

A vibrant, stylized illustration of a tropical jungle. The background is a light green with a fine halftone dot pattern. In the foreground, there are large, dark green palm fronds and various tropical plants with bright orange and red leaves and flowers. In the middle ground, a small, simple building with a red roof and a porch is visible, partially obscured by the foliage. The overall style is graphic and colorful.

**arquitetura**

**cíclica**

experimentação de projeto carbono neutro na ilha de Guadalupe



# arquitetura cíclica

experimentação de projeto carbono neutro na ilha de Guadalupe

**Ana Beatriz de Campos Martins**

Trabalho Final de Graduação | FAUUSP | 2022



## agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente ao meu orientador, José Baravelli, que se entusiasmou com a minha proposta de trabalho desde o primeiro encontro e me deu contribuições valiosas tanto para a fase de projeto quanto de pesquisa e se desdobrou para me acompanhar mesmo à distância, mesmo eu sendo cabeça dura e sempre resistindo às sugestões dele. A FAU precisa de mais professores assim, que tirem o melhor dos seus alunos.

Em segundo aos meus amigos que me acompanharam em todos os sofrimentos e alegrias que foram cursar estes sete anos e duas graduações - Port, Robs, Lacks, Bianca, Marina, Bia, todos da natação, do futsal e da atlética e amigos de fora da FAU que fariam uma lista muito longa se eu fosse incluir todos os nomes, e também aos meus amigos da ENSAG que não conseguiram ler estes agradecimentos pois não falam português mas estiveram comigo nas fases mais difíceis desse caminho. À Flora, ao Lacks e a Ma Sung (de novo) pela ajuda que deram no projeto gráfico e na elaboração de imagens pro caderno. Se ele tá bonito assim é graças a eles.

Em terceiro, aos meus amigos brasileiros em Grenoble, que me fizeram sentir em casa do outro lado do oceano enquanto eu trabalhava na primeira parte deste projeto. Eu tenho saudades todos os dias.

E por último mas não menos importante, aos meus pais que sempre me apoiaram em tudo, inclusive quando eu resolvi passar três anos longe deles e quase matá-los de saudade e de preocupação. Eu amo vocês.

## prefácio

Eu escolhi fazer arquitetura meio por acaso. Quando tinha 7 anos me aproximei de uma amiga que era filha de um casal de arquitetos e dizia que queria fazer arquitetura para ser igual aos pais. Eu achei que era uma boa ideia pra mim já que eu desenhava bem e gostava de matemática, claramente os atributos mais essenciais à prática da arquitetura. Nós brincávamos juntas desenhando plantas de casas, de escolas, de hospitais, primeiro à mão e depois no software mais avançado a que tínhamos acesso na época - o paint.

Foi mais ou menos nessa época que eu ouvi falar pela primeira vez na escola sobre aquecimento global e efeito estufa. Aquilo me assustou muito e me fez virar uma pequena ambientalista - apagava as luzes de todos os cômodos da casa quando ninguém estava usando, fechava o chuveiro enquanto me ensaboava, guardava lixo que encontrava na rua até passar por uma lixeira, lia tudo o que encontrava à respeito nas revistas que lia na academia onde fazia natação ou na casa das minhas tias.

Isso me gerou dúvidas sobre a minha escolha de ser arquiteta. Eu não queria ajudar a humanidade a construir, construir, construir e destruir a natureza. Meu pai me tranquilizou dizendo que justamente como arquiteta eu poderia contribuir para construir de maneira mais ecológica.

É engraçado que ao longo dos anos esta aspiração foi se perdendo, muito provavelmente porque me dei conta de que o mundo tinha muitos outros problemas urgentíssimos pra resolvermos enquanto arquitetos - o déficit habitacional, a desigualdade de gênero nas cidades e na profissão, a segregação urbana - e durante meus anos de FAU fui tomada por discussões que jogaram a ecologia para escanteio.

Esse interesse renasceu nos últimos três anos morando em Grenoble, na França, onde cursei um ano de intercâmbio pela FAU e uma formação de dois anos de nível master. Fui surpreendida pela centralidade que as discussões sobre a urgência climática que vivemos tinham não somente na escola de arquitetura - referência nacional em construção em madeira e terra - mas no debate público e na mentalidade de pessoas da minha geração.

Por vários motivos, lá essas questões parecem amplificadas - o primeiro e mais óbvio é que os outros problemas que eu citei não estão presentes em países desenvolvidos, ou ao menos não com tanta força, e existem recursos disponíveis para investir em soluções sustentáveis, nem sempre as mais baratas no curto prazo. O segundo é que países de clima temperado já estão sentindo na pele efeitos das mudanças climáticas com ondas de calor insuportáveis cada vez mais frequentes (e que eu pude muito bem vivenciar) e invernos com muito menos neve do que há 10, 20 anos atrás, enquanto em São Paulo estes efeitos ainda parecem pontuais.

Eu precisei ir pra outro continente para tornar a dar importância a essas discussões, mas é um tiro no pé considerar que este é um problema de primeiro mundo. Pelo contrário, é importante que países em desenvolvimento tomem para si também este debate justamente para não seguir um modelo de desenvolvimento baseado na exaustão de recursos naturais que outros países estão hoje tentando reverter, e reinventar nossas possibilidades enquanto há tempo.

Este trabalho para mim é uma grande síntese do que aprendi nesses 4 anos de FAU e 3 de ENSAG, e no fim da minha graduação retorno às aspirações da Bia de 10 anos, pra dizer pra ela que tem, sim, como construir melhor.





## resumo

O trabalho se propõe a estudar o impacto das decisões de projeto nas emissões de carbono e no impacto ambiental de um edifício e como esta informação pode auxiliar na prática de projeto. Para tanto, parte-se de um estudo de caso, um projeto na ilha de Guadalupe, território francês na América Central, e da hipótese do uso de madeira laminada colada na construção. O estudo de uma tipologia vernacular caribenha - a casa crioula - e a incorporação de conceitos de Análise do Ciclo de Vida servem de base à proposição de uma arquitetura cíclica, isto é, uma arquitetura que considere desde a produção das matérias primas utilizadas até o destino final destas após a demolição do edifício em sua concepção. São definidas cinco dimensões de intervenção para redução do impacto ambiental no âmbito do projeto: a inserção urbana, a escolha dos materiais, a otimização energética, o projeto para o reuso e o descarte. O projeto da Casa do Canal tenta responder a todas elas simultaneamente através da adoção de estratégias de bioclimatismo, flexibilidade de programa, desmontabilidade dos componentes e uso de materiais ecológicos, entre outros. Os efeitos destas intervenções são mensurados a partir da elaboração de um estudo de Análise do Ciclo de Vida (ACV) ao final do projeto, conforme as diretrizes estabelecidas pela norma ISO 14040.

**Palavras-chave:** Ciclo de Vida, Sustentabilidade, Pegada de Carbono, Madeira

## abstract

The present work aims to study the architectural project's impact on the total greenhouse gas emissions and general environmental impact of a building and how this information can inform design practices. To do so, a project on Guadeloupe island - a French territory in Central America - is used as a case study to experiment with the hypothesis of using glue laminated timber in construction, among other impact-reducing strategies. A vernacular caribbean typology - the creole hut - along with Life Cycle Analysis methods become the basis of the proposal - a cyclical architecture, one that takes the whole life cycle of a building into account - from the very production of the raw materials to the disposal of the components after its demolition or dismantling. We propose five dimensions of interest for GHG-reducing approaches: the urban integration of the project, its material choices, its energy optimization, the possibilities of dismantling and reuse and the disposal of the components. The project tries to respond to all of them at once by adopting several different strategies such as passive building design, adaptable plan, reversible assemblies and bio-sourced or recyclable materials. The concrete effects of those interventions are measured through a Life Cycle Analysis at the end of the third chapter, according to the guidelines established by ISO standard 14040.

Palavras-chave: Ciclo de Vida, Sustentabilidade, Pegada de Carbono, Madeira



<b>introdução</b>	<b>14</b>
<b>1. a análise do ciclo de vida no projeto de arquitetura</b>	<b>17</b>
a   setor construtivo e emissões de carbono em escala global	19
b   como abordar a questão da sustentabilidade	27
c   métodos de avaliação do impacto ambiental de um edifício	35
d   hipóteses de integração da ACV no processo de concepção	43
<b>2. Guadalupe: uma ilha no encontro entre história e riscos naturais</b>	<b>51</b>
a   um ponto de convergência entre Brasil e França	53
b   a madeira como cultura construtiva vernacular	67
c   Morne-à-l'eau, cidade-paisagem	79
d   edifício e estratégia urbana	93
<b>3. a casa do canal: por uma arquitetura cíclica</b>	<b>103</b>
a   um museu-mangue para o Canal des Rotours	105
b   uma arquitetura fluvial: de museu-mangue a museu-porto	119
c   edifício e materialidade: construir em madeira em uma ilha tropical	133
e   análise global pelo método ACV	145
<b>conclusão</b>	<b>156</b>
<b>bibliografia</b>	<b>162</b>

## introdução

O último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), publicado em março de 2022, traz notícias preocupantes. Para manter ao alcance as metas estabelecidas no Acordo de Paris, o mundo deve atingir o pico de emissões de gases-estufa em, no máximo, três anos. Isto significa que todos os setores econômicos, de todos os países, precisarão passar por mudanças drásticas nos próximos anos, e que a descarbonização do nosso sistema produtivo é uma urgência mundial.

A forma como construímos e como organizamos as cidades têm um papel fundamental nisso. O próprio relatório estabelece como diretrizes “incentivar construções verdes” e “redesenhar as cidades e fazer a transição para o transporte de zero e baixo carbono”, ressaltando a importância do nosso campo de atuação neste processo.

Este trabalho se propõe a contribuir um pouco com o tema, levantando hipóteses de como a discussão sobre sustentabilidade pode se refletir em nossa prática de projeto. Conhecimentos de vários campos serão mobilizados para responder à pergunta: o que significa exatamente construir (e projetar) de maneira sustentável?

