de processos de corte destrutivo ou reciclagem energética intensiva.

Envelopamento Modular: O betão de cânhamo é aplicado preferencialmente através de blocos pré-fabricados ou painéis modulares. Embora a projeção in situ seja comum, o uso de blocos secos facilita a desmontagem manual. O betão de cânhamo é um material de baixa coesão mecânica comparado ao betão convencional (Eires, 2007); esta característica, que poderia ser vista como uma limitação, torna-se aqui uma vantagem, permitindo a trituração do material no fim de vida para ser reutilizado como agregado em novos blocos ou devolvido ao solo como corretivo orgânico (desde que os testes laboratoriais comprovem a ausência de lixiviação de metais pesados).

Conexões Secas: Evitam-se colas e ligantes químicos complexos entre os dois materiais. As interfaces entre o aço (protegido contra a corrosão) e o cânhamo são mecânicas. Esta independência física assegura que a "pele" biológica possa ser substituída ou reparada sem afetar o esqueleto metálico, estendendo a longevidade da infraestrutura logística remanescente da refinaria.



Figura 23 – Pormenores de ligação reversível com conexões Quicon. Fonte: Adaptado de Heywood (2004)



Figura 24 – Pormenor de montagem de ligações com grampos. Fonte: Adaptado de Lindapter (s.d.)

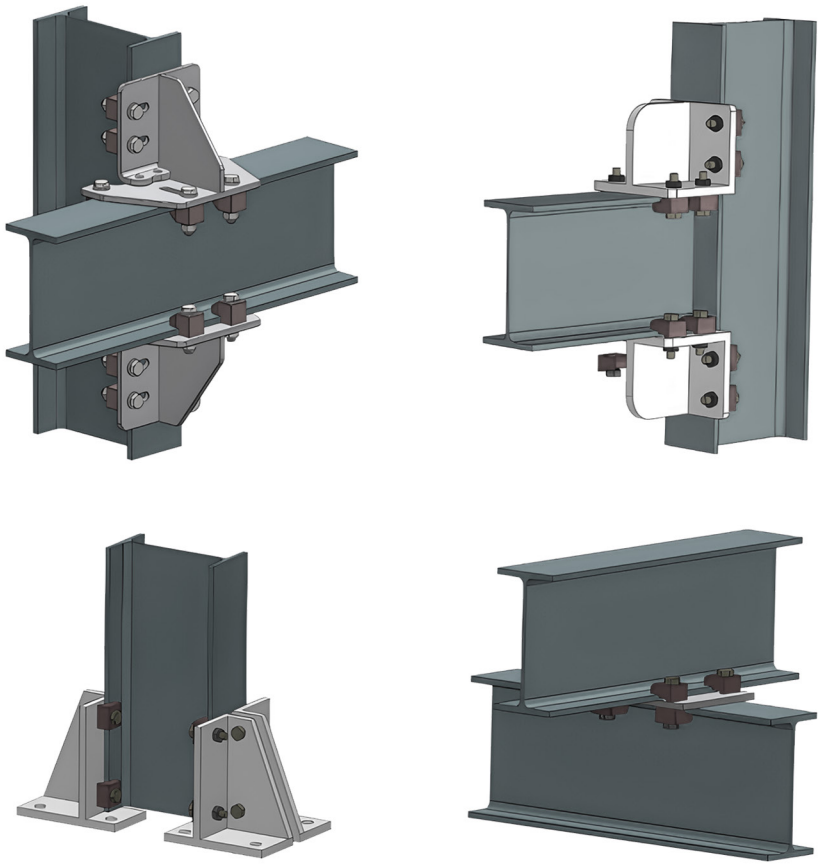


Figura 25 – Pormenores de ligação reversível com conexões de grampo . Fonte: Adaptado de Cabaleiro et al. (2023)

4.3. Cronologia Construtiva

Fase 0: Desmantelamento (Ano 0 - Ano 1)

Desmantelamento de todas as estruturas selecionadas ainda existentes.

Fase 1: Inventário e Preparação (Ano 1 - Ano 2)

Estabelecimento do Banco de Materiais, com a catalogação exaustiva da estrutura metálica e infraestruturas logísticas.

Início da descontaminação superficial e preparação do solo para a primeira sementeira experimental de cânhamo industrial.

Instalação do estaleiro-protótipo utilizando estruturas já presentes no recinto.

Fase 2: Ciclos de Cura e Construção (Ano 2 - Ano 4)

Execução dos primeiros ciclos anuais de fitorremediação.

Monitorização laboratorial contínua da redução de contaminantes.

Construção faseada do edifício-laboratório: a estrutura metálica recondicionada é montada e, à medida que o cânhamo é colhido e processado, as paredes de hempcrete são executadas.

Nesta fase, o edifício cresce ao ritmo do solo.

Fase 3: Consolidação e Disseminação (Ano 5 em diante)

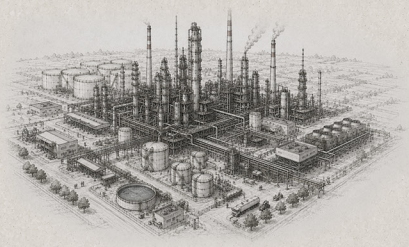
O edifício-laboratório entra em plena operação como centro de certificação de materiais para o território.

O aço excedentário, já protegido e inventariado, é disponibilizado para projetos externos via plataformas como a *Opalis*, promovendo o reuso em escala regional.

A paisagem da refinaria estabiliza-se como um parque produtivo e de remediação, onde a arquitetura atua apenas como o gestor de fluxos de uma nova cultura material.

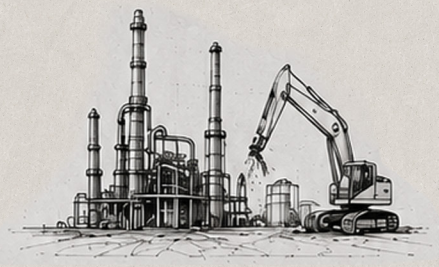
LINHA TEMPORAL DE INTERVENÇÃO

1969
CRIAÇÃO DA REFINARIA
-52 ANOS DE POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO



...2021
DESATIVAÇÃO DA REFINARIA

2023-2025
DEMOLIÇÃO PADRÃO
- CERCA DE 1000 VIAGENS DE CAMIÃO ATÉ A SIDERURGIA NACIONAL



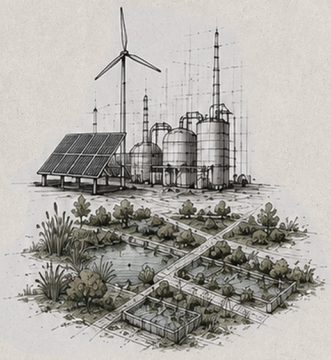
FASE 0

2025-2026
DEMOLIÇÃO SELETIVA
-APROVEITAMENTO IN SITU



FASE 1

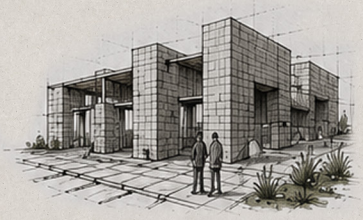
2026-2028
REGENERAÇÃO DOS SOLOS
-LANDFARMING
-FITOREMEDIAÇÃO ATRAVÉS DA PLANTAÇÃO DE CANNABIS SATIVA L.



FASE 2

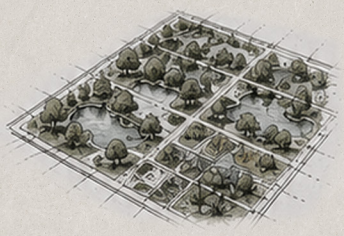
2026-2027
REDE DE ENERGIA VERDE
GESTÃO DE RECURSOS
REGENERAÇÃO ECOLÓGICA
-PRODUÇÃO DE ENERGIA VERDE
-TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA
-ESTABELECIMENTO DE BIODIVERSIDADE E HABITATS NATURAIS

2026-2028
CONSTRUÇÃO DO EDIFÍCIO LABORATÓRIO
-PRIMEIRAS REMESSAS DE BLOCOS DE CANHÂMO
-PLANEAMENTO DO PARQUE



FASE 3

2028-2030
CONSOLIDAÇÃO DO TERRITÓRIO
-DEVOLUÇÃO À COMUNIDADE



2030...
VISÃO DE BAIXA ENTROPIA
-TERRITÓRIO RECUPERADO E PRODUTIVO
-TERRITÓRIO COMO AGENTE DINAMIZADOR DA COMUNIDADE



Figura 26 – Linha Temporal da Intervenção. Fonte: Elaboração própria (2026)



PLANTA DA FASE 0 1:5000



Figura 27 – Planta da Fase 0. Fonte: Elaboração própria (2026)



PLANTA DA FASE 1 1:5000



Figura 28 – Planta da Fase 1. Fonte: Elaboração própria (2026)



PLANTA DA FASE 2 1:5000



Figura 29 – Planta da Fase 2. Fonte: Elaboração própria (2026)

CAPÍTULO V

A PROPOSTA

5.1. Conceito e Implantação

A implantação do edifício-laboratório resulta de uma leitura estratégica da geometria industrial e da sua capacidade de carga inata. A proposta assenta sobre a fundação circular de um antigo tanque de armazenamento, situada na proximidade do parque logístico central. Esta opção metodológica opera uma economia de meios ao reaproveitar a base de betão armado pré-existente, eliminando a necessidade de movimentações de terra e o consumo de betão virgem. Uma vez que estas estruturas foram dimensionadas para suportar cargas verticais monumentais, oferecem o suporte técnico ideal para a nova estrutura mista de aço e cânhamo, garantindo estabilidade com uma pegada de carbono reduzida.

A centralidade desta localização é potenciada pela adjacência direta ao eixo rodoviário principal este-oeste, que se mantém como a espinha dorsal da conectividade do recinto. Esta via é fundamental para a fluidez exigida por uma arquitetura de mineração e manufatura, permitindo que o fluxo de perfis metálicos e de biomassa ocorra sem comprometer as áreas circundantes em processo de fitorremediação. A proximidade a este eixo consolidado facilita a ligação entre as frentes de desmantelamento periféricas e o centro de processamento.

Formalmente, o edifício assume uma configuração em cruz que materializa a simbiose entre o mineral e o biológico. Esta morfologia não só organiza os fluxos produtivos distintos, como permite adaptar a volumetria às necessidades técnicas de cada material. Ao articular a fundação circular com esta rede de fluxos e esta forma simbólica, o projeto estabelece um nó metabólico de quilómetro zero. O edifício converte, assim, um antigo depósito de combustível fóssil num motor de regeneração, preservando o solo circundante como “terra aberta” dedicada aos ciclos de cura biológica do território.