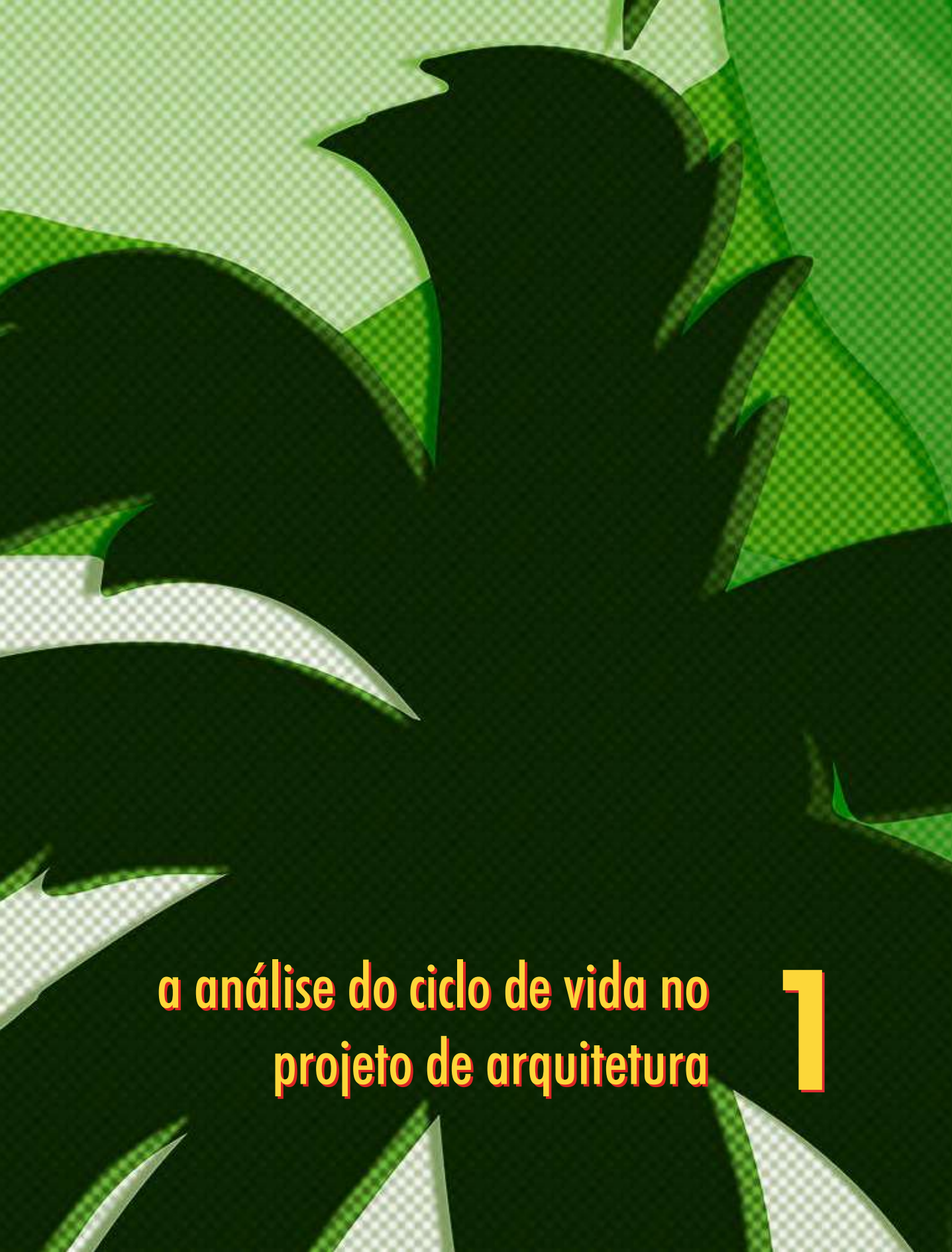
A resposta não é a mesma para todos os cantos do globo, e por isso o problema será explorado a partir de um contexto específico - a ilha de Guadalupe, território francês localizado nas antilhas caribenhas, uma região particularmente sensível às mudanças climáticas em razão da sua exposição constante a fenômenos naturais intensos como ciclones, terremotos e inundações.

Em um primeiro momento, a questão da sustentabilidade será analisada a partir de um olhar acadêmico, compreendendo uma revisão de literatura e levantamento do estado atual da questão no panorama global. Buscou-se antes de tudo compreender quais são os impactos ambientais de um edifício, as possibilidades de intervenção e os obstáculos enfrentados pelo arquiteto. O primeiro capítulo define a postura com que o problema será enfrentado no resto do trabalho.

No segundo capítulo, o território de Guadalupe será examinado em profundidade, de maneira a revelar seus potenciais e limitações para uma construção verdadeiramente ecológica. A arquitetura vernacular crioula será investigada com especial atenção pela sua filosofia cíclica, base da proposta do trabalho. Este capítulo foi alimentado principalmente com informações colhidas no local durante uma viagem em janeiro de 2022 e de conversas com atores locais, possibilitados por uma parceria de pesquisa entre a prefeitura de Morne-à-l'Eau e a ENSAG.

Por fim, todas estas reflexões serão aplicadas em um exercício de projeto, a Casa do Canal. Trata-se de um equipamento cultural e pedagógico voltado à conservação do manguezal da cidade de Morne-à-l'Eau, uma demanda levantada pelos próprios habitantes. O objetivo é estabelecer um diálogo entre teoria e prática, essencial em um momento de tamanha urgência como o que estamos vivendo. Neste último capítulo também será feita uma análise quantitativa do impacto ambiental do projeto, visando a mensurar os resultados obtidos com a intervenção proposta.





**a análise do ciclo de vida no  
projeto de arquitetura**

**1**



setor construtivo e emissões de carbono em  
escala global



Este trabalho não poderia começar de outra maneira senão justificando sua razão de ser. Muitos estudos já tentaram estimar as contribuições da construção civil ao aquecimento global e a outros problemas que o planeta está vivenciando nos últimos anos e, embora as metodologias variem, eles nos permitem compreender a magnitude dos impactos ambientais do setor construtivo. Com isso, podemos reconhecer também a responsabilidade dos atores nele envolvidos na reversão dessas tendências destrutivas.

Os dados mais recentes do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, de 2020, estimam que a construção civil é responsável pelo consumo de 50% dos recursos mundiais, 40% da energia, e pela produção de quase 50% dos resíduos. Estas estimativas se alinham com estudos em escala nacional ao redor do globo, como por exemplo no Japão<sup>1</sup>, onde 50% das matérias primas são destinadas ao setor construtivo no país, ou nos EUA<sup>2</sup>, em que esta proporção pode chegar a 75%. De fato, pela própria natureza da atividade, a construção civil consome uma quantidade desproporcional de recursos em comparação a outros setores.

Praticamente todas as atividades humanas se desenvolvem em ambientes construídos e, para que estes outros setores possam funcionar, é preciso produzir, transportar, construir, ventilar, iluminar, aquecer, resfriar, realizar manutenções, reformar, expandir, demolir, e a cada uma destas atividades estão relacionados impactos ambientais diversos. Todos estes processos podem ser divididos em quatro fases principais: a manufatura/extração e produção dos materiais, a construção/execução da obra, o uso, e uma fase que chamaremos de pós-vida, englobando o destino final dado aos materiais após a demolição. Além destas cinco fases, o transporte entre cada uma delas deve ser considerado para uma visão completa do ciclo de vida de um edifício.

Um dos grandes desafios da sustentabilidade no setor construtivo é justamente enfrentar a complexidade deste ciclo de vida, que exige soluções sistêmicas, capazes de atuar em todos os níveis simultaneamente e considerar a imprevisibilidade de certos fatores, como a qualidade variável da execução e o comportamento do usuário<sup>3</sup>.

**Figura 1.** Fonte: < <https://www.okvoyage.com/post/photo-guadeloupe/>>

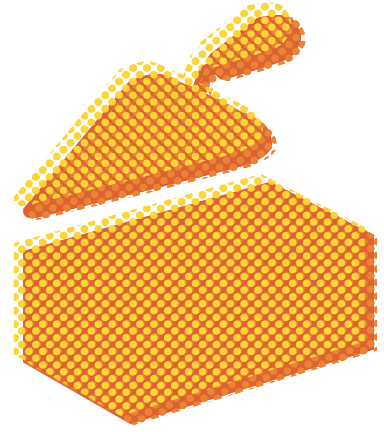
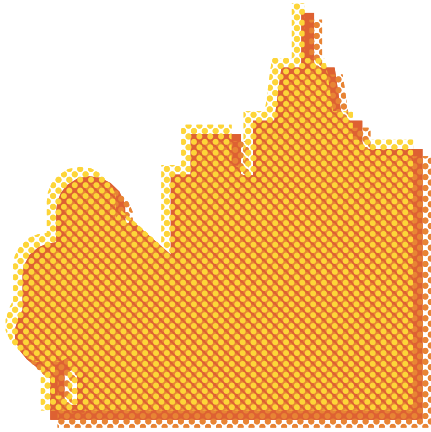
1. KASAI, 1998 apud BERGE, Bjørn. **Ecology of building materials.** London: Routledge, 2007.

2. WAGNER, 1999 apud BERGE, ibid

3. GOLDEMBERG, José; AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil.** São Paulo: Editora Blucher, 2011.



## Principais impactos ambientais de cada fase do ciclo de vida de um edifício



### Extração e manufatura

Esgotamento de recursos não renováveis

Desequilíbrio dos ecossistemas gerado por atividades de extração

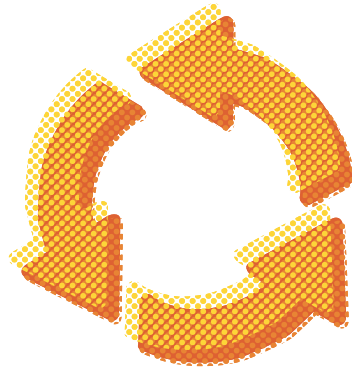
Queima de combustíveis fósseis (emissão de gases estufa)

Alto consumo de energia e de água em alguns processos industriais

### Construção

Produção de resíduos (perdas de materiais)

Falta de rigor na execução da obra = projetos com menor vida útil/maior consumo energético



## Uso

## Demolição e fim da vida

Alto consumo energético acumulado (fase mais longa do ciclo de vida do edifício)

Falta de manutenções preventivas = projetos com menor vida útil/maior consumo energético/geração de resíduos durante intervenções de reforma

Descarte em áreas de proteção ambiental

Poluição atmosférica pela incineração

Emissão de gases-estufa

A construção civil resulta da interação entre diversos setores distintos e sofre influência de um grande leque de normas técnicas e legislações, além de estar sujeita a flutuações geradas por políticas fiscais que mudam de um governo a outro, por ser um setor de alto interesse público. Na maioria dos casos, o arquiteto não é o único, ou talvez nem o principal, responsável pela escolha dos materiais ou pelas decisões mais significativas em termos de redução dos impactos ambientais da construção.

Além de complexo, o ciclo de vida dos edifícios é muito longo. Em geral, edifícios são concebidos para durarem entre 50 e 100 anos, o que significa que uma escolha de projeto ruim é uma escolha que trará impactos por quase um século<sup>4</sup> - e pior, contrariamente a outras indústrias em que existe um ciclo curto de recompra, em edifícios têm-se muito pouco retorno da real operação do edifício para aqueles que os concebem<sup>5</sup>. Isso implica na existência de uma grande diferença entre projeto e prática que se faz sentir também no plano ambiental. Muitos estudos de avaliação pós-ocupação mostram, por exemplo, que o gasto energético real de um edifício certificado no momento do projeto pode não estar entre os parâmetros de eficiência definidos de antemão<sup>6</sup>.

Todos estes problemas colocam obstáculos práticos para a sustentabilidade dentro do setor da construção civil e são inerentes à estruturação da atividade tal como ela é praticada hoje. Para piorar, mesmo que um arquiteto - ou um engenheiro, ou uma construtora - consiga contorná-los propondo uma solução sistêmica e durável no tempo, ele ainda enfrentará a resistência de um mercado muito cético à inovação, e não à toa. Os custos são altos, e o preço é o maior fator de filtro para os clientes no momento da seleção entre sistemas construtivos<sup>8</sup>. A viabilidade econômica e a vantagem competitiva de uma solução mais sustentável são de extrema importância especialmente no caso de países em desenvolvimento, em que boa parte da população não pode sequer se dar ao luxo de construir fora da informalidade, e frequentemente a implantação de novas tecnologias envolve grandes investimentos iniciais e fica restrita a segmentos de nicho, incapazes de competir com métodos convencionais.

4. JEDLICKA, Wendy. **Packaging sustainability: tools, systems and strategies for innovative package design**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

5. MUMOVIC, Dejan; SANTA-MOURIS, Mat (Ed.). **A Handbook of Sustainable Building Design and Engineering: An Integrated Approach to Energy, Health and Operational Performance**. Londres: Routledge, 2013.

6. JEDLICKA, Wendy, op. cit.

7. PUNHAGUI, Katia Regina Garcia. **Potencial de redução de las emisiones de CO<sub>2</sub> y de la energía incorporada en la construcción de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera**. Tese de Doutorado. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Barcelona: 2014.

8. JEDLICKA, op. cit.

Discutir sustentabilidade na construção civil - e na arquitetura - é uma tarefa difícil mas extremamente necessária, como visto no começo do capítulo. É uma tarefa que deve começar pela compreensão realista dos potenciais e limitações do arquiteto no momento do projeto para evitar soluções pouco factíveis ou que resolvem apenas parte do problema, intensificando outros, combinando abordagens analíticas e propositivas.



como abordar a questão da  
sustentabilidade



A definição mais comum de sustentabilidade é a do relatório de Brundtland, de 1997, que diz que “desenvolvimento sustentável é um desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer as necessidades do futuro”<sup>9</sup>. Essa definição é importante porque implica não somente um compromisso ambiental mas também social - com as gerações presentes e futuras - e econômico - de continuar uma tendência de desenvolvimento do presente. Os três pilares do desenvolvimento sustentável costumam ser referidos em inglês como 3 Ps (people, planet and profit) e são comumente sintetizados com um diagrama de Venn como o da figura ao lado.