EIXO RODOVIÁRIO DO CÂNHAMO NORTE-SUL

EIXO RODOVIÁRIO DO AÇO ESTE OESTE



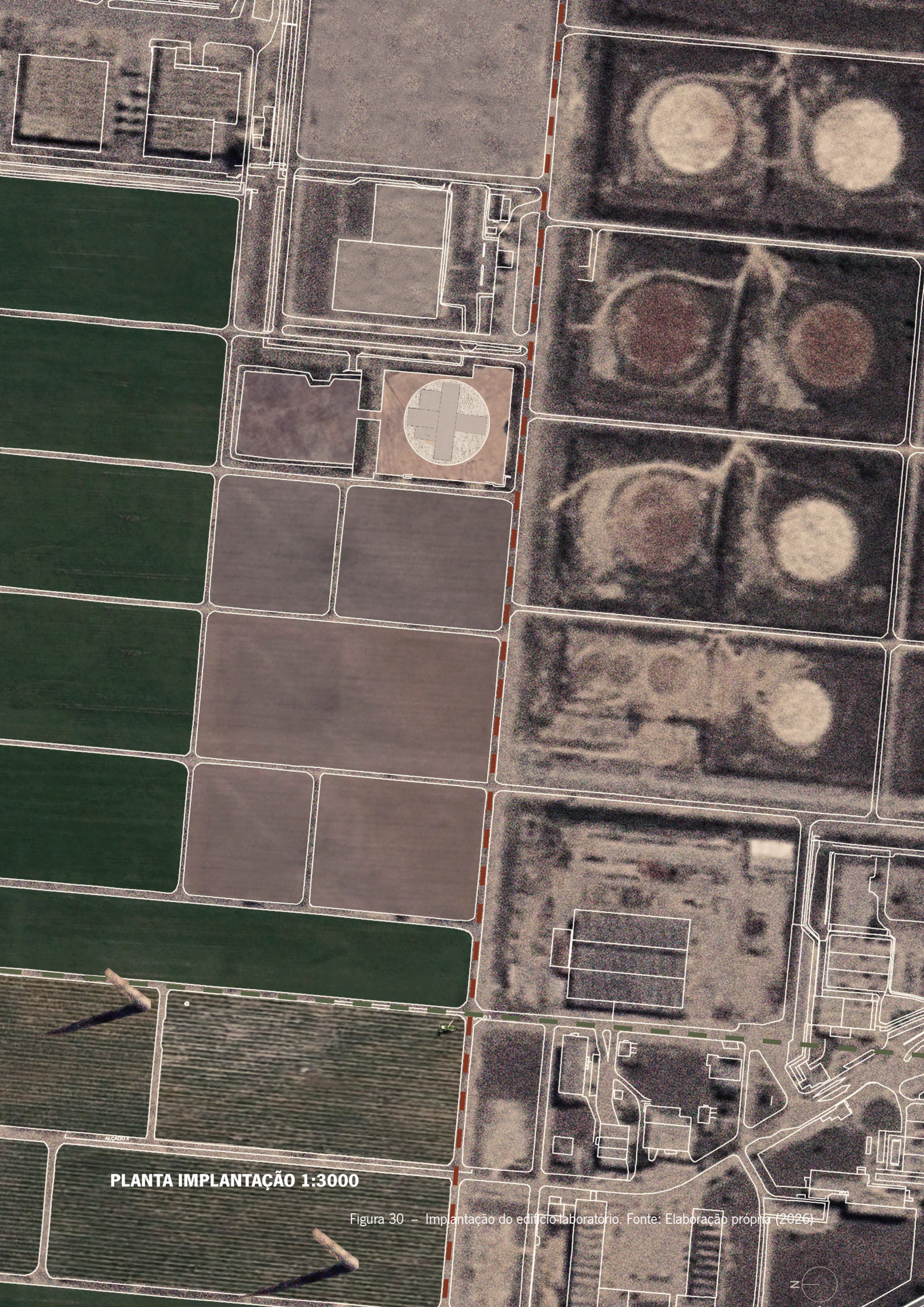
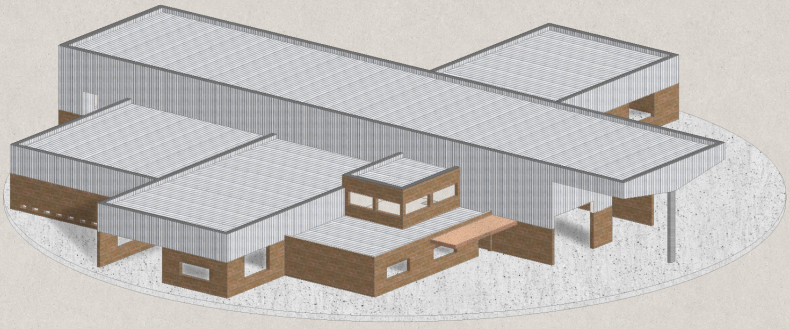
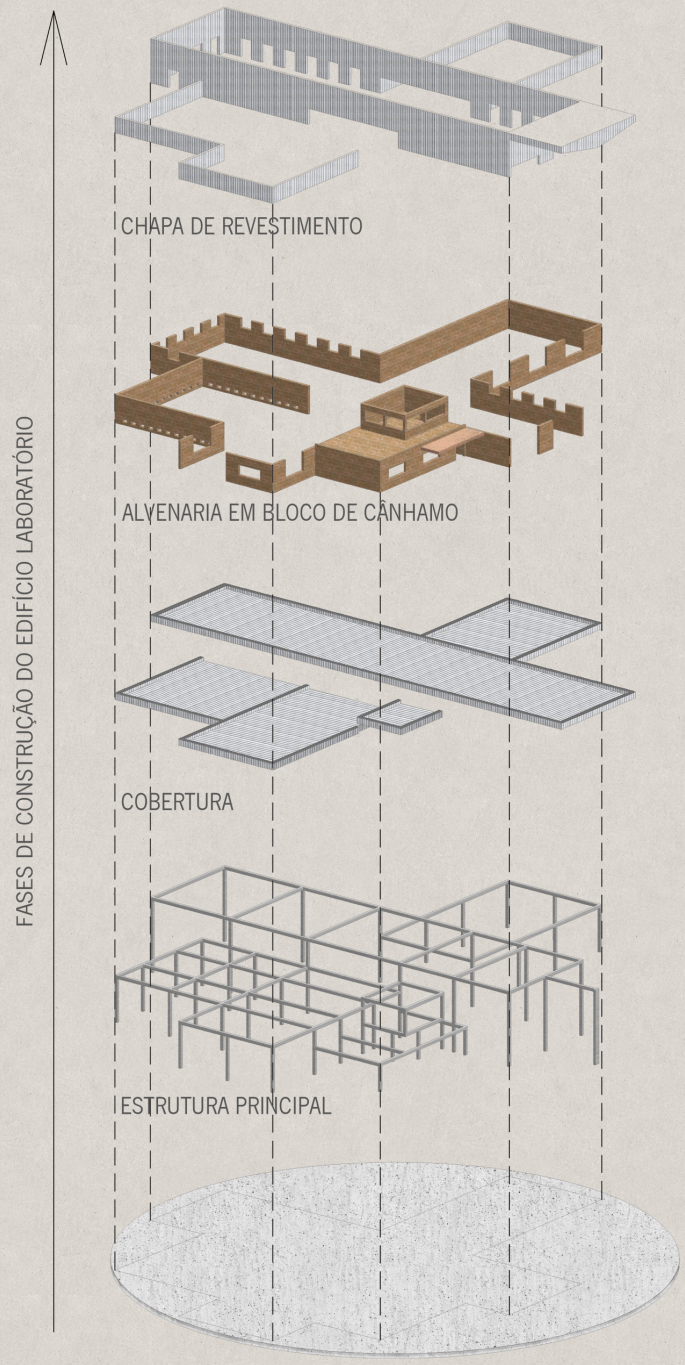


Figura 30 – Implantação do edifício laboratório. Fonte: Elaboração própria (2026)

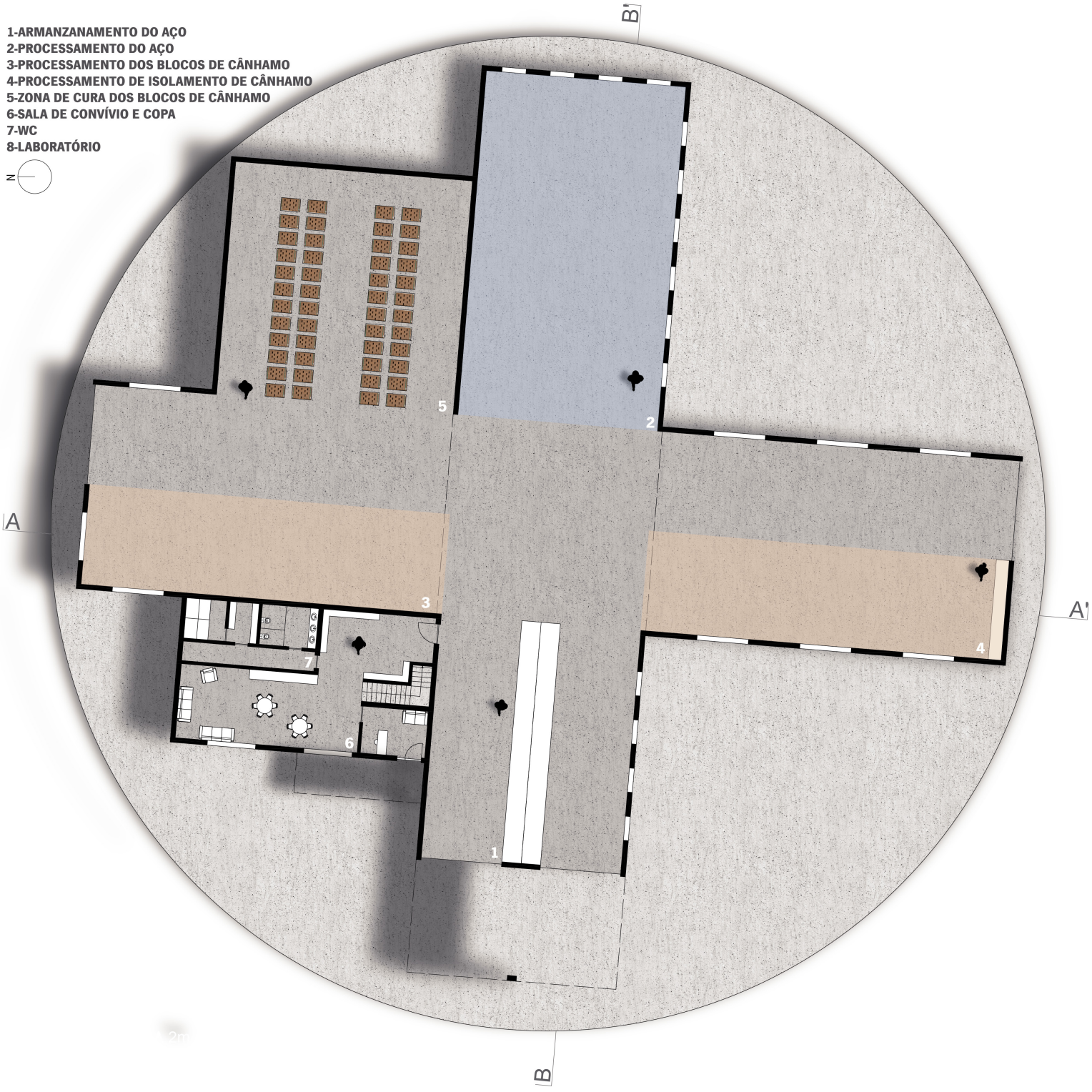


AXONOMETRIA GERAL



AXONOMETRIA 1:500

Figura 31 – Fases de Construção. Fonte: Elaboração própria (2026)



PLANTA COTA 2 1:300

Figura 32 – Planta Fonte: Elaboração própria (2026)

5.2. Programa Funcional

A configuração formal do edifício-laboratório assume uma geometria em cruz, que atua simultaneamente como diagrama operacional e gesto simbólico. Esta morfologia organiza a interseção dos dois eixos produtivos do projeto: o processamento da biomassa e a mineração urbana do aço. A diferenciação funcional é refletida na volumetria, onde o braço dedicado à metalurgia apresenta um pé-direito superior para acomodar uma ponte rolante. Este dispositivo logístico permite a movimentação aérea de perfis pesados e componentes estruturais, garantindo a fluidez do estaleiro sem interferir nas operações de manufatura que ocorrem ao nível do solo.