Algumas críticas têm sido levantadas com relação a essa ideia. Alguns autores a consideram como um “bloqueio conceitual” já que a ideia em si não se converte em um processo ou um objetivo específico e pode ser interpretada de muitas maneiras<sup>10</sup>. Jean-Luc Menet (2014)<sup>11</sup> prefere definir o desenvolvimento sustentável como “uma nova forma de gestão na qual todos os atores devem se mobilizar para tratar o mesmo problema a todos os níveis, em todos os setores simultaneamente” - destacando a necessidade de pensar a sustentabilidade não como um objetivo abstrato mas como um processo.

Enquanto a noção de desenvolvimento sustentável implica um cuidado, uma “sustentação” recíproca entre pessoas, planeta e a economia, a noção de *développement durable*, tradução mais comum utilizada em trabalhos de língua francesa, coloca a ênfase na dimensão do tempo, de alongar a duração deste desenvolvimento para as gerações futuras, evocando em sua semântica a definição já estabelecida pelo relatório de Brundtland. Esta substituição de sustentabilidade por durabilidade também se verifica em outros idiomas como o alemão, finlandês e romeno<sup>12</sup>.

De fato, a durabilidade está intrinsecamente ligada ao impacto ambiental de um projeto, em todas as escalas - tanto quando falamos da vida útil dos materiais quanto da adequação do programa às necessidades de longo prazo de uma comunidade. Muitas vezes, decisões projetuais que favoreçam a extensão da vida útil de um edifício são mais efetivas na redução da sua carga ambiental que outras focando diretamente na mitigação desta<sup>13</sup>.

**Figura 2.** Os três P's da sustentabilidade. Elaboração pessoal a partir de JEDLICKA, 2009.

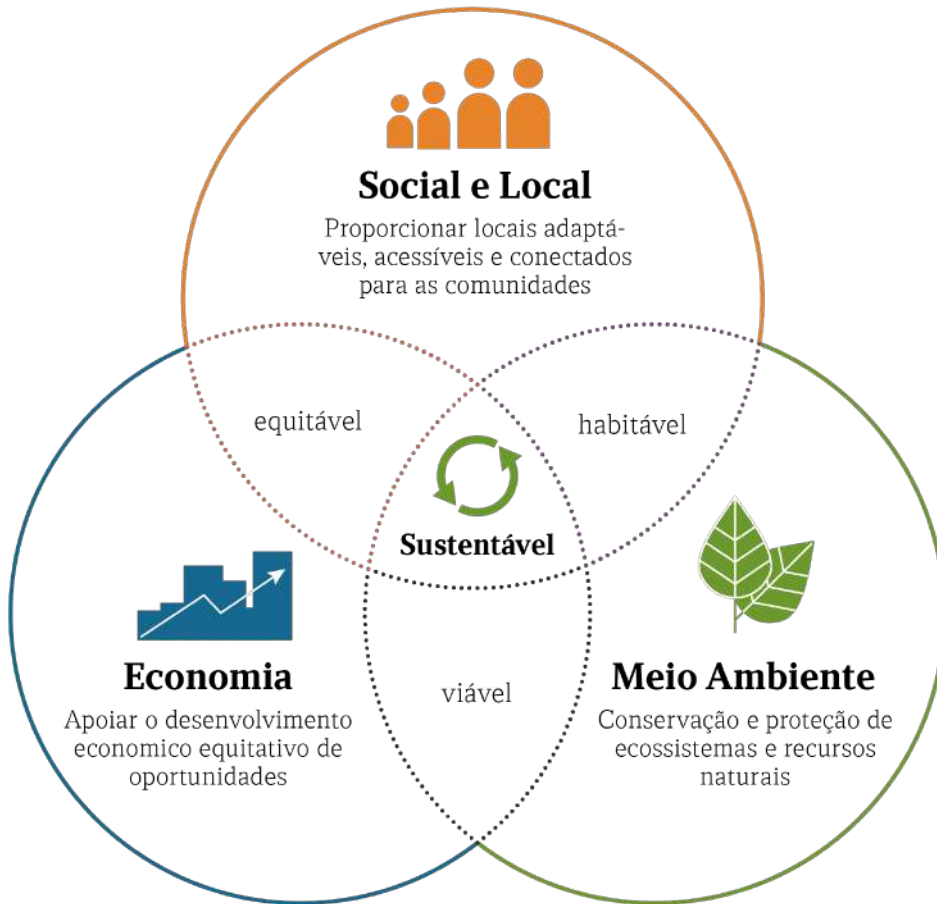
9. JEDLICKA, Wendy. op. cit.

10. DE LACAZE, Thierry. **Caractérisation de particularités environnementales liées au développement durable en Guadeloupe: conceptions d'acteurs locaux. Contextes et didactiques.** Revue semestrielle en sciences de l'éducation, n. 6, 2015.

11. MENET, Jean-Luc; GRUESCU, Ion Cosmin. **L'éco-conception dans le bâtiment: en 37 fiches-outils.** Dunod, 2014

12. JOHN, Vanderley Moacyr et al. **Durabilidade e Sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira.** In: Workshop sobre durabilidade das construções. 2001.

13. Ibidem



Desde os anos 60, quando surgiram as primeiras discussões sobre o significado de sustentabilidade na construção civil, a questão foi abordada sob diferentes perspectivas. Inicialmente restrita às relações estabelecidas entre o edifício e seu entorno, a arquitetura ecológica era aquela que priorizava o bioclimatismo, o uso eficiente de recursos naturais e uma produção mínima de resíduos<sup>14</sup>. Progressivamente, o discurso passou a incluir discussões sobre energia incorporada e a escolha dos materiais à medida que o aquecimento global e a emissão de gases estufa passaram a se sobrepor a preocupações sobre poluição localizada na agenda dos ambientalistas<sup>15</sup>. Foi apenas nos anos 90 que o papel do setor de construção civil na emissão de gases estufa foi reconhecido, o que motivou a elaboração de documentos como a Agenda 21 on Sustainable Construction, em 1999, com foco nas cadeias produtivas.

A partir dos anos 2000, multiplicaram-se as abordagens da sustentabilidade no setor construtivo e estas passaram a incluir discussões sobre processos de projeto e gestão visando a redução de impactos ambientais e a ampliação da questão à escala urbana e territorial. O escopo geográfico do debate também se ampliou, com a publicação da Agenda 21 on Sustainable Construction on Developing Countries, contestando certas recomendações da primeira versão elaborada a partir de perspectivas predominantemente europeias e norte-americanas.

O primeiro objetivo do documento é o de questionar a ideia de que a preocupação com a sustentabilidade é necessariamente posterior ao desenvolvimento<sup>16</sup>, como ocorreu historicamente em países do Norte Global. Ele parte do princípio de que a urgência climática exige que países em desenvolvimento construam uma agenda própria para evitar cometer os mesmos erros e, principalmente, ignorar especificidades locais aplicando um modelo eurocêntrico de sustentabilidade.

Uma das diferenças principais entre discutir construções sustentáveis no Brasil e na Europa é o foco na otimização energética ou na energia incorporada dos materiais. Estudos europeus apontam que entre 70 a 90% das emissões de gases estufa ocorrem durante a fase de uso dos edifícios<sup>17</sup> e que, portanto, reduzir as necessidades de energia e eletricidade deve ser uma prioridade na elaboração de novos projetos. No entanto, este dado está

14. PERYSINAKI, Aiki Myrto. Évolution des publications autour de l'architecture durable. **Les Cahiers de la recherche architecturale et urbaine**, n. 26/27, p. 66-75, 2012.

15. GOLDEMBERG, José; AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. Editora Blucher, 2011.

16. Ibid.

17. ADALBERTH, Karin. **Energy use in four multi-family houses during their life cycle**. *The International Journal of Low Energy and Sustainable Buildings* (Online), v. 1, 1999.

atrelado à composição da matriz energética de países europeus, muito baseada em usinas termelétricas que geram eletricidade a partir da queima de combustíveis fósseis, como o carvão mineral. Além disso, os edifícios europeus são em média mais antigos e demandam altas quantidades de energia para condicionamento artificial devido ao clima frio, o que não contempla o caso brasileiro.

Atualmente, a grande maioria das novas construções já apresentam perfis de consumo energético bastante otimizados, com a participação da fase de uso tendo caído para cerca de 50% do impacto total do ciclo de vida<sup>18</sup>, o que tem progressivamente obrigado arquitetos a questionar-se sobre outros aspectos do projeto, como a escolha dos materiais. Em um país em desenvolvimento e com clima majoritariamente tropical, o condicionamento artificial é exceção e não pode ser o centro da estratégia de sustentabilidade<sup>19</sup>. Além disso, a matriz elétrica brasileira é significativamente mais limpa que a europeia, baseando-se quase que exclusivamente em fontes renováveis. Economizar energia no Brasil não tem a ver com a mitigação dos efeitos da construção civil no aquecimento global, mas com a preservação de ecossistemas atingidos pela construção de hidrelétricas.

Nos últimos anos, as discussões sobre sustentabilidade no Brasil têm sido reduzidas à questão da economia de energia, o que levou ao surgimento de um mercado de certificações, como LEED, Aqua e Selo Azul. Estes selos atribuem pouco peso à energia incorporada nos materiais (máximo de 10 pontos de 110 possíveis na tabela LEED, por exemplo) e somente o Aqua considera a vida útil do edifício, que influencia consideravelmente a análise do ciclo de vida do projeto<sup>20</sup>. Além disso, dificuldades específicas do Brasil e de outros países em desenvolvimento, como a alta taxa de perda de material (e conseqüente produção de resíduos) em processos de canteiro não-otimizados e a prevalência da informalidade em diversos estágios da cadeia produtiva<sup>21</sup> exigem uma visão mais aprofundada da questão.

18. BERGE, op. cit.

19. GOLDEMBERG et al, op. cit.

20. Ibid.

21. Ibid.

A noção de ciclo de vida e durabilidade exige antes de tudo uma reflexão sobre as fronteiras entre arquitetura perene e temporária. Em geral, estas duas categorias são concebidas como inteiramente distintas, tanto em termos de materiais (concreto e alvenaria para a primeira, aço ou madeira para a segunda) quanto de sistema construtivo (moldado in loco ou industrializado). Isso porque poucos projetos de arquitetura perene consideram a questão de que em uma linha do tempo longa o suficiente, todos os edifícios são temporários, e exigem uma desmontagem e uma destinação final para seus elementos constitutivos.

Na Suécia, 25% dos edifícios são demolidos em menos de 30 anos<sup>22</sup> e em Tokyo, a vida média de um edifício é de surpreendentes 17 anos<sup>23</sup>. Estes dados mostram, por um lado, que uma grande parte dos edifícios torna-se obsoleto antes do fim da sua vida útil por não comportar mudanças de uso e que poderíamos reduzir os impactos ambientais de novas construções simplesmente diminuindo a demanda por elas, ao projetar edifícios flexíveis e adaptáveis. Por outro, revelam a necessidade de refletir sobre o que acontece com o edifício quando esta adaptação não é possível.

Na área do design de produto, é comum a máxima de que “o pacote não deve durar mais que o produto”. Jedlicka (2009)<sup>24</sup> concebe o ciclo de produção, uso e descarte da embalagem em paralelo ao ciclo de produção, vida e morte das matérias-primas em seu contexto natural, em que os recursos passam de um ciclo ao outro conforme o estágio da cadeia produtiva em que se encontram. Assim, existem duas alternativas de destinação para os materiais ao fim da fase de uso: retornar ao início do ciclo de produção, ou decompor-se, retornando ao ciclo biológico.