A escolha da cruz transcende a eficácia técnica, simbolizando a união indissociável entre os dois materiais que fundamentam este trabalho de projeto. Adjacentes a este núcleo central, articulam-se dois volumes programáticos distintos. O primeiro é dedicado à cura dos blocos de cânhamo, um espaço que exige condições controladas para a mineralização do compósito. O segundo volume concentra a dimensão humana e científica do complexo: o piso térreo alberga as áreas de apoio social (estar, refeição e higienização), enquanto o piso superior é ocupado pelo Laboratório de Investigação.

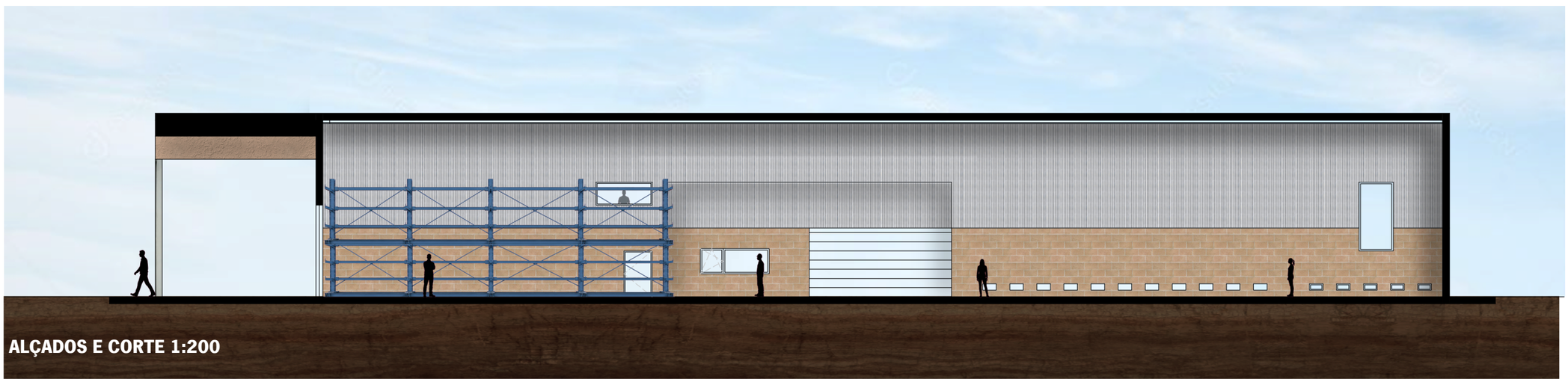
Neste plano elevado, realizam-se os testes críticos a todo o ecossistema do projeto: desde a monitorização da fitorremediação do solo à certificação mecânica do aço recuperado e aos ensaios de performance do cânhamo. Desta forma, o edifício não se limita a ser um contentor de processos; é uma ferramenta científica, onde a arquitetura se assume como o resultado físico da convergência entre a regeneração biológica e a reabilitação industrial.



ALÇADO NORTE



ALÇADO OESTE



CORTE BB'

Figura 33 – Alçados e Corte Fonte: Elaboração própria (2026)

5.3. Espacialidade e Materialidade

A espacialidade do edifício-laboratório é definida pelo contraste entre a herança pesada da refinaria e a leveza das novas adições biológicas. O espaço interior estrutura-se através de uma planta livre, onde a geometria em cruz organiza as funções sem a necessidade de divisórias opacas permanentes, permitindo uma leitura contínua do sistema estrutural.

A experiência espacial inicia-se no braço do aço, onde o pé-direito de 8 metros e a presença da ponte rolante evocam a escala monumental da antiga unidade petroquímica. Este eixo mantém uma atmosfera de oficina industrial, onde o brilho técnico dos perfis metálicos recuperados e a acústica do metal predominam. É um espaço de escala vasta e funcional, desenhado para a robustez da mineração urbana.

Em oposição, o braço do cânhamo assume um caráter mais orgânico e sensorial. Trata-se de um espaço de transição de estados da biomassa bruta ao agregado mineralizado onde o pé-direito mais contido privilegia a proximidade com a matéria. A luz entra iluminando o pó vegetal em suspensão, enquanto o odor da cal e das aparas define a identidade olfativa deste eixo. As superfícies são predominantemente porosas, aproveitando a capacidade de absorção sonora do biocompósito (Eires, 2007; Nováková & Sal, 2019) para minimizar a reverberação da maquinaria de trituração. No núcleo central, onde os eixos se intersetam, existe uma permeabilidade atmosférica total; neste ponto de convergência, a espacialidade permite sentir simultaneamente a precisão técnica do aço e a densidade orgânica do cânhamo, fundindo as duas vibrações no centro do edifício.

A zona de cura, configurada como um volume adjacente à cruz, funciona como uma "câmara de respiração" onde o tempo é o principal agente construtivo. A sua espacialidade é marcada pelo ritmo geométrico das paletes, onde os blocos repousam. A materialidade é quase exclusivamente de bloco de cânhamo aparente, permitindo que as paredes auxiliem na regulação da humidade necessária à carbonatação (Magwood, 2016; Eires, 2007). A ventilação natural cruzada, potenciada pela brisa atlântica de Matosinhos, percorre o volume em silêncio, criando um ambiente de repouso térmico que contrasta com a atividade frenética dos eixos de produção.

Por fim, o núcleo social e o laboratório apresentam uma materialidade mais quente, estabelecendo a ponte entre a técnica e o conforto humano. O uso do cânhamo nas envolventes confere uma textura tátil e irregular que absorve a luz de forma suave, garantindo um ambiente de conforto passivo e uma qualidade do ar superior através da regulação higroscópica (Magwood, 2016; IsoHemp, 2023). No piso superior, a materialidade torna-se minimalista. Deste plano elevado, o laboratório beneficia de uma ligação visual direta sobre o território em fitorremediação, reforçando a lógica de uma arquitetura de baixa entropia, onde a análise científica supervisiona a regeneração física do lugar.



Figura 34 – Corte AA' Perspetivado. Fonte: Elaboração própria (2026)

5.4. Detalhe Construtivo

O detalhe construtivo materializa a teoria do Decrescimento através de uma técnica de montagem que privilegia a reversibilidade e a circularidade total dos componentes. O sistema evita processos irreversíveis, garantindo que cada elemento possa ser recuperado no fim do ciclo de vida do edifício.

A ligação entre a nova estrutura metálica e a fundação circular do antigo tanque é operada através de sistemas de fixação por aperto. Embora esta solução implique a furação da base de betão para a fixação dos conectores, ela evita a destruição extensiva ou a necessidade de novas fundações de betão virgem. O sistema permite uma ancoragem mecânica robusta que, em caso de desconstrução, possibilita a remoção da estrutura metálica, deixando a base de betão preparada para novas utilizações após o preenchimento das furações. Dada a abundância de aço recuperado no território da refinaria, estima-se que a estrutura principal possa ser composta por elementos padronizados, garantindo a estabilidade e a geometria em cruz do edifício. Contudo, a estrutura secundária metálica, que suporta as chapas das fachadas e os blocos de cânhamo, assume uma lógica de adaptação direta ao recurso disponível. Esta estrutura variará consoante as secções e comprimentos dos elementos recuperados na mineração urbana, resultando em variações formais e pormenores de fixação heterogéneos. Esta impossibilidade de prever um desenho rígido, dada a ausência de um levantamento exaustivo de cada peça, é assumida como uma riqueza do projeto: o edifício não impõe uma forma, mas sim adapta-se à "vontade" do stock material existente, reforçando o paradigma do Decrescimento.

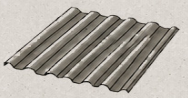
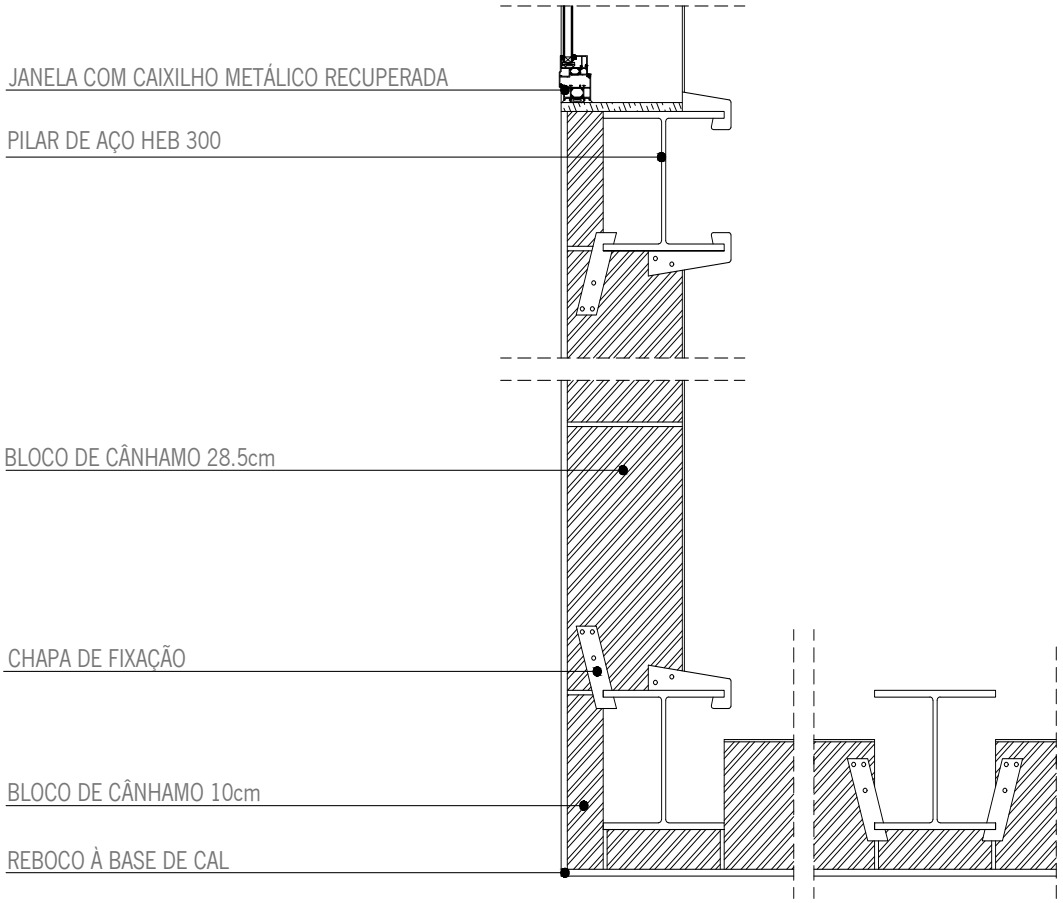
MATERIAL		QUANTIDADE
	AÇO ESTRUTURAL	44,50 TON
	CHAPAS	2.500 m²
	BLOCOS DE CÂNHAMO	500 m² – 2850 UNIDADES
	CÂNHAMO	3,9 ha

Figura 35 – Tabela do Consumo Estimado. Fonte: Elaboração própria (2026)



PORMENOR 1:10

Figura 36 – Pormenor Construtivo. Fonte: Elaboração própria (2026)

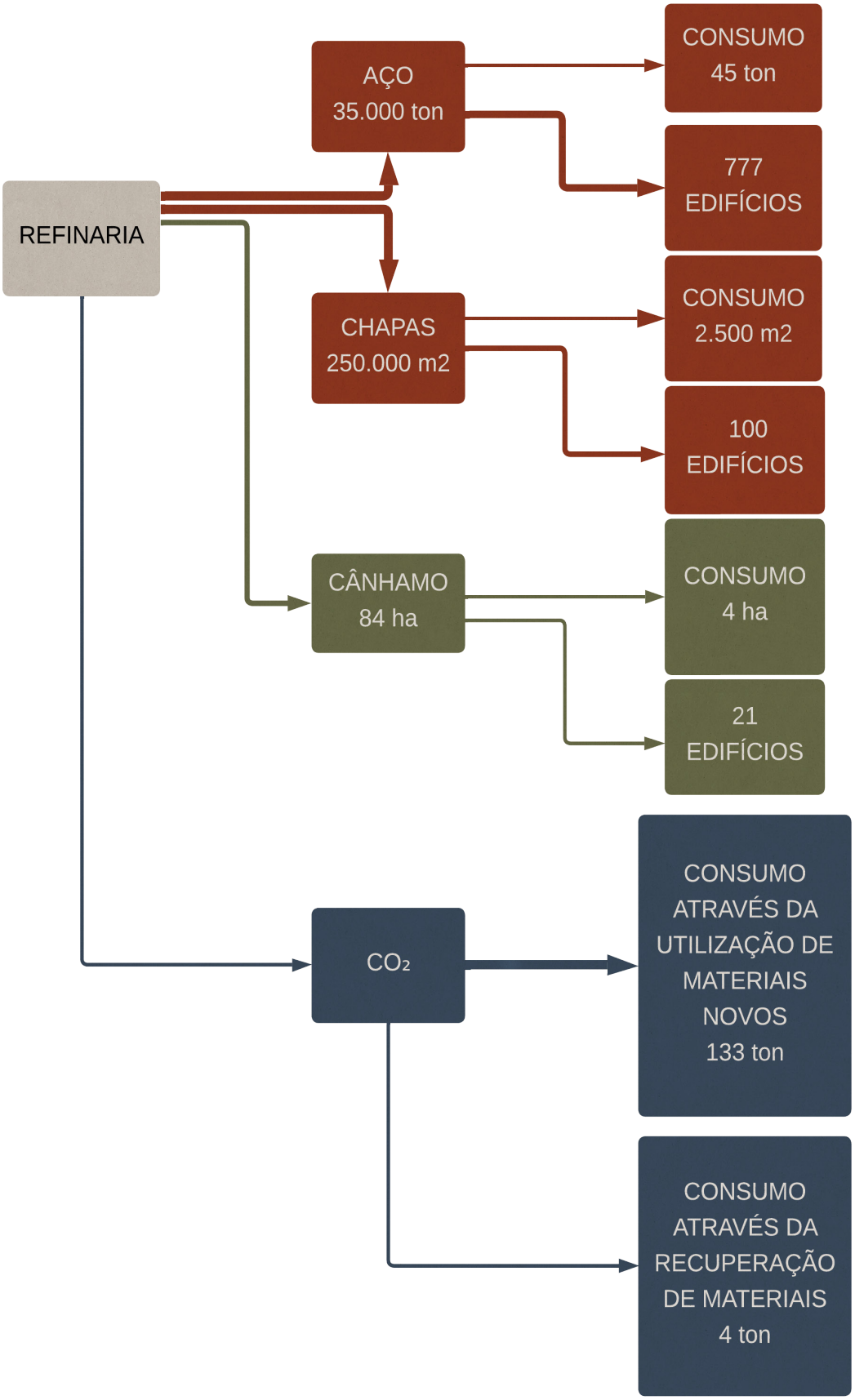


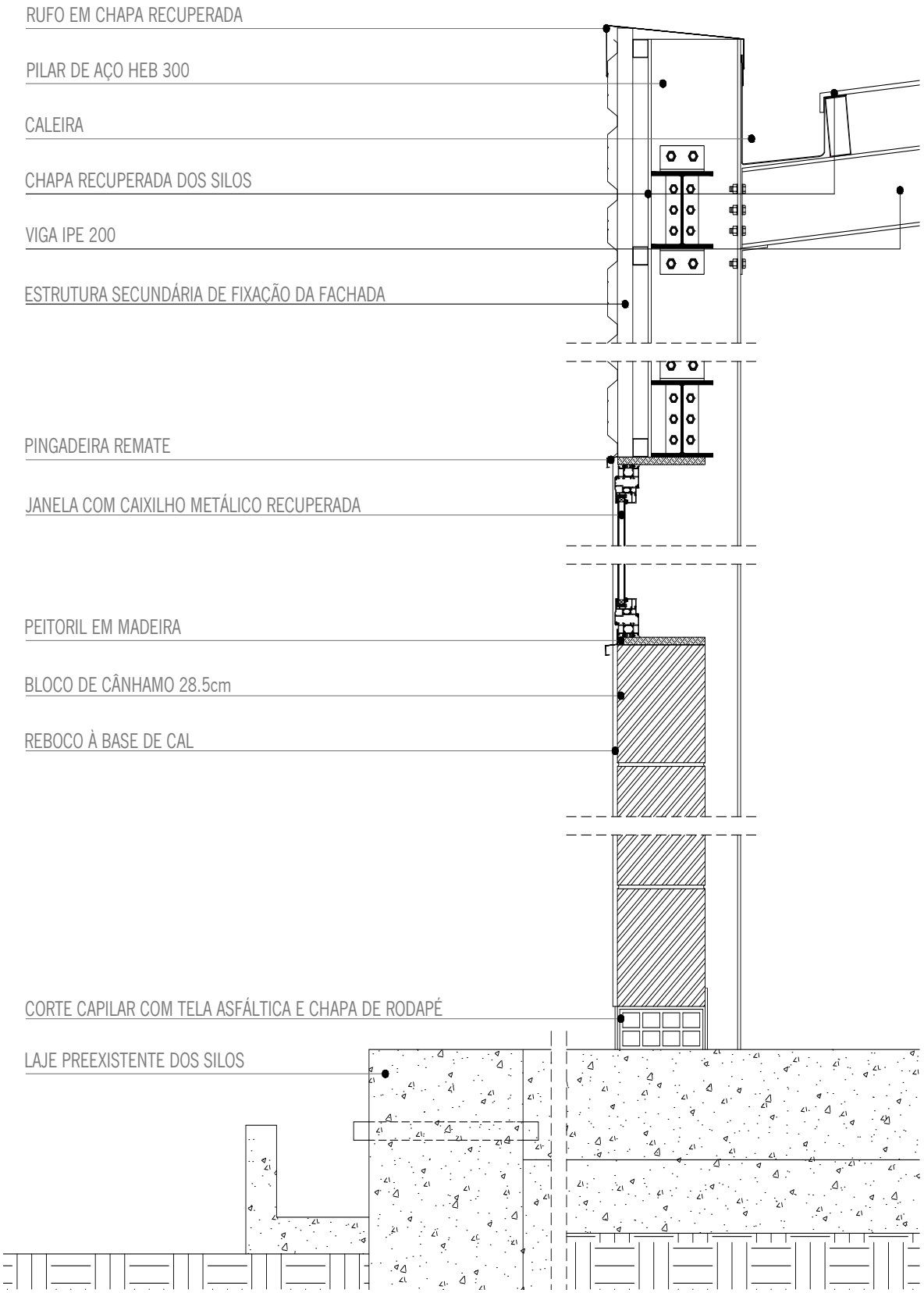
Figura 37 – Diagrama do Fluxo de Gastos. Fonte: Elaboração própria (2026)

Em alinhamento com a ética do Decrescimento, a pegada material do próprio edifício-laboratório é assumida e contabilizada. O balanço material para a edificação do protótipo estima o consumo de aproximadamente 44,50 toneladas de aço estrutural e 2.500m^2 de chapagem para revestimentos, ambos capturados a 100% no Banco de Materiais da refinaria, resultando em extração virgem nula. Para a envolvente biológica, as paredes exigem cerca de 500m^2 de blocos que equivale a 2850 unidades. Este volume absorve a biomassa produzida por cerca de 3.9ha da plantação local durante o primeiro ciclo, operando como um ativo capaz de sequestrar permanentemente 11,25 toneladas de CO_2 na própria matriz edificada.

A reutilização do aço reflete-se na tolerância do detalhe construtivo. Para acomodar a heterogeneidade das peças recuperadas na mineração urbana (cujas secções e comprimentos variam), os nós estruturais evitam conexões rígidas padronizadas. As ligações entre a estrutura secundária e os pilares principais são executadas através de gabaritos e chapas de fixação oblongas aparafusadas, permitindo margens de ajuste milimétricas em obra sem necessidade de retificação destrutiva. O detalhe do peitoril e do remate superior da janela assume este desalinhamento, utilizando rufos de chapa quinada reciclada dos silos que funcionam como 'folgas visuais e técnicas', absorvendo as imperfeições e as diferentes espessuras do stock existente.

A composição das fachadas segue a lógica funcional comum aos edifícios de tipologia industrial. A envolvente é executada em blocos de cânhamo até à cota dos 3 metros, garantindo uma base sólida, com elevada inércia térmica e resistência mecânica ao nível das operações humanas e de maquinaria. A partir desta cota, a fachada é completada com a chapa recuperada dos silos, que encerra o volume até à cobertura. Esta solução híbrida permite que a zona de permanência e trabalho beneficie da regulação higroscópica e térmica do cânhamo, enquanto a parte superior do edifício mantém a leveza e a estética da mineração urbana. Os blocos de cânhamo atuam como um elemento monolítico e são interligados à estrutura metálica por chapas de fixação específicas.

Para a união entre blocos, utiliza-se uma argamassa de cal; embora este seja o único processo húmido da envolvente, a sua natureza mineral permite que, no fim de vida, o conjunto seja integralmente triturado e reincorporado na produção de novos blocos, fechando o ciclo do material. A cobertura reforça a mineração urbana ao reutilizar a chapa original dos silos desativados. No volume social e laboratório, a cobertura inclui isolamento térmico para garantir o conforto humano, enquanto nas áreas de processo a chapa é mantida na sua forma mais bruta, enfatizando a economia de meios. À exceção da união entre os blocos de cânhamo, todo o edifício é construído através de juntas secas, esta escolha permite que os perfis metálicos, as chapas dos silos e os conectores mantenham as suas propriedades originais, facilitando a desmontagem e o reuso imediato. O detalhe transforma o edifício num sistema dinâmico onde a arquitetura é apenas uma etapa de armazenamento e uso dentro de um metabolismo territorial contínuo.



PORMENOR 1:10

Figura 38 – Corte de Fachada. Fonte: Elaboração própria (2026)

CAPÍTULO VI Conclusão

6.1. A Viabilidade do Decrescimento em Matosinhos

A presente investigação procurou demonstrar que a refinaria de Matosinhos não deve ser entendida apenas como um passivo industrial a apagar, mas como um território de recursos onde matéria, solo e memória permanecem disponíveis para novos ciclos de uso. A partir do diagnóstico da contaminação do solo e da presença de uma vasta infraestrutura metálica, a proposta desenvolveu uma alternativa à lógica da tábula rasa, entendendo a transformação do lugar como um processo gradual de desmontagem, cura e reintegração material.