Guardadas as especificidades de cada disciplina, o que este trabalho propõe, entre outras coisas, é a aplicação deste raciocínio à arquitetura, associando-o às outras considerações tecidas ao longo deste capítulo. Devemos partir de uma perspectiva que considere os impactos ambientais da construção ao longo de todo o ciclo de vida, do berço ao túmulo (tradução livre da expressão em língua inglesa *from cradle to grave*), mas também garantir através do projeto que possamos passar a uma abordagem do berço ao berço (*cradle-to-cradle*, ou C2C)<sup>25</sup>, concebendo a arquitetura como um processo cíclico.

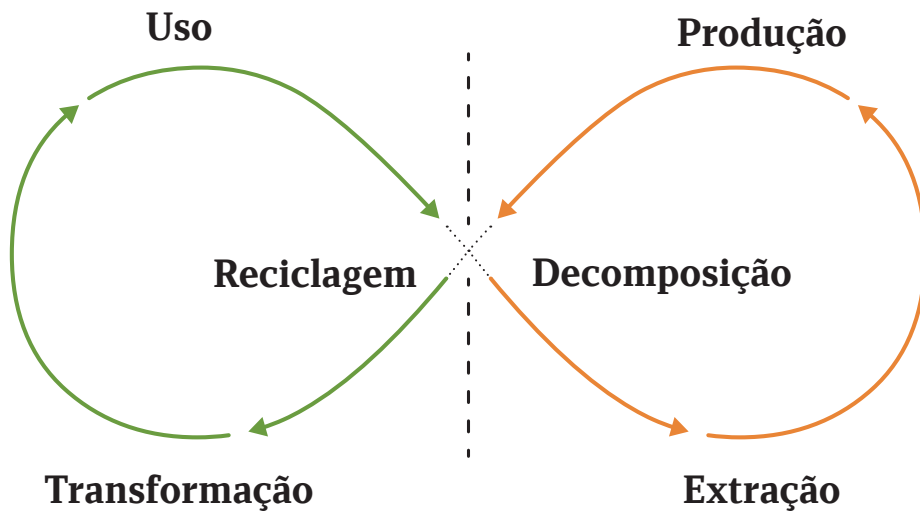
**Figura 3.** Ciclo natural e ciclo técnico. Elaboração pessoal a partir de JEDLICKA, 2009.

22. THORMARK, 2007, apud BERGE, op. cit.

23. BRAND, 1994, apud BERGE, op. cit.

24. JEDLICKA, Wendy. op. cit.

25. Ibid





métodos de avaliação do impacto  
ambiental de um edifício



Atualmente, o método mais completo de estimação dos impactos ambientais de um produto é a análise do ciclo de vida (ou LCA - Life Cycle Assessment). A ACV existe desde o fim dos anos 1980 mas só foi padronizada em 1997 com a publicação das normas ISO 14040 e 14044, cujas revisões mais recentes datam de 2006.

A análise pode ser realizada considerando diferentes escalas - focando em materiais específicos, edifícios, grupos de edifícios, sistemas prediais ou um bairro<sup>26</sup>. Ainda não existem métodos ou ferramentas voltados para a ACV em escala urbana/territorial devido à complexidade do problema, mas considera-se que este seria o próximo passo a ser dado na busca por um urbanismo mais sustentável <sup>27</sup>.

A ACV é uma ferramenta sobretudo comparativa, pois apesar do padrão ditado pela norma, adaptações metodológicas consideráveis são necessárias em função do objetivo e da escala do estudo, e os resultados podem variar significativamente de acordo com a proximidade dos locais de produção e dos processos de manufatura utilizados, o que os torna dificilmente universalizáveis<sup>28</sup>. Assim sendo, sua função principal não é a de avaliar exaustivamente o impacto do produto analisado, mas sim auxiliar na decisão de produzi-lo de uma determinada maneira ou de outra, realizando comparações dentro de um mesmo cenário<sup>29</sup>. É, portanto, uma ferramenta que pode e deve ser integrada ao processo de projeto.

No Brasil, somente 8,4% das 1000 maiores empresas utilizam a ACV dentro de suas práticas de gestão, a maioria destas sendo multinacionais que aplicam aqui protocolos exigidos por outros países<sup>30</sup>. A Confederação Nacional da Indústria (CNI) tenta em teoria desde 2010 implantar um Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida, que constituiria um inventário de materiais nacional e se responsabilizaria pela difusão de metodologias e ferramentas para o desenvolvimento da ACV dentro das indústrias brasileiras<sup>31</sup>. No entanto, o site do projeto indica que não há atualizações desde 2015 e não foi possível encontrar informações sobre o porquê do abandono da iniciativa.

**Figura 4.** Página do Programa Brasileiro de Análise do Ciclo de Vida. Acesso em: 14/11/2022.

26. MUMOVIC, op. cit.

27. PEUPOORTIER, Bruno. **Éco-conception des ensembles bâtis et des infrastructures**. Presses des Mines, 2013.

28. JEDLICKA, Wendy. op. cit.

29. PEUPOORTIER, Bruno. op. cit.

30. CARDOSO, Mario. **Ações da Indústria em ACV**. In: O Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida e as Políticas Públicas Nacionais. Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBA-CV), Brasília, 2015.

31. Ibid.



(<https://acv.ibict.br>)

O que é o PBACV (<https://acv.ibict.br/pbacv/>)

Estrutura do PBACV (<https://acv.ibict.br/pbacv/estrutura/>)

Atas e documentos (<https://acv.ibict.br/pbacv/atas-e-documentos/>)



## Atas e documentos

### Reuniões do Comitê Gestor do Programa Brasileiro De Avaliação Do Ciclo De Vida De Produto



Download: 1ª REUNIÃO DO COMITÊ GESTOR – PBACV (<https://acv.ibict.br/wp-content/upl>)

Ata da reunião de instalação do comitê gestor do PBACV, realizada em 12 de agosto de 2011.



Download: 2ª REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ GESTOR – PBACV (<https://acv.ibict.br/wp->)

Ata da 2ª reunião do comitê gestor do PBACV, realizada em 21 de novembro de 2011.



Download: 3ª REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ GESTOR DO PBACV (<https://acv.ibict.br/w>)

Ata da 3ª reunião do comitê gestor do PBACV, realizada em 23 de maio de 2012.



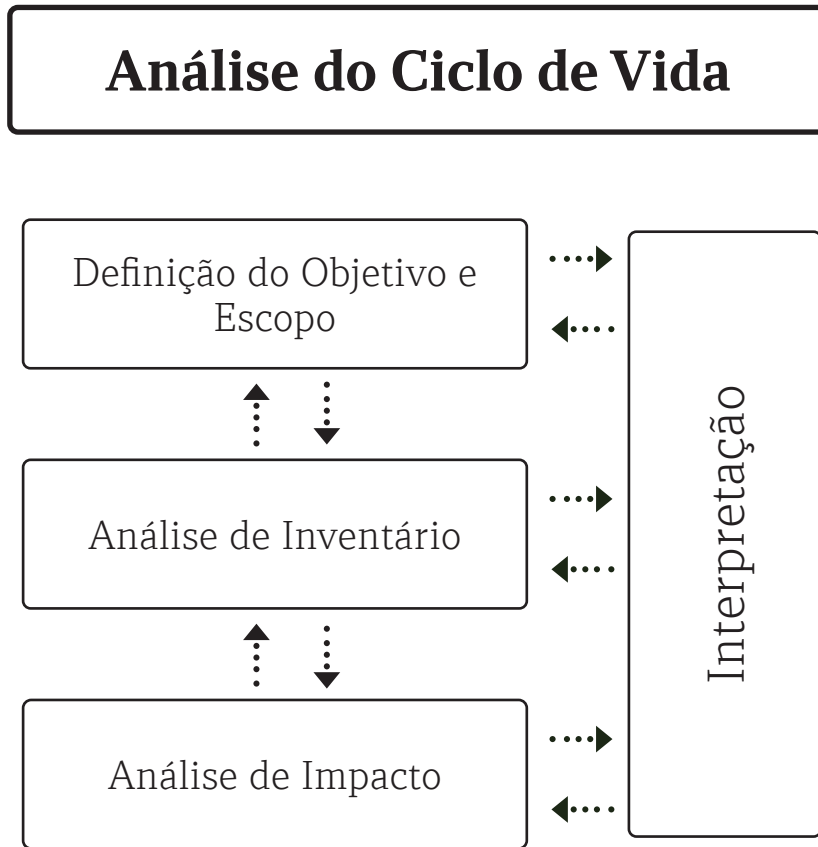
Download: 4ª REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ GESTOR DO PBACV (<https://acv.ibict.br/w>)

Ata da 4ª reunião do comitê gestor do PBACV, realizada em 10 de outubro de 2012.



Download: 5ª REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ GESTOR DO PBACV (<https://acv.ibict.br/w>)

Ata da 5ª reunião do comitê gestor do PBACV, realizada em 8 de outubro de 2015.



**Figura 5.** Fases da ACV. Elaboração pessoal a partir da norma ISO 14040.

A ausência de um inventário nacional não somente torna as ACVs brasileiras imprecisas, já que precisamos utilizar bases estrangeiras que não necessariamente correspondem aos mesmos processos de produção existentes do Brasil, mas também é uma perda de oportunidade para empresas brasileiras exportadoras, privadas de mostrar ao mercado internacional a eco-competitividade dos produtos nacionais, que em muitos casos são produzidos de maneira mais limpa que seus concorrentes<sup>32</sup>.

A norma ISO 14040 determina que a ACV deve ser realizada em quatro fases:

- a) definição de objetivos e do escopo do estudo
- b) inventário de ciclo de vida (LCI)
- c) balanço dos impactos (LCA)
- d) interpretação dos resultados

A primeira etapa deve indicar informações introdutórias sobre o produto analisado e sua função, assim como apresentar claramente as justificativas e as aplicações esperadas do estudo e seu público alvo. Nela também define-se os chamados limites do sistema (product system boundaries), isto é, quais componentes e processos serão considerados na análise, uma vez que é impossível considerar todos os processos secundários e terciários envolvidos na cadeia produtiva de um produto. Finalmente, define-se a unidade funcional, a unidade em relação à qual serão medidos os impactos levantados - um apartamento, um edifício, um habitante. Estes dois últimos pontos são críticos para a aplicação da metodologia pois impactam diretamente no resultado final do estudo.

Em seguida, para a fase de inventário realiza-se um levantamento quantitativo e qualitativo dos elementos de entrada (matérias-primas, materiais complementares, energia, transporte) e saída (emissões para o ar, terra e água) do sistema. Estes dados são calculados em função da unidade funcional definida na etapa anterior e categorizados dentro das seguintes fases do ciclo de vida do produto: matérias-primas, manufatura, uso e descarte.

32. GOLDEMBERG et al, op. cit.

O balanceamento dos impactos é a etapa em que as emissões levantadas durante o inventário são categorizadas de acordo com o tipo de impacto esperado: destruição de recursos biológicos, contribuição ao aquecimento global, acidificação do solo, poluição sólida, química ou radioativa, entre outros. Dentro de cada categoria, as emissões são convertidas em um parâmetro comum através de um cálculo de equivalência, de modo que o impacto de cada elemento possa ser somado. Por exemplo, a contribuição ao aquecimento global de cada grama de metano deve ser multiplicada por 23 para poder ser somada ao impacto do gás carbônico (ISO 14040, 2006).

Em geral, a categoria de emissões de gases-estufa é considerada como prioritária não somente em razão da escala global dos seus efeitos, mas também porque fornece um excelente indicador de outras categorias de impactos<sup>33</sup>. Isto é, um edifício com alto GWP (global-warming potential) costuma também ser responsável por altos índices de uso de recursos escassos, geração de resíduos e outros. A definição da importância relativa de cada categoria também pode ter por base a escala temporal do impacto e a possibilidade de reparação através de ação humana, e constitui uma etapa opcional da fase de Balanço<sup>34</sup>.

Por fim, a interpretação dos dados consiste na identificação de questões-chave para o aperfeiçoamento do produto analisado, assim como à realização de meta-análises com o objetivo de identificar a influência de certas variáveis no resultado final (por exemplo, a composição da matriz elétrica utilizada ou o grau de reciclabilidade dos produtos finais). Estas reflexões conduzem à elaboração de recomendações para o projeto e para a realização de análises futuras.

A ACV é um processo bastante trabalhoso e exige um alto volume de informações e conhecimentos para ser realizado. Além disso, algumas limitações intrínsecas dificultam a aplicação da ferramenta no caso específico de edifícios, como a alta longevidade do produto, que torna as previsões sobre uso e descarte imprecisas pois variam em função de evoluções tecnológicas não previstas no momento do projeto<sup>35</sup>. A indústria da construção também interage com uma enorme variedade de outros processos que costumam ficar de fora dos limites do sistema por questões práticas e têm efeitos locais significativos, pouco considera-

33. Strand Aansen, 2002, apud BERGE, op. cit.

34. BERGE, *ibid.*

35. MUMOVIC e SANTA-MOURIS, op. cit.

36. *Ibid.*

dos pela metodologia, que foca em impactos globais<sup>36</sup>.

Outra limitação refere-se à dificuldade de individualização dos componentes no âmbito de uma construção, uma vez que em geral as escolhas de sistemas de estruturas, vedações, coberturas, pisos e outros estão interligadas e não podem ser tratadas como intercambiáveis<sup>37</sup>. Poucos materiais construtivos foram analisados levando em conta as especificidades da disciplina até o momento, e a maioria das bases de dados internacionais destinam-se a matérias-primas de outras indústrias <sup>38</sup>.

Estes inconvenientes levam alguns autores a propor um Método de Preferência Ambiental, ou EPM (Environmental Preference Method), em que são incorporados à ACV fatores qualitativos referentes por exemplo à disponibilidade local de recursos e sua utilização prática. Isso se faz através da inclusão de uma etapa extra na qual são analisadas a durabilidade do material e sua facilidade de manutenção, reutilização e reciclagem ao final do processo. Assim como a ACV, o EPM não gera um ranking absoluto mas sim um catálogo relativo de soluções para o caso estudado<sup>39</sup>.

A aplicação de metodologias quantitativas é importante para o aperfeiçoamento do processo de projeto e para a tomada de decisões bem embasadas. No entanto, a complexidade e o rigor exigidos fazem com que a maioria dos arquitetos deixem de empregar a ACV (ou o EPM) cotidianamente, seja se refugiando em abordagens mais superficiais da sustentabilidade na construção, seja ignorando completamente a questão em seus projetos. O objetivo deste trabalho é tentar entender como o conhecimento técnico fornecido pelas metodologias quantitativas pode servir a estabelecer diretrizes de projeto que evitem o grande investimento de tempo e recursos exigidos por uma ACV completa.

37. BERGE, op. cit.

38. ANINK, David et al. **Handbook of sustainable building: an environmental preference method for selection of materials for use in construction and refurbishment**. London: James & James, 1996.

39. Ibid.



hipóteses de integração da ACV  
no processo de concepção



A incorporação de conceitos de ciclo de vida no campo da arquitetura exige repensar não somente os edifícios que projetamos mas as próprias práticas de projeto. A maioria dos arquitetos segue fluxos de trabalho praticamente lineares, como representado na figura ao lado.

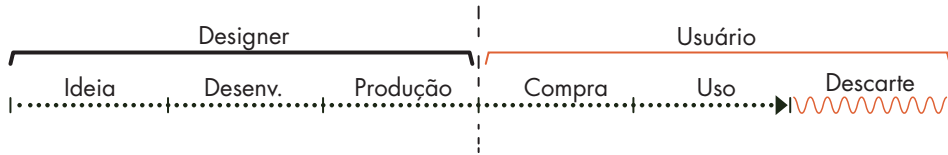
Quando concebemos a vida do edifício como um ciclo, isso nos força a enxergar o projeto também como um ciclo que pode se retroalimentar de experiências anteriores tanto num nível teórico, considerando sucessos e falhas de outros projetos, quanto material, reaproveitando partes ou componentes de edifícios pré-existentes ou em curso de demolição. Estes dois ciclos podem ser colocados em paralelo, mostrando uma interdependência entre as partes inexistente nos fluxos de projeto tradicionais.

Adicionando a dimensão temporal ao diagrama, o projeto se torna um vetor que auxilia a transferência de recursos do fim de um ciclo ao início de um novo, conectando-os e transformando uma sequência de ciclos fechados em uma espiral aberta. O fluxo de projeto também passa a ser representado por uma espiral ascendente, mostrando que a cada retorno ao ponto inicial de concepção parte-se de uma posição de maior experiência e conhecimento dos recursos disponíveis que servirão como base para projetos futuros.

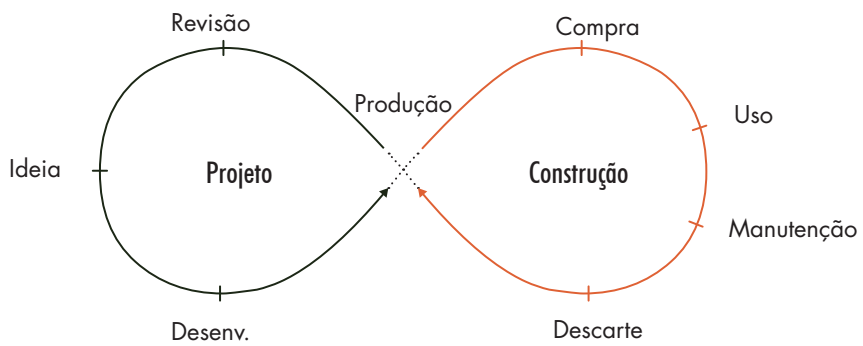
No âmbito deste trabalho serão definidas quatro dimensões dentro das quais serão exploradas estratégias de redução de impacto ambiental: a inserção urbana, a escolha dos materiais, a otimização energética, e a destinação dada aos componentes. O debate sobre sustentabilidade na arquitetura exige uma abordagem multicriterial e consideraremos que todas elas são de igual importância, ao menos dentro do nível de aprofundamento a que este estudo se propõe.

Todas as hipóteses levantadas neste capítulo partem desta visão e de uma forma ou de outra têm por objetivo sempre limitar ao máximo tanto a **entrada** de novos recursos no sistema (consumo de energia ou de matérias-primas não-renováveis) quanto a **saída** de recursos (geração de resíduos ou emissão de gases-estufa). Excetuam-se desta regra somente recursos de origem vegetal, cuja entrada no sistema é até mesmo desejável em função do sequestro de carbono que efetuam ao longo de sua produção.

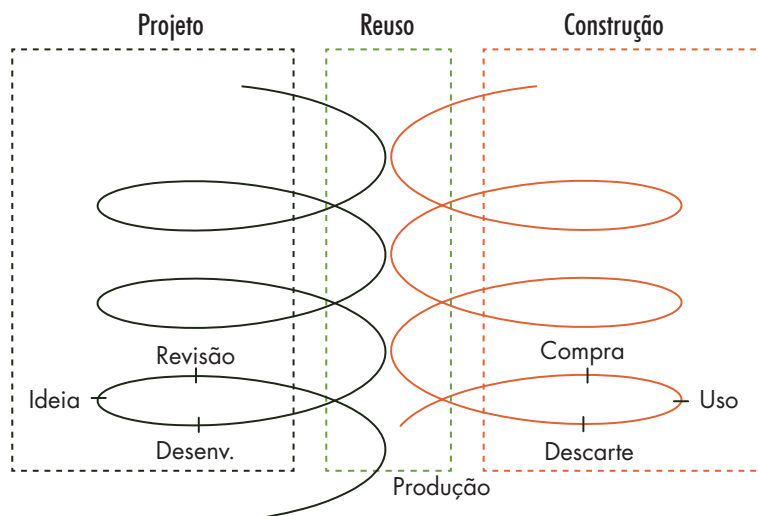
### Projeto tradicional



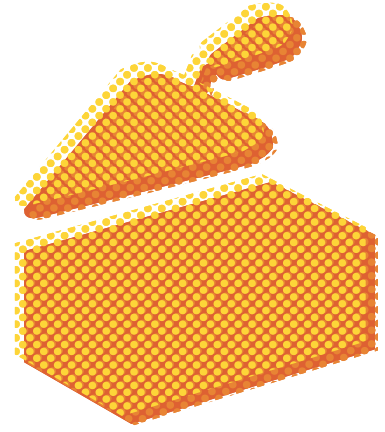
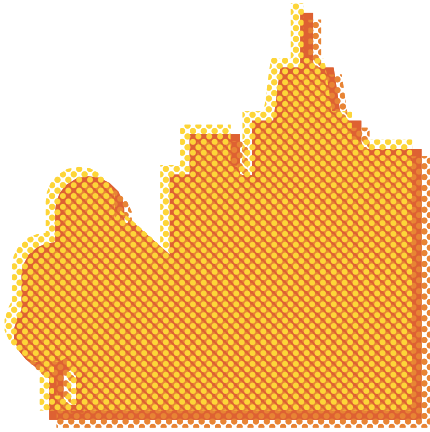
### Projeto cíclico



### Ciclos conectados



## Hipóteses projetuais para minimizar os impactos de cada fase



### Extração e manufatura

Desencorajar o uso do transporte individual motorizado/estimular a mobilidade ativa e o uso do transporte público

Garantir maior permeabilidade do solo e vegetalização/evitar a formação de ilhas de calor

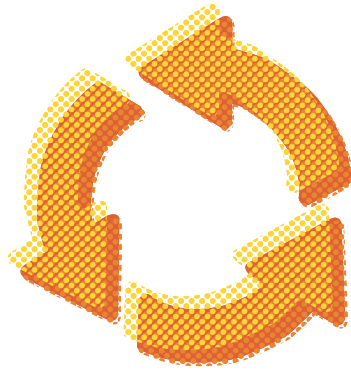
Contribuir para uma melhor performance energética dos edifícios vizinhos (evitar o mascaramento da luz solar ou a formação de corredores de vento)

### Construção

Priorizar materiais produzidos localmente - diminuir emissões relativas ao transporte

Priorizar materiais de origem orgânica e que estoquem carbono em sua composição

Escolher materiais com boa durabilidade e baixa necessidade de manutenção



## Uso

Minimizar as necessidades de energia do edifício por meio de ventilação cruzada, massa térmica, resfriamento evaporativo, etc.

Projetar sistemas de estrutura, piso, vedações, etc, como camadas independentes para facilitar possíveis manutenções - aumento da vida útil do edifício

## Demolição e fim da vida

Garantir a adaptabilidade do projeto a eventuais mudanças de programa

Projetar para a desmontagem e não para a demolição, usando ligações reversíveis

Uso de componentes modulares - facilidade de reutilização posterior

Priorizar materiais homogêneos para facilitar a reciclagem

Essa diretiva pode se declinar em considerações sobre todas as fases da vida e todas as escalas de concepção de um edifício, incluindo-se própria decisão sobre construir ou não. É possível que em alguns casos as necessidades que motivam uma nova construção possam ser atingidas com a simples adaptação de estruturas existentes ou que, em outros, compense mais substituir um edifício antigo por outro de consumo energético mais baixo, mesmo considerando o custo ambiental de uma nova obra. Este cálculo deve ser feito com cuidado pois dita o curso que seguirá o projeto em todas as etapas subsequentes.

Em todas as dimensões levantadas, são mobilizadas simultaneamente competências específicas ao ofício do arquiteto com outras de campos correlatos, como o urbanismo, a engenharia e o design - análise territorial, conhecimento técnico dos materiais, capacidade de propor soluções a um problema específico. A arquitetura, enquanto campo de intersecção entre disciplinas diversas, está em uma posição privilegiada dentro da indústria da construção civil para propor um debate amplo sobre a questão da sustentabilidade e construir diálogos entre os atores envolvidos. Os próximos capítulos tratarão de uma experimentação em que estes conceitos serão aplicados na prática de projeto, explorando as mediações necessárias para um contexto e um programa determinados.