O edifício-laboratório funciona, neste contexto, como um protótipo de viabilidade. A sua implantação sobre a fundação circular de um antigo tanque, o recurso ao aço recuperado da refinaria e a utilização do cânhamo industrial como agente de fitorremediação e matéria construtiva permitem ensaiar uma arquitetura de baixa extração, onde o novo não resulta da substituição total do existente, mas da sua metabolização. Mais do que um edifício isolado, a proposta configura um sistema: um banco de materiais, um campo produtivo, um laboratório de monitorização e uma infraestrutura reversível. A proposta evidencia ainda que a arquitetura pode assumir um papel operativo na transição pós-fóssil. Ao converter uma infraestrutura associada à exploração petroquímica num sistema de regeneração biológica e material, o projeto desloca a refinaria de uma condição de máquina extrativa para uma condição de máquina transformadora. O aço deixa de ser ruína ou resíduo; torna-se stock. O cânhamo deixa de ser apenas cultura agrícola; torna-se ferramenta de cura e construção. O edifício deixa de ser objeto final; torna-se dispositivo temporário de gestão, ensaio e redistribuição de recursos.

A viabilidade do Decrescimento em Matosinhos não reside, portanto, na recusa da transformação, mas na redefinição dos seus critérios. Transformar não significa necessariamente densificar, demolir ou rentabilizar; pode significar desacelerar, reparar, reutilizar e devolver. Esta inversão de critérios tem consequências concretas sobre o modo como se mede o sucesso de uma intervenção urbana: não pela quantidade de metros quadrados introduzidos, mas pela capacidade de recuperar solo, reduzir extração, prolongar a vida dos materiais e devolver espaço público à comunidade. Neste sentido, a antiga refinaria oferece uma oportunidade rara para testar um modelo territorial que outras cidades europeias têm procurado construir sobre fundamentos muito mais frágeis.

Contudo, esta possibilidade técnica e arquitetónica confronta-se com modelos de desenvolvimento que continuam a privilegiar a valorização imobiliária do solo e a produção de novos enclaves urbanos. A remediação ambiental, quando reduzida a etapa preparatória para futura ocupação especulativa, corre o risco de transformar a cura do território num mecanismo de valorização privada. Neste ponto, a investigação defende que a regeneração da refinaria deve ser entendida como uma questão de justiça territorial: a reparação ecológica só será plena se for acompanhada por uma reparação social e pública.

6.2. Limitações e Ideias para Investigações Futuras

A principal limitação desta investigação resulta da ausência de acesso a dados técnicos completos sobre o estado real das estruturas, a composição detalhada dos solos contaminados e os processos oficiais de descontaminação em curso. Por esse motivo, parte do trabalho assume uma natureza especulativa e comparativa, baseada na extrapolação de dados, no estudo de precedentes e na construção de um inventário estimado. Esta limitação não fragiliza necessariamente a proposta, pelo contrário, evidencia a necessidade de maior transparência institucional em processos de desativação de infraestruturas industriais desta escala e constitui, em si mesma, um argumento a favor dos modelos de gestão participada que este trabalho de projeto defende.

A investigação futura deverá aprofundar três dimensões fundamentais. Em primeiro lugar, a validação técnica do banco de materiais, através de levantamentos estruturais exaustivos, ensaios de integridade, classificação dos perfis metálicos e definição de protocolos de recertificação aplicáveis ao contexto português, nomeadamente a extensão das recomendações da norma EN 1090 a elementos provenientes de infraestruturas petroquímicas, categoria ainda pouco documentada na literatura técnica nacional. Em segundo lugar, a validação ambiental da fitorremediação, através de estudos laboratoriais e ciclos experimentais de cultivo que permitam avaliar a eficácia do cânhamo na descontaminação dos solos da refinaria, bem como a segurança da biomassa resultante para incorporação em elementos construtivos. Em terceiro lugar, a validação económica e jurídica de modelos de gestão que impeçam que o solo remediado seja imediatamente absorvido por lógicas especulativas.

Neste sentido, o futuro da refinaria de Matosinhos não deve ser discutido apenas enquanto operação urbanística, mas enquanto ensaio coletivo sobre o destino dos grandes vazios industriais do século XX. Estes territórios concentram simultaneamente danos ecológicos, memória produtiva e potencial material. A sua transformação exige, por isso, instrumentos capazes de articular arquitetura, ecologia, engenharia, política pública e participação comunitária.

A contribuição desta tese reside precisamente nessa inversão de perspetiva: perante uma paisagem marcada pela extração, propõe-se uma arquitetura da suficiência; perante a "ruína" industrial, propõe-se um banco de materiais; perante o solo contaminado, propõe-se um tempo de cura; perante a lógica do crescimento, propõe-se o Decrescimento como projeto espacial. Assim, a antiga refinaria deixa de ser apenas o fim de uma era petroquímica. Torna-se o lugar onde pode começar uma outra cultura, mais lenta, mais pública e mais consciente dos ciclos que sustenta. Este trabalho conclui então que a arquitetura não deve apenas construir sobre o mundo existente, mas aprender a cuidar da matéria que já existe nele.

CAPÍTULO VII Referências Bibliográficas e Apêndice

Aguiar, K. A., Azevedo, C. F. O., Oliveira, L. S. R., Dias, F. S., & Ferreira, R. F. M. (2025). Cânhamo (Cannabis sativa L.) como planta fitorremediadora: Uma revisão de literatura. Revista Brasileira de Cannabis, 1(1), 69–83. https://doi.org/10.58731/2965-0771.2025.103

Almeida Fernandes, A. A. (2022). Reutilização de resíduos de construção e demolição para o desenvolvimento de produtos iminentemente mais sustentáveis [Dissertação de mestrado, Universidade do Minho]. RepositoriUM. https://repositorium.sdum.uminho.pt

Baubüro in situ. (2021). K.118 Kopfbau Halle 118, Winterthur. https://www.insitu.ch/projekte/196-k118-kopfbau-halle-118

Cabaleiro, M., Conde, B., González-Gaya, C., & Barros, B. (2023). Removable, Reconfigurable, and Sustainable Steel Structures: A State-of-the-Art Review of Clamp-Based Steel Connections. Sustainability, 15(10), 7808. https://doi.org/10.3390/su15107808

Cânhamor. (2024). Manual técnico de cultivo. Cânhamor / Built from the Ground.

Cânhamor. (2026). ECOblocos® Ibérica: Manual de aplicação, Sistema de parede completo com ECOblocos. Cânhamor / Natura Matéria.

Coelho, A. M. G., Pimentel, R., Ungureanu, V., Hradil, P., & Kesti, J. (2020). European recommendations for reuse of steel products in single-storey buildings (1st ed.). European Convention for Constructional Steelwork [ECCS].

Construire en Chanvre [CenC]. (1998). Règles Professionnelles pour la construction en chanvre. https://www.construire-en-chanvre.fr

DGAV. (2021). Procedimentos para autorização de cultivo de Cannabis sativa para fins industriais. Direção-Geral de Alimentação e Veterinária. https://www.dgav.pt/wp-content/uploads/2021/02/Procedimento_cs.pdf

Druot, F., Lacaton, A., & Vassal, J.-P. (2007). Plus: La vivienda colectiva. Territorio de excepción. Editorial Gustavo Gili. ISBN: 9788425221637

Eires, R. M. G. (2007). Materiais não convencionais para uma construção sustentável utilizando cânhamo industrial, pasta de papel e cortiça [Dissertação de mestrado, Universidade do Minho]. RepositoriUM. https://repositorium.sdum.uminho.pt

Fernandes Araújo, E. (2015). Materiais compósitos com incorporação de cânhamo industrial [Projeto de Investigação Integrado de Mestrado, Universidade do Minho]. RepositoriUM. https://repositorium.sdum.uminho.pt

Ferreira Balinha, T. A. (2025). (Re)interpretação da arquitetura de terra: Proposta para o loteamento Serra Alta [Trabalho de projeto de mestrado, Universidade do Minho]. RepositoriUM. https://repositorium.sdum.uminho.pt

Ferreira da Rocha, B. M. (2025). Avaliação e seleção de materiais para assegurar o isolamento térmico e acústico de um sistema construtivo em painéis pré-fabricados de madeira [Dissertação de mestrado, Universidade do Minho]. RepositoriUM. https://repositorium.sdum.uminho.pt

Gabinete do Ministro do Ambiente e da Ação Climática [MAAC]. (2023). Resposta à Pergunta n.° 1186/XV/1.ª — Contaminação dos solos da antiga refinaria de Matosinhos (Ref. N.° /2023, 52.14.04.). República Portuguesa

Heywood, M. D. (2004). Quicon® design guide to BS 5950-1: Connections. Steel Construction Institute.

Illich, I. (1973). Tools for Conviviality. Harper & Row. ISBN: 9780060121389

IsoHemp. (2019). Hemp blocks: Application guide for sustainable construction and renovation (Ref. UKgda2019v1). IsoHemp UK / UK Hempcrete Ltd.

IsoHemp. (2023). Installation guide: The insulating hemp block for building, renovating and partitioning. IsoHemp SA-NV.

Jaffe, M. J. (1973). Thigmomorphogenesis: The response of plant growth and development to mechanical stimulation. Planta, 114(2), 143–157. https://doi.org/10.1007/BF00387472

Latouche, S. (2009). Farewell to Growth (D. Macey, Trans.). Polity Press. ISBN: 9780745646176

Lindapter. (s.d.). Girder clamps: Versatile connection solutions. Consultado em 20 de maio de 2026, de https://www.lindapter.com/product-category/girder-clamps-versatile-connection-solutions

Lourenço, H. F. S. M. (2014). A reutilização, uma oportunidade: Reinvenção de sistemas construtivos que valorizam materiais excedentários e a sua aplicação sobre o edificado [Dissertação de mestrado, Universidade do Minho]. RepositoriUM. https://repositorium.sdum.uminho.pt

Magwood, C. (2016). Essential Hempcrete Construction: The Complete Step-by-Step Guide. New Society Publishers. ISBN: 9780865718197

Malabadi, R. B., Kolkar, P. K., & Chalannavar, R. K. (2023). Industrial Cannabis sativa (Hemp fiber): Hempcrete; A plant based and eco-friendly building construction material. International Journal of Research and Innovation in Applied Science (IJRIAS), 8(3), 77–87. https://doi.org/10.51584/IJRIAS

Menezes, M. S., & Lopes, P. R. (2024). Cannabis para fins medicinais e de fitorremediação: Uma perspectiva agroecológica. Cadernos de Agroecologia, 19(1), Artigo 18274. Anais do XII Congresso Brasileiro de Agroecologia.

Moreira, I., & Rafael, J. (2023). Matosinhos: O desmonte e o território da refinaria. Jornal Arquitetos [J-A], (261), 13–17. https://www.arquitectos.pt/j-a

Moreira, I. (2025). Visita guiada à antiga Refinaria de Matosinhos 3. Glosa Visual, (4), 46–49. https://ojs.letras.up.pt/index.php/gl/article/download/16227/13869/60512

Nováková, P., & Sal, J. (2019). Use of technical hemp for concrete - Hempcrete. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 603(5), Article 052095. https://doi.org/10.1088/1757-899X/603/5/052095

Ramos Oliveira, T. C. (2022). Fitorremediação de solos contaminados com metais pesados utilizando culturas energéticas [Dissertação de mestrado, Universidade do Minho]. RepositoriUM. https://repositorium.sdum.uminho.pt

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., et al. (2009). A safe operating space for humanity. Nature, 461, 472–475. https://doi.org/10.1038/461472a

Rotor ASBL. (2021). Reuse Toolkit: Structure and shell; Structural steel: Steel beam (Sheet 2.30 EN, Version 01). Interreg FCRBE (Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements). https://opalis.eu

Santos Pires, T. M. (2018). Proteção à corrosão de estruturas de aço [Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa. http://hdl.handle.net/10451/34433

Silva Araújo Freire, H., Moreira da Costa, M., Rocha, S., & Santos, G. A. (2021). Potencial de uso de cânhamo industrial (Cannabis sativa L.), para a produção de celulose fibra longa. Boletim Técnico SIF, 1(3), 1–10. Sociedade de Investigações Florestais / Universidade Federal de Viçosa.

Silverstein, S. A. (2009). Applying “Design for Disassembly” to connection design in steel structures [Master’s thesis, Massachusetts Institute of Technology]. MIT DSpace. http://hdl.handle.net/1721.1/54641

Steel Construction Institute (SCI). (2019). SCI P427 – Structural Steel Reuse. Ascot: SCI.

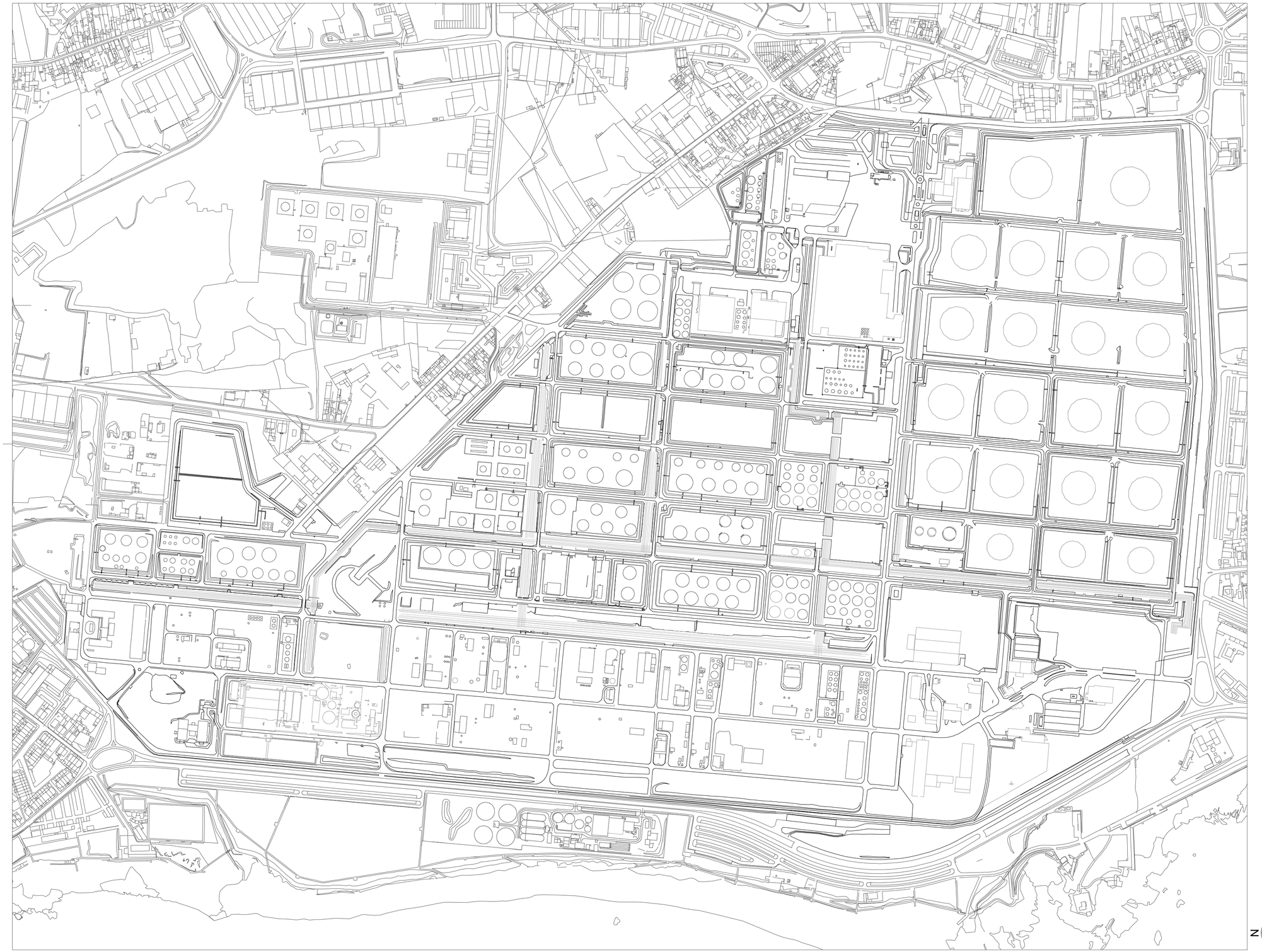
UNEP. (2023). Building materials and the climate: Constructing a new future. United Nations Environment Programme. https://www.unep.org/resources/report/building-materials-and-climate-constructing-new-future

US Hemp Building Association (USHBA) (s.d.). Hemp building in the United States. https://www.ushba.org

Monteiro, S. (s.d.). Portugal Antigo - Viagem ao Passado. [Fotografia tirada em 1962] Porto Desaparecido. https://www.facebook.com/photo?fbid=5540908985964258&set=a.414981725223702

Marques, M. (2010, 4 de janeiro). Panorâmica Construção Petrogal [Fotografia tirada ca. 1980]. Flickr. https://www.flickr.com/photos/miguelmarques/4244668882/in/album-72157623136461724/

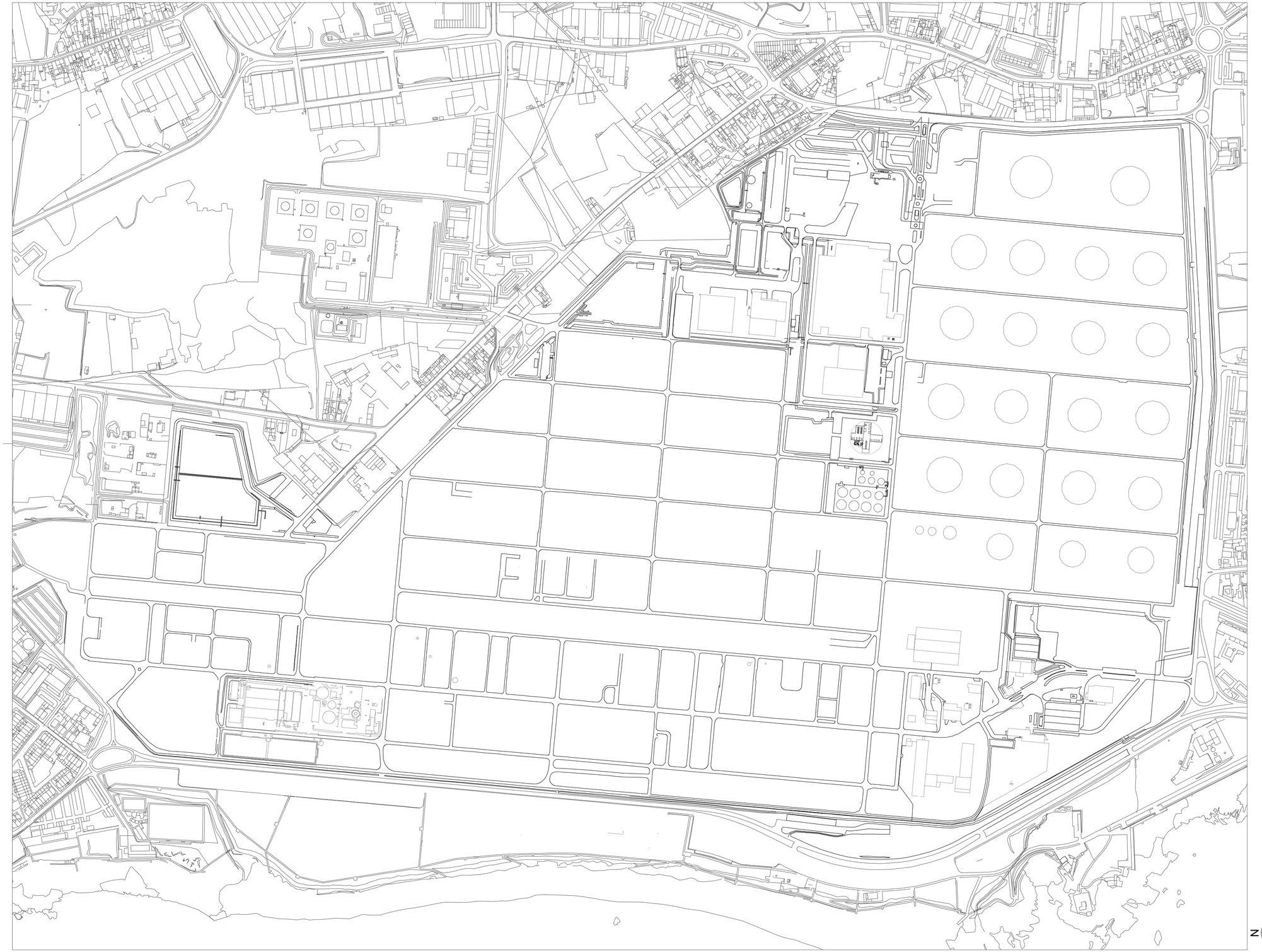
Porto Desaparecido. (2012, 24 de outubro). Cabo do Mundo [Publicação no Facebook]. https://www.facebook.com/photo/?fbid=416906671697874&set=-vista-aérea-de-leça-da-palmeira-com-a-marina-em-primeiro-plano-1957-apdl-arquivo