**Guadalupe: uma ilha no  
encontro entre história e riscos  
naturais**

**2**



um ponto de convergência entre  
brasil e França



O tema da sustentabilidade na arquitetura poderia ser explorado através de qualquer projeto, em qualquer lugar do mundo. Ele inclusive **deve** ser explorado em todas as suas variações. A escolha de Guadalupe como terreno de projeto para este estudo, decorrente de parcerias de pesquisa pré-existentes ao trabalho dentro da ENSAG, pode ser encarado como a síntese de um percurso acadêmico que cruza visões dos dois países.

Guadalupe é uma ilha francesa localizada no mar do Caribe. À primeira vista, seu caráter insular e sua ligação com a França Metropolitana faz pensar que trata-se de um território com pouca ou nenhuma relação com um país em desenvolvimento e de dimensões continentais como o Brasil. No entanto, em muitos aspectos Guadalupe guarda semelhanças interessantes com a realidade brasileira que permitem um diálogo bastante rico entre soluções propostas para a ilha e possíveis equivalentes por aqui.

Localizada em uma latitude tropical, Guadalupe apresenta um clima quente, com pouca variação ao longo do ano, em que distinguem-se somente duas estações, um inverno ligeiramente mais seco e um verão de chuvas torrenciais, também marcado pela presença de ciclones. Uma versão caribenha do nosso clima tropical, que dá origem a uma vegetação semelhante à Mata Atlântica e a outros ecossistemas que nos são familiares, como manguezais e barreiras de corais.

A biodiversidade da ilha, embora muito rica, está sujeita a diversos riscos tanto naturais quanto de origem antrópica. Guadalupe comporta um grande potencial turístico devido à sua natureza exuberante mas dispõe hoje de uma infraestrutura de atendimento limitada em razão de uma economia pouco dinâmica. Apesar disso, nos últimos anos Guadalupe tem atraído uma grande quantidade de pesquisas europeias, interessadas na possibilidade de estudo de espécies tropicais e de produção de energia renováveis (solar, eólica, marinha e geotérmica) oferecidas pelo clima da ilha<sup>40</sup>.

**Figura 6.** Guadalupe, território insular em meio ao mar do Caribe. Elaboração própria.

**Figura 7 (próxima página):** praia de Anse du Souffleur, em Port-Louis. Acervo pessoal.

**Figura 8 (próxima página):** porto de pescadores do Vieux-Bourg de Morne-à-l'Eau.

40. LAZZERI, Yvette; MOUHOUD, El Mouhoub. **Prospective territoriale en terre de développement durable: une application à la région Guadeloupe.** Études caribéennes, n. 16, 2011.



*caribe continental*

*antilhas*

*guadalupe*

0 450km 900km











**Figura 9 (página anterior):** cachoeira Chute du Carbet, em Trois Rivières. Acervo pessoal.

**Figura 10 (página anterior):** praia de Bouillante. Acervo pessoal.

**Figura 11.** Uma típica rua no Vieux-Bourg de Morne-à-l'Eau. Acervo pessoal.

No campo socioeconômico, o passado de plantation de cana-de-açúcar não acompanhou a industrialização da metrópole e deixou um legado de alta dependência do mercado externo. Hoje, dois terços da economia da ilha baseiam-se no cultivo de banana e na produção de rum com destino à exportação, enquanto a maioria dos insumos básicos são importados da União Europeia ou de ilhas vizinhas<sup>41</sup>. Por um lado, a ligação com a França garante um ambiente institucional estável, uma moeda forte e infraestruturas logísticas e escolares de qualidade, grandes diferenciais em relação a outros territórios caribenhos. Por outro, a ilha sofre com a emigração da mão-de-obra qualificada em direção à Europa, com o desemprego de quase um quarto da ilha, e com o baixo desenvolvimento da indústria local, sujeita a custos de produção elevados e a oligopólios devido à limitação do mercado<sup>42</sup>.

Este cenário se reflete em uma organização territorial repleta de contrastes marcantes. Pointe-à-Pitre, capital econômica da ilha, concentra 80% dos empregos e 37% da população da ilha<sup>43</sup>, em parte em função da disponibilidade de infraestruturas e centros logísticos que permitem trocas com o mercado externo (aeroporto, portos, filiais de empresas francesas). A superconcentração das atividades econômicas em Pointe-à-Pitre não foi acompanhada de políticas de planejamento urbano e resultou em uma situação de crescimento urbano desordenado, saturação das redes de transporte e déficit habitacional.

De fato, a maior parte da ilha não é coberta por redes de transporte público e os habitantes são altamente dependentes do carro em suas atividades cotidianas, apesar das curtas distâncias entre as cidades. Engarrafamentos são frequentes, em especial nas rotas que levam à capital, e levaram à uma multiplicação das infraestruturas rodoviárias nos últimos anos<sup>44</sup>.

A construção irregular é onipresente, mas neste ponto observa-se uma contraposição ao cenário brasileiro, em que a maioria das autoconstruções são realizadas em alvenaria cerâmica. Em Guadalupe, a presença de construções populares em madeira é um dos poucos elementos que permite diferenciá-la visualmente de uma típica cidade litorânea em São Paulo, embora estas estejam progressivamente sendo substituídas por construções em bloco de concreto.

41. LAZZERI e MOUHOUD, *op. cit.*

42. *Ibid.*

43. *Ibid.*

44. DE LACAZE, *op. cit.*

A história de Guadalupe é marcada pela colonização e por uma intensa fusão cultural, resultado das muitas ondas migratórias recebidas pela região. Por muitos séculos, as Antilhas foram o ponto de encontro entre diferentes etnias que dividiam uma cultura comum. Estas populações receberam o nome de “Caraíbas” pelos europeus quando Cristóvão Colombo atracou na ilha em sua segunda viagem à América.

A ilha permaneceu relativamente inexplorada sob domínio espanhol até 1635, quando tropas francesas expulsaram os ocupantes e reivindicaram o território, iniciando uma guerra contra os Caraíbas que terminou com a quase completa exterminação dos últimos. Os franceses começaram a explorar a ilha com a implantação de lavouras de tabaco e de cana-de-açúcar e da mão-de-obra escrava africana.

Durante os séculos seguintes, a produção agrícola de Guadalupe passou a incluir também café, algodão e cacau, e a escravidão durou até sua abolição definitiva em 1848. Assim como na América do Sul, o fim da escravidão marcou o início de um forte incentivo à imigração de mão-de-obra externa para substituir os escravos africanos - em sua maioria de origem indiana.

A interação nem sempre pacífica entre povos ameríndios, europeus, africanos e estrangeiros deu origem à cultura crioula guadalupense. Esta fusão se faz sentir por exemplo na influência de ritmos africanos na dança tradicional antilhesa (o Gwo Ka), nos tecidos indianos usados nas roupas tradicionais (o madras) e no tempero indiano usado na cozinha local (o colombo), ou ainda nas persianas e ornamentações europeias empregadas na arquitetura local.

Conhecer as especificidades deste território permite não somente enriquecer o processo de projeto como também estabelecer as mediações necessárias para transferir aprendizados entre contextos diferentes. Quando falamos de sustentabilidade, é raro que as soluções propostas sejam prontamente universalizáveis, mas a existência de traços comuns entre Guadalupe e Brasil permite o desenvolvimento de reflexões importantes por exemplo sobre que respostas construtivas são viáveis em um país de clima tropical, como desenvolver cidades de maneira sustentável quando toda a urbanização se deu à partir do rodoviarismo, ou como introduzir discussões sobre sustentabilidade à partir de uma perspectiva não-eurocêntrica.

**Figura 12.** Vendedora na feira de Sainte-Anne utilizando um vestido de estampa madras. Acervo pessoal.

**Figura 13. (próxima página):** Gastronomia local no Vieux-Bourg de Morne-à-l'Eau - arroz, feijão, raízes e peixe.

**Figura 14. (próxima página):** Estrutura em aço do Mercado Central de Pointe-à-Pitre, projeto do arquiteto parisiense Ali Tur, e venda de produtos típicos locais - frutas tropicais, especiarias e rum.



Mangue

goyave

Cantaloup



USEE DU R

MUSEE DU RHUM

Distillerie REIMONENOQ

SAINTS ROSE

MILLESIMÉ

D'EXCELLENCE

MAISON FONDÉE EN 1845

REIMONENOQ - MUSEE.COM



FVICA  
TRHET PEVNIÉ

Saralla



a madeira como cultura  
construtiva vernacular



A ilha de Guadalupe se formou no Arco das Antilhas no período cretáceo superior, momento em que o encontro entre placas tectônicas dá origem a dois arcos de ilhas vulcânicas - o primeiro, a leste, data de 55 milhões de anos, enquanto o segundo de apenas 5 milhões. Guadalupe é na verdade a junção entre duas ilhas de arcos distintos, o que explica a grande diferença de relevo observada entre a Basse Terre, ilha jovem que abriga o maior vulcão ativo do Caribe, e a Grande Terre, ilha praticamente plana em função dos muitos episódios de erosão atravessados ao longo dos milênios.

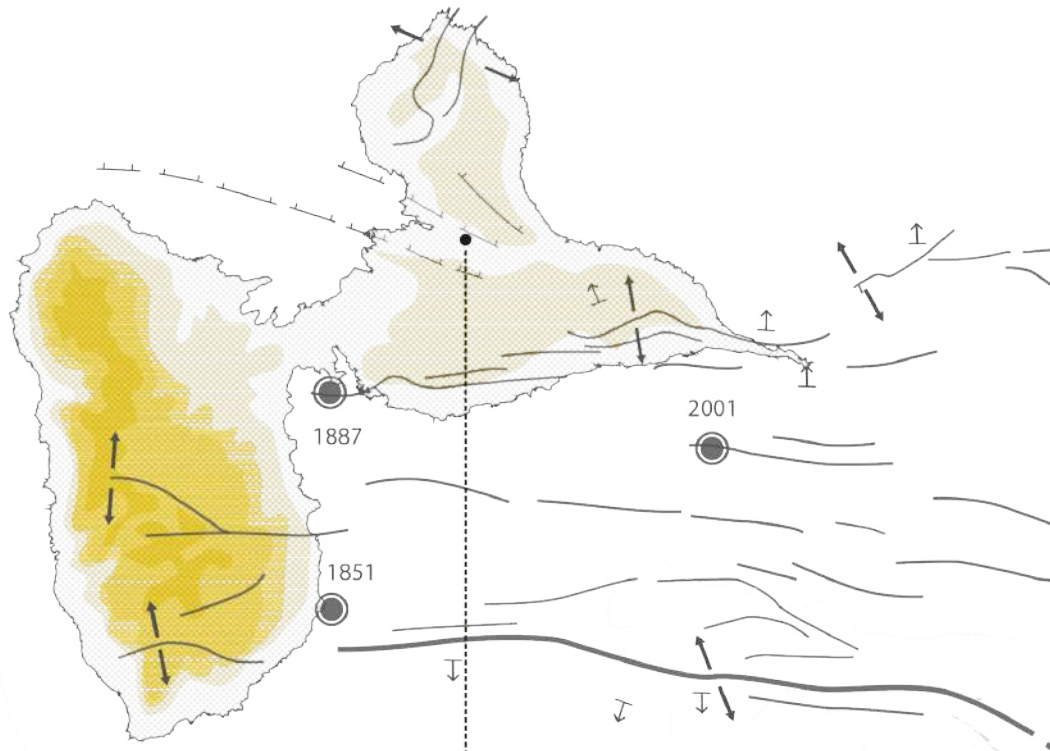
Esta situação geológica particular está na origem de fenômenos naturais diversos - ciclones, terremotos, erupções vulcânicas e inundações - que desde sempre marcaram a vida dos guadalupenses. Da interação deste ambiente singular com a cultura caribenha nasceu a arquitetura vernacular crioula, uma resposta resiliente a um território hostil.