N

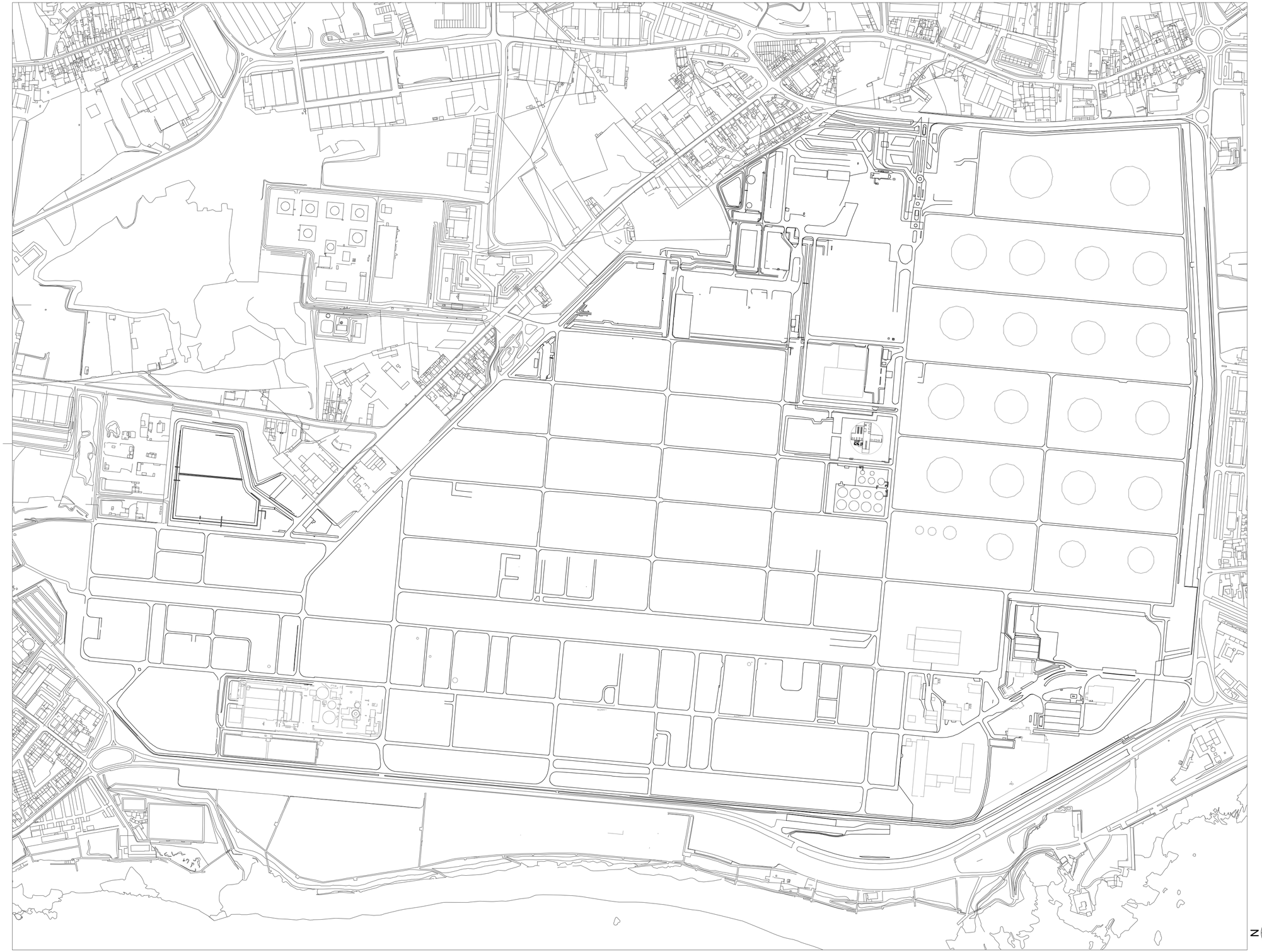
PLANTA DA FASE 0

Desenho: Plantas da Proposta		Escala: 1:5000	01
GIL ALVES MARTINS		Data: MAIO 2026	



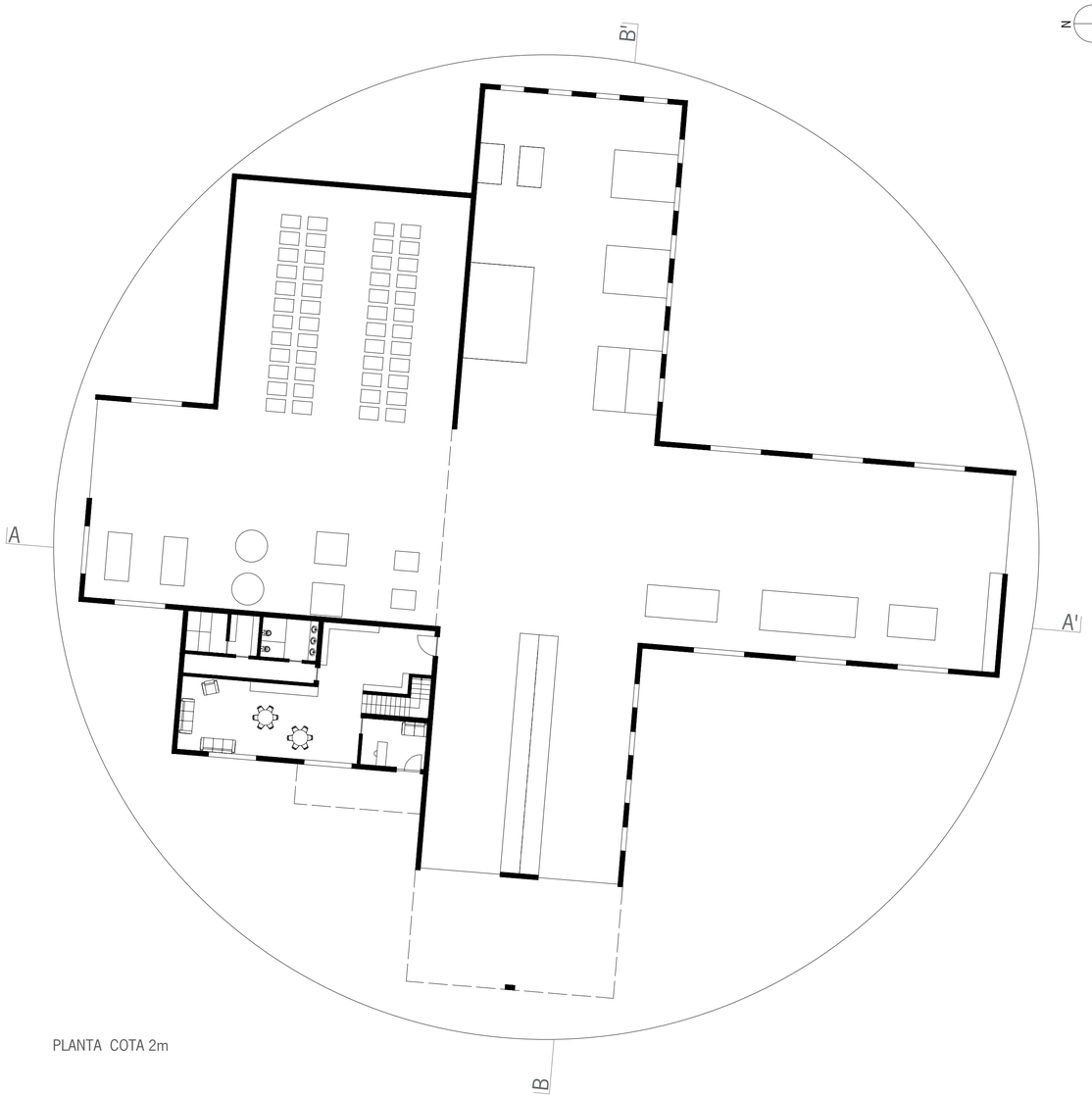
PLANTA DA FASE 1

Desenho: Plantas da Proposta		Escala: 1:5000	02
GIL ALVES MARTINS		Data: MAIO 2026	

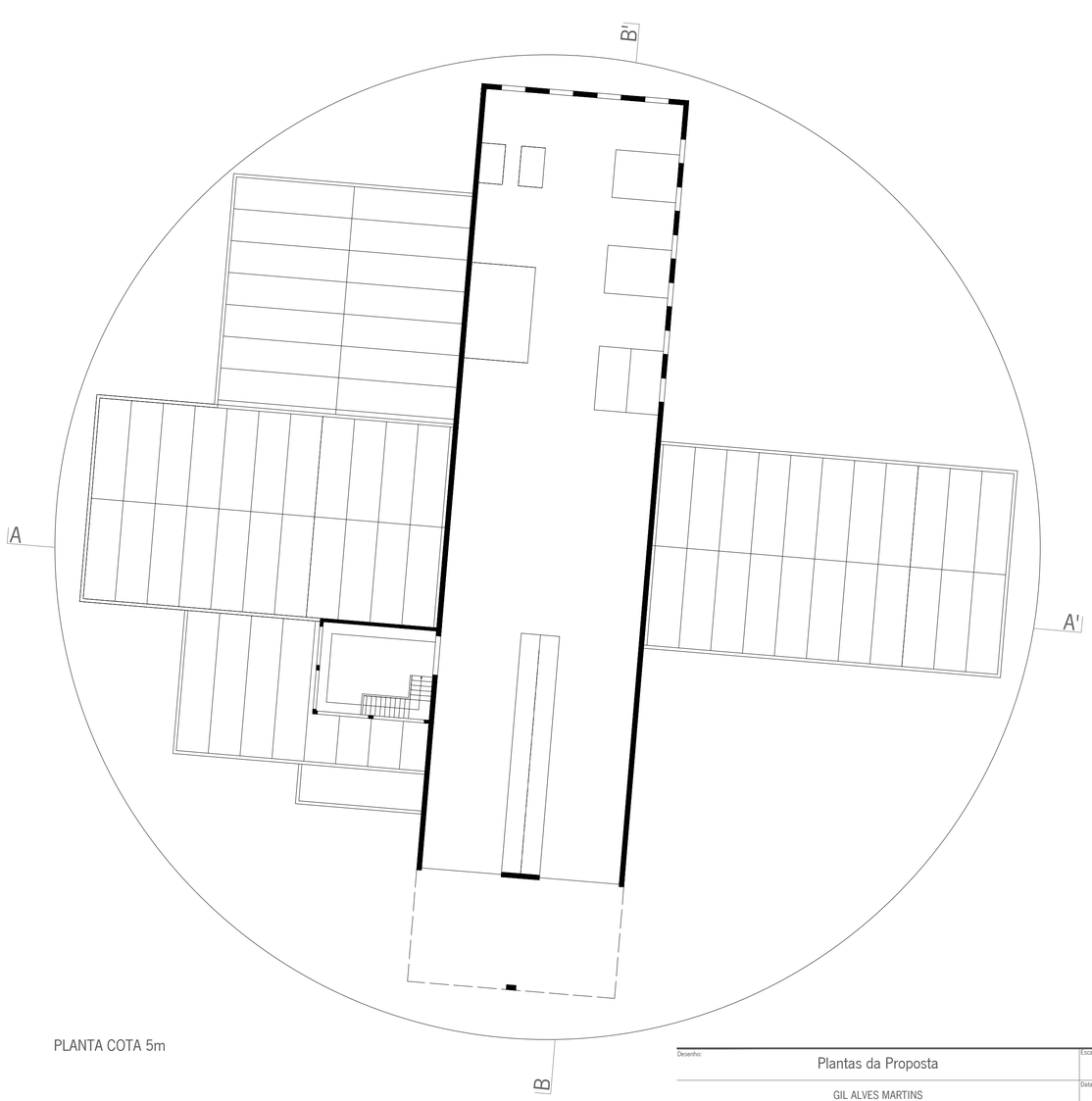


PLANTA DA FASE 2

Desenho: Plantas da Proposta		Escala: 1:5000	03
GIL ALVES MARTINS		Data: MAIO 2026	



PLANTA COTA 2m

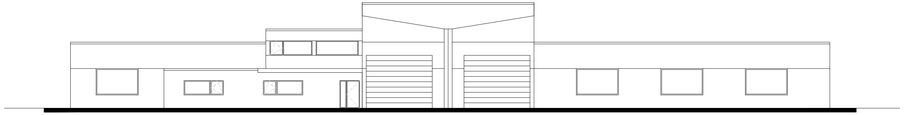


PLANTA COTA 5m

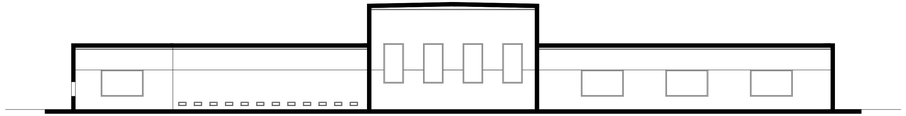
Desenho: Plantas da Proposta		Escala: 1:200	04
GIL ALVES MARTINS		Data: MAIO 2026	



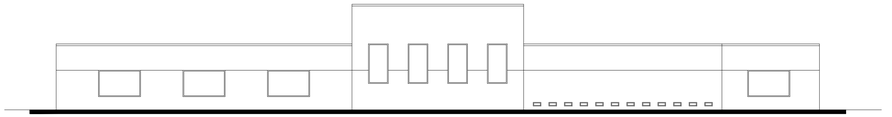
ALÇADO NORTE



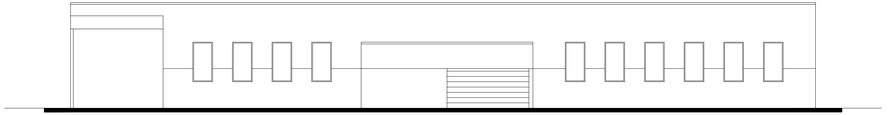
ALÇADO OESTE



CORTE AA'