A case créole, ou casa crioula, incarna uma relação de aceitação do risco. Em vez de construir para que nada se mexa durante uma tempestade, os guadalupenses consideravam a construção como um elemento cíclico, feito para durar pouco por princípio. Dentro da filosofia local, a casa pode ser devastada parcial ou totalmente durante um ciclone, mas essa destruição não significa o fim do modo de vida do crioulo, que, passado o evento destrutivo, põe-se a juntar pedaços de pau para construir um novo abrigo.

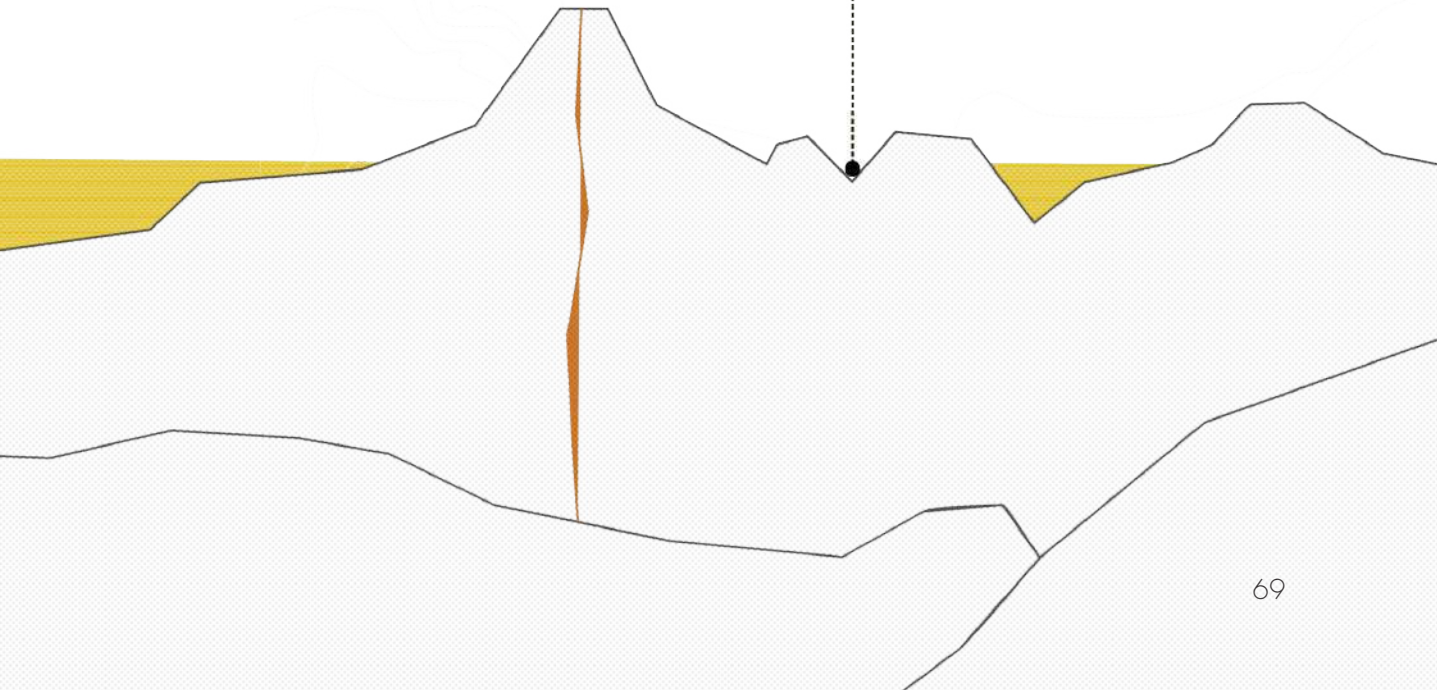
A construção vernacular é portanto surpreendentemente leve para um território tão atingido por desastres naturais. A madeira nativa servia de matéria prima para uma habitação transportável, apoiada sobre uma base em pedra. Esta característica permitia que certos riscos como o vulcão fossem vividos não como uma ameaça, mas simplesmente como uma limitação. Durante uma erupção ou simplesmente uma mudança, o morador podia trazer consigo sua casa, uma inversão completa da relação ao espaço doméstico observado em culturas ocidentais.

A casa crioula é uma construção simples e modular de 3m x 3m. Uma espécie de esqueleto em madeira serrada de pereira, de angelim-vermelho ou de jatobá recebe tábuas de madeira como fechamentos, nas paredes e nas águas do telhado. As ligações são realizadas de maneira reversível por duas razões - a primei-

**Figura 15.** Uma ilha que na verdade é duas. Elaboração própria a partir de VERNET, 2022 e LAHAYE et. al, 2016.



morne-à-l'eau





**Figura 16.** Casa crioula preservada no Centre-Bourg de Morne-à-l'Eau. Acervo pessoal.

**Figura 17 (próxima página):** Croquis pessoais de estudo da casa crioula. Elaboração própria a partir de BERTHELOT, 1982, VERNET, 2021, <<http://lepetitjournaldugosier.unblog.fr/2014/10/25/antant-lontan/>> e observação direta.

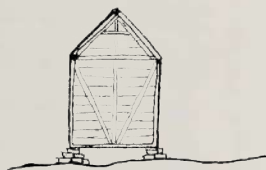
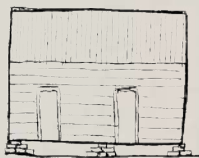
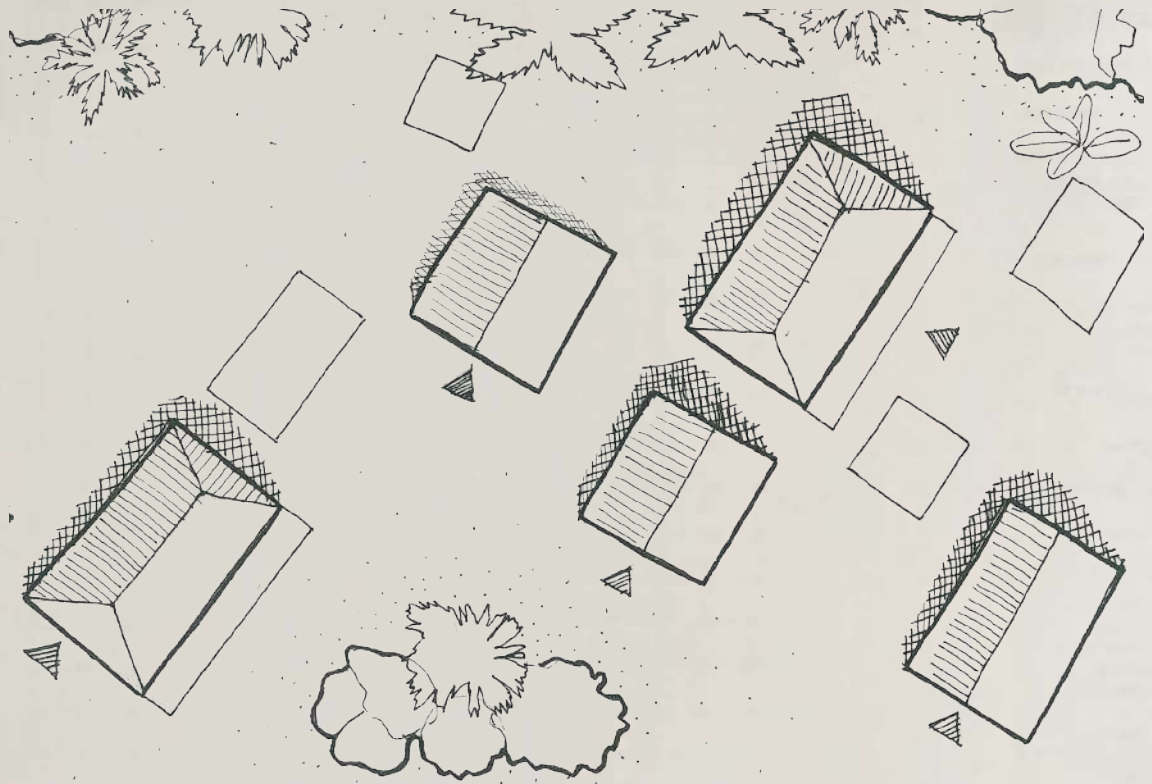
ra, permitir o “sacrifício” de certos componentes não-essenciais durante um eventual ciclone (como o telhado de uma varanda) sem colocar em risco o corpo principal da construção; e a segunda, facilitar a reconstrução passada a tempestade. A casa crioula é coberta por um telhado de duas ou quatro águas sem beirais, tornando-a um volume compacto que oferece pouca resistência aos ventos. O telhado dirige as lufadas de vento para cima evitando esforços de sucção observados em construções com lajes planas, e a simetria da planta garante a ausência de esforços de torção durante um terremoto.

A configuração mais comum desta habitação é a composta por dois módulos - 3m x 6m - que pode evoluir no tempo segundo as condições financeiras e o crescimento da família dos habitantes, adicionando-se mais módulos de 3m x 3m. É comum a adição de uma varanda na fachada da rua, um espaço intermediário com um papel tanto no conforto térmico da casa, sombreando as aberturas, quanto na sociabilidade dos moradores, tornando-se um ambiente de interação com os passantes - característica existente na maioria das construções antilhasas.

Estas dimensões mínimas, mais que uma simples economia de meios, partem de um modo de vida que se desenvolve principalmente no espaço externo, no qual a casa se resume praticamente a um abrigo para dormir. Por esta razão, a casa crioula só pode ser analisada em sua relação com o entorno, tanto urbano quanto natural.

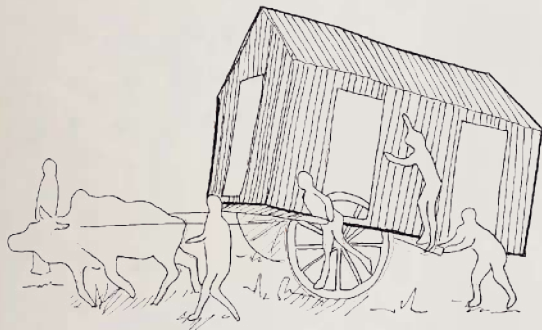
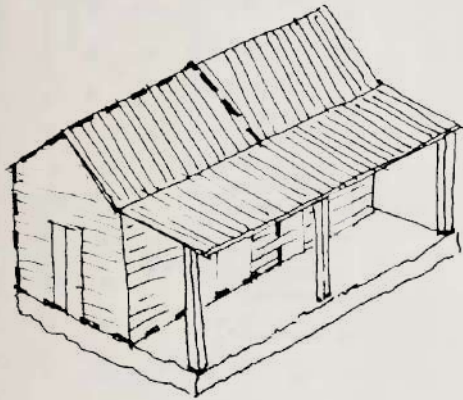
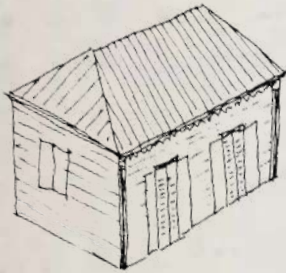
A implantação da casa crioula é sempre pensada de acordo com seu contexto. Na morfologia urbana de uma vila crioula, observa-se uma disposição das habitações em função da vegetação de maneira a utilizá-la como proteção do vento e aproveitar ao máximo a sombra fornecida por estas. A distribuição das construções evita também a formação de corredores de vento que poderiam potencializar sua velocidade, formando um pequeno ecossistema em que uma casa protege a outra.

organização de um vilarejo crioulo



planta, cortes e elevações de uma casa crioula típica

adição de varanda à casa

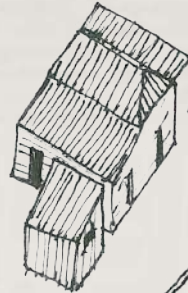


transporte da casa por tração animal

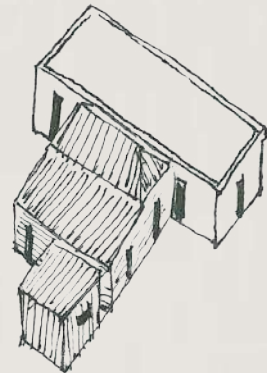
1966



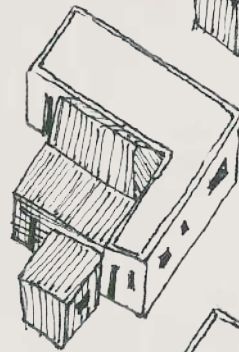
1968



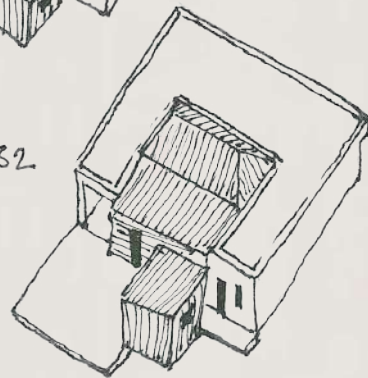
1972



1976



1982



adição de módulos em concreto



**Figura 18.** Marceneiro mornaliano explica a minha colega Estelle Ver-net a modulação da casa crioula. Sua casa foi uma das únicas que não foi destruída pelo ciclone, apenas deslocada de alguns metros. Acervo pessoal.

Toda a lógica construtiva da casa crioula se baseia no princípio de não oferecer resistência aos riscos. A arquitetura vernacular desenvolveu estratégias para, de um lado, se expor o menos possível aos ventos, e de outra para ser capaz de se reconstruir facilmente no caso de um ciclone. De fato, no caso da Grande Terre, lado da ilha que será objeto do projeto, os ciclones e furacões são os desastres mais presentes na vida dos habitantes.

O último ciclone que devastou Guadalupe data de 1989. O ciclone Hugo deixou mais de 35.000 desabrigados, 107 feridos e 10 mortos, e permanece bastante vívido na memória dos guadalupenses, segundo entrevistas feitas no local. Antes do Hugo, Guadalupe não havia enfrentado tempestades desta magnitude desde 1928. Este ciclone, grande evento na história de Guadalupe, deixou 1200 mortos e provocou ondas de 8m de altura sobre o litoral, inundando grande parte das ilhas costeiras. Seguindo-se a esta fatalidade, iniciou-se um movimento de reconstrução e modernização massiva da Guadalupe, quase inteiramente destruída na ocasião, que marcou a introdução do concreto na construção local, até o momento inexistente nas Antilhas.

Este momento marca também o início de uma mudança progressiva da relação da arquitetura guadalupense aos riscos naturais. Inicialmente restrito aos edifícios públicos, o concreto se generalizou ao longo do século XX para a construção popular, com a emergência das cases “aménagées” (casas adaptadas, em tradução livre), termo para designar a adição de cômodos em concreto à casa, englobando a construção de madeira em seu centro. A fragilidade que constituía a resiliência do modo de morar vernacular foi substituída por uma busca por estabilidade e conforto, e a composição mista entre as duas culturas construtivas se torna a tipologia mais marcante da paisagem de Guadalupe até os dias atuais.

A memória afetiva dos locais em relação à esta transição em direção à “construção dura” (construction en dur, em tradução livre) é ambivalente. De um lado, para muitos deles, a construção em madeira era o símbolo de um passado difícil, de pobreza e precariedade<sup>45</sup>. Não se vê praticamente novas construções em madeira em Guadalupe; a maioria constrói em concreto ou alvenaria de blocos de cimento, técnicas hoje hegemônicas no mercado. No entanto, em conversas informais muitos habitantes

45. GIORDANI, Jean-Pierre. *L'avenir du «Lakou» et de la case guadeloupéenne: Reconnaître l'originalité de la morphologie de l'habitat.* In: *Les Annales de la Recherche Urbaine*. Persée-Portail des revues scientifiques en SHS, 1996. p. 109-118.

mencionaram saudosamente casos de construções em madeira de parentes ou conhecidos que sobreviveram ao ciclone Hugo e lamentaram que os saberes da marcenaria e carpintaria, muito presentes na cultura crioula, tenham se perdido ao longo das gerações.

O aquecimento global é um fator agravante dos riscos atravessados pelas Antilhas, que se traduz por uma elevação das temperaturas em um clima já bastante quente, e do nível do mar. Resultados de uma pesquisa realizada pela Universidade das Antilhas (2018) mostra que o número total de eventos ciclônicos deve diminuir daqui a 2050, mas que estes se tornarão mais intensos e suas consequências mais graves em razão ao aumento do nível do mar.

Estudos apontam que se grandes tempestades como aquelas provocadas pelo ciclone Hugo se repetirem, as ondas mais altas poderiam ser de 20 a 40% mais altas que as experimentadas em 1989 pois a barreira de coral que protege a ilha se tornará menos eficiente.

Estas questões exigem respostas em diversas escalas para o futuro da arquitetura guadalupense e sua relação com os riscos naturais. De um lado, as necessidades legítimas de conforto e de perenidade dos habitantes, que ao longo da história levaram à solução da “construção dura”. Do outro, a perda de uma filosofia vernacular de gestão do risco e a introdução de um material responsável indiretamente pelo agravamento das condições climáticas da região.

A casa crioula exprime com simplicidade e elegância o raciocínio cíclico de projeto que este trabalho propõe. A construção é concebida como um organismo vivo, que nasce, cresce, morre e se decompõe - e dessa decomposição nasce a matéria-prima para as casas que ainda estão por vir. A casa é construída em materiais que estocam carbono em sua composição, e o devolvem para a atmosfera ao fim da sua vida útil. As ligações desmontáveis permitem a substituição e reaproveitamento de peças no caso de prejuízos causados por um ciclone, mas também a extensão e adaptação do espaço às necessidades dos habitantes. A implantação da construção leva em conta sua interação com o contexto e minimiza a necessidade de recursos energéticos e materiais para oferecer conforto térmico e proteção. A susten-

tabilidade está presente de maneira transversal na inteligência vernacular e pode servir de base para uma arquitetura contemporânea ancorada na memória coletiva e nos saberes locais.



morne-à-l'eau,  
cidade-paisagem



A cidade de Morne-à-l'Eau encontra-se no coração da Grande Terre, o único município sem acesso direto ao mar desta parte da ilha. Situada na convergência de importantes eixos de transporte, ela é passagem obrigatória para todos os moradores do norte e do leste em direção à capital, e a onipresença do carro no espaço público é marcante. O intenso movimento nas rodovias que cortam a cidade contrasta com ruas praticamente vazias e uma cidade em aparente decadência, em que observam-se muitos edifícios abandonados ou terrenos não construídos e uma população em decréscimo. De fato, Morne-à-l'Eau não apresenta hoje fatores de atratividade que permitam-na concorrer nem com Pointe-à-Pitre, polo de empregos e da vida cultural em Guadalupe, nem com as cidades litorâneas, que conseguem estruturar uma economia de pequena escala em torno do turismo e da pesca.

A paisagem urbana de Morne-à-l'Eau contrapõe-se a um entorno muito rico do ponto de vista natural. Ao sul da cidade, encontra-se uma zona de pequenos morros chamados de mornes (de onde a cidade tira seu nome). O cenário é marcado por uma ocupação rural difusa, em que a floresta tropical divide espaço com pequenas criações de vacas de leite, galinhas e porcos para consumo próprio. Ao nordeste, em direção ao mar, uma sequência de ecossistemas preservados - primeiro um bosque úmido, seguido de um pântano e finalmente de um grande manguezal - faz a transição entre terra e mar. Ao norte e à oeste, a paisagem se transmuta em uma planície na qual a visão se perde em dezenas de hectares de cultura de cana sem nenhum obstáculo visual, cortados ocasionalmente por edificações históricas destinadas à produção de rum.

A cultura da cana está diretamente ligada à constituição histórica da cidade. Antigamente restrita a um pequeno povoado de pescadores sobre a costa da cidade de Abymes, a cidade viu sua importância crescer durante o século XIX com a construção de um canal de drenagem de 5km de extensão em direção à planície, até então constantemente inundada, com o objetivo de drená-la e abrir espaço para o cultivo de cana de açúcar, oferecendo assim uma rota para o escoamento da produção em direção aos portos.

**Figura 19.** Praça do estádio de Morne-à-l'Eau, espaço público mal-cuidado, impermeabilizado e dedicado ao carro. Acervo pessoal.  
**Figura 20. (próxima página)** A variedade de paisagens mornalianas. Fonte da imagem aérea: <<https://www.bing.com/maps>> e fotos do acervo pessoal.





manguezal



canais de irrigação

morre-à-l'ed



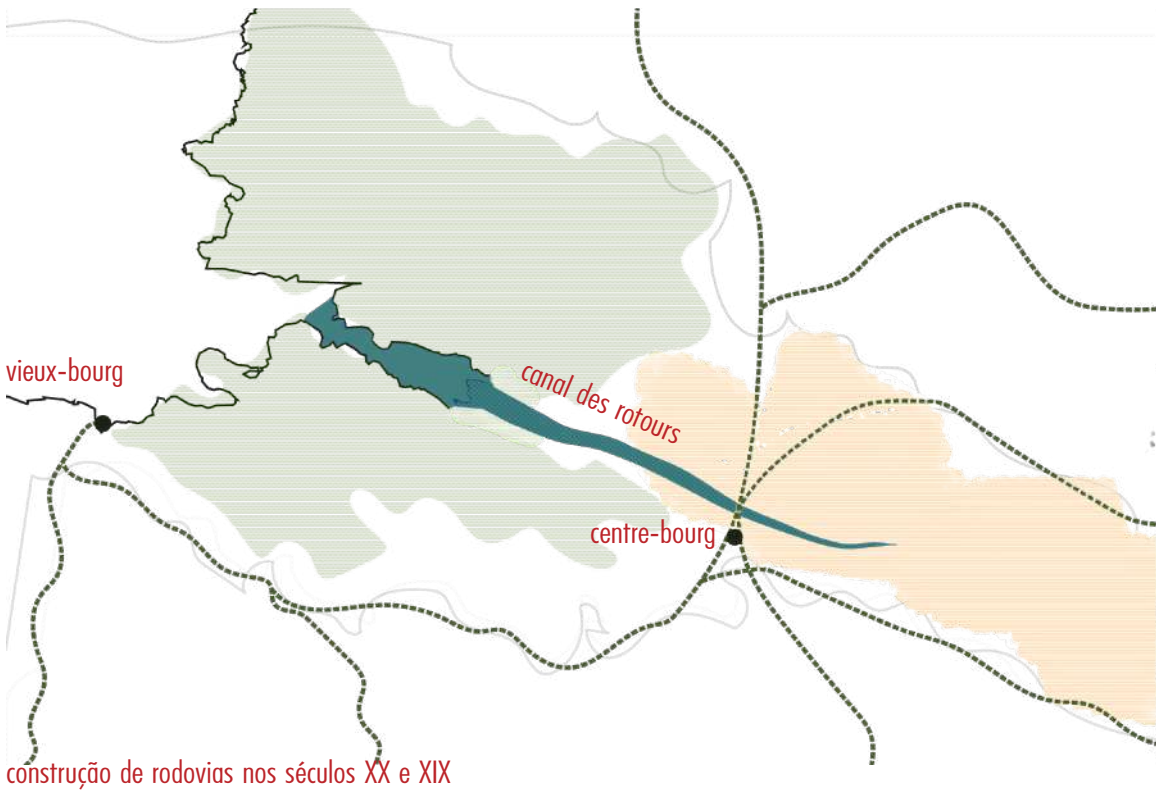