ALÇADO ESTE



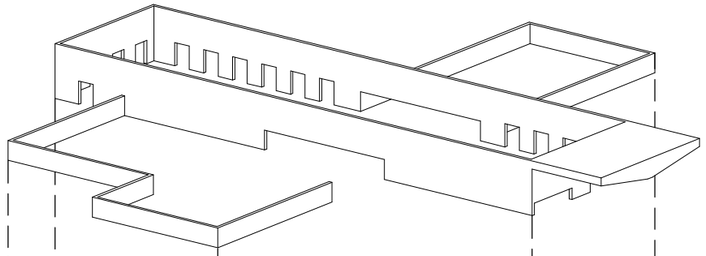
ALÇADO SUL



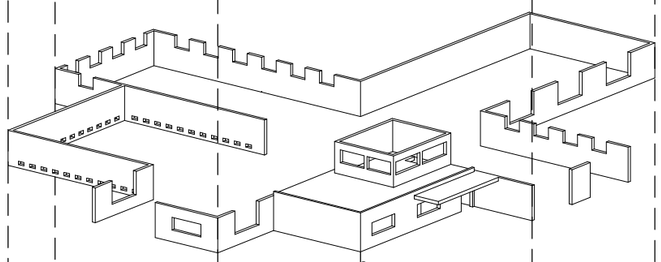
CORTE BB'

Desenho: Alçados e Cortes da Proposta		Escala: 1:200	05
GIL ALVES MARTINS		Data: MAIO 2026	

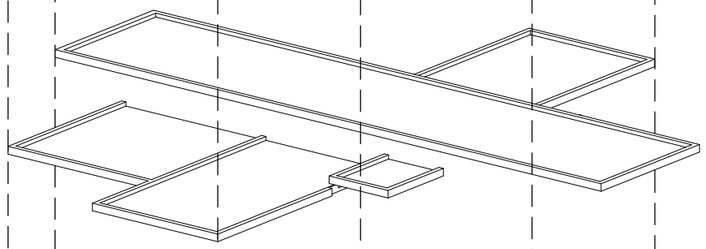
FASES DE CONSTRUÇÃO DO EDIFÍCIO LABORATÓRIO



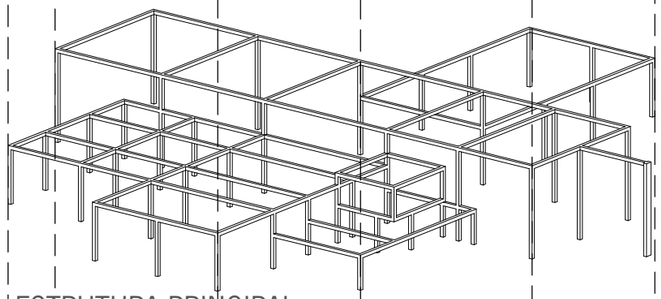
CHAPA DE REVESTIMENTO



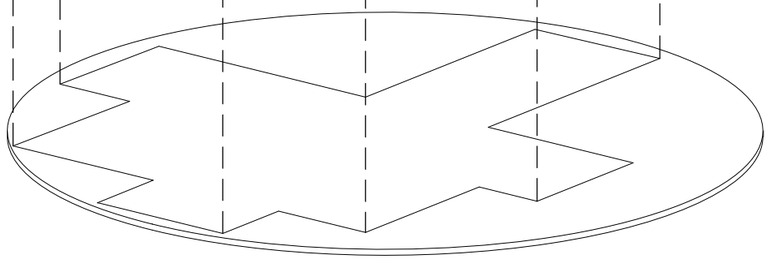
ALVENARIA EM BLOCO DE CÂNHAMO



COBERTURA

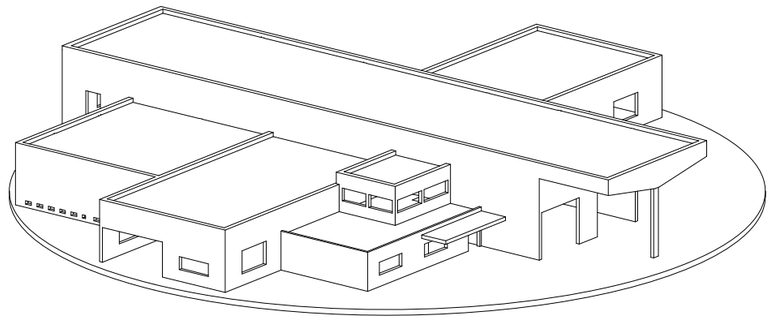


ESTRUTURA PRINCIPAL





MALHA ESTRUTURAL



AXONOMETRIA GERAL

Desenho:	Planta Estrutural + Fases de Construção	Escala: 1:500	06
	GIL ALVES MARTINS	Data: MAIO 2026	

RUFO EM CHAPA RECUPERADA

PILAR DE AÇO HEB 300

CALEIRA

CHAPA RECUPERADA DOS SILOS

VIGA IPE 200

ESTRUTURA SECUNDÁRIA DE FIXAÇÃO DA FACHADA

PINGADEIRA REMATE

JANELA COM CAIXILHO METÁLICO RECUPERADA

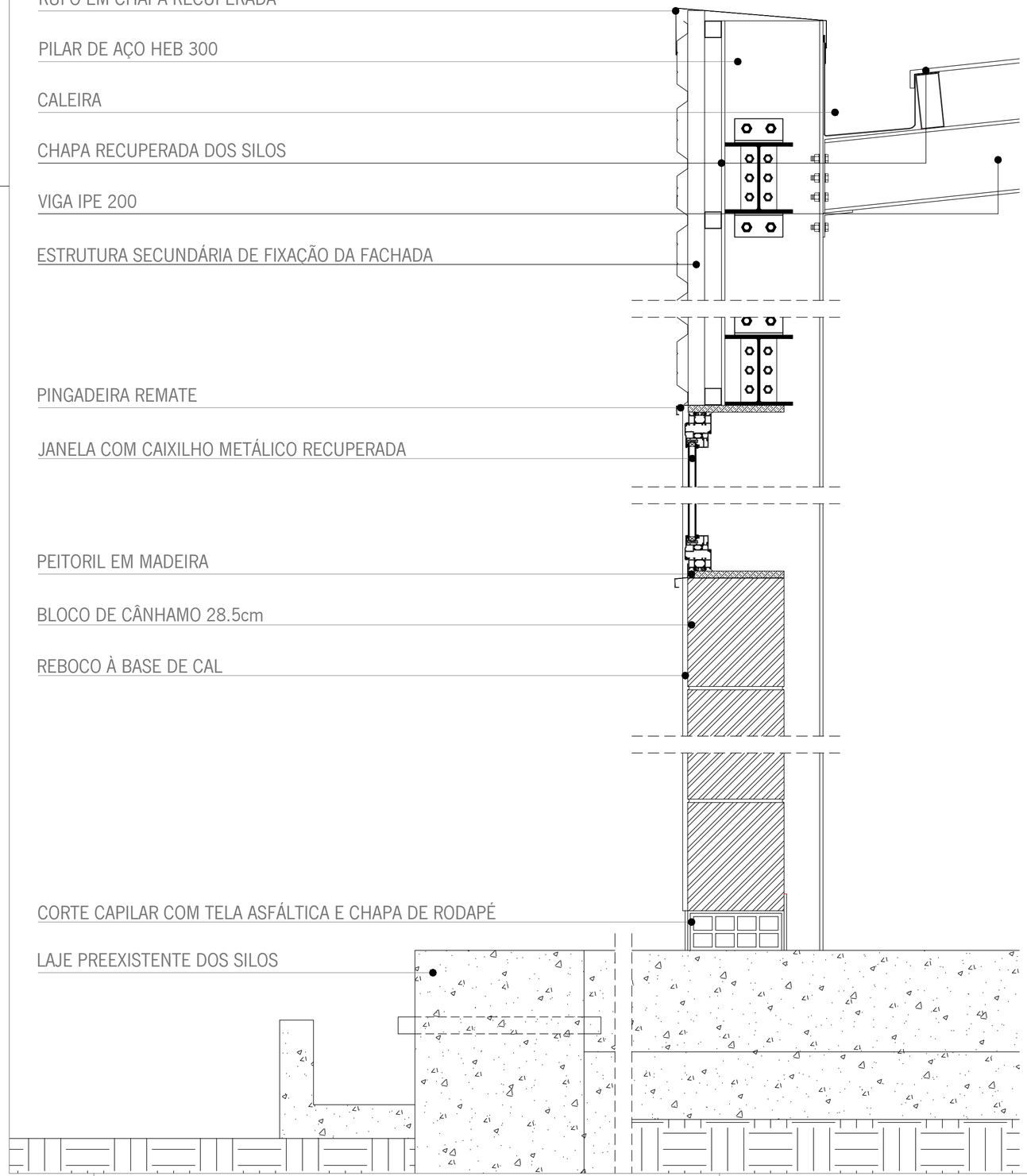
PEITORIL EM MADEIRA

BLOCO DE CÂNHAMO 28.5cm

REBOCO À BASE DE CAL

CORTE CAPILAR COM TELA ASFÁLTICA E CHAPA DE RODAPÉ

LAJE PREEXISTENTE DOS SILOS



JANELA COM CAIXILHO METÁLICO RECUPERADA

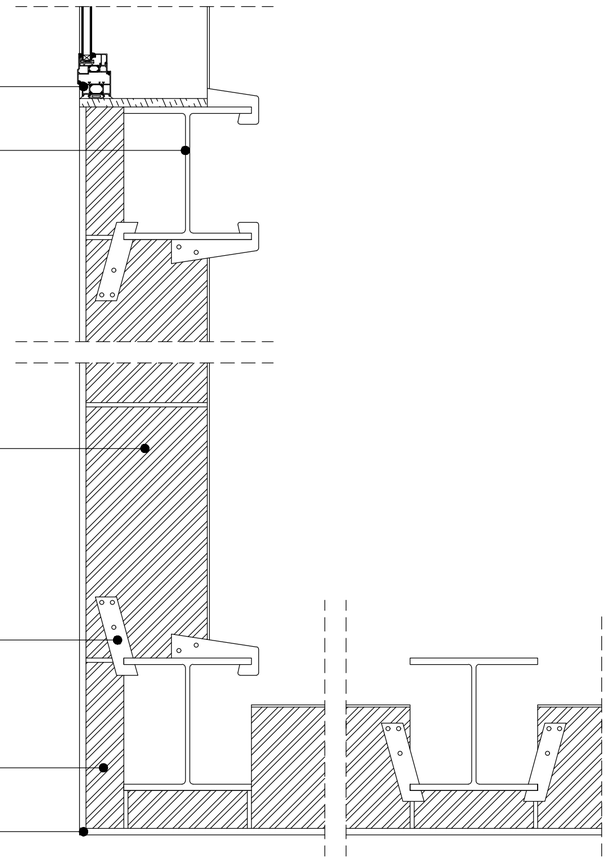
PILAR DE AÇO HEB 300

BLOCO DE CÂNHAMO 28.5cm

CHAPA DE FIXAÇÃO

BLOCO DE CÂNHAMO 10cm

REBOCO À BASE DE CAL



Desenho:	Escala:	
Pormenores Construtivos	1.10	07
GIL ALVES MARTINS	Data: MAIO 2026	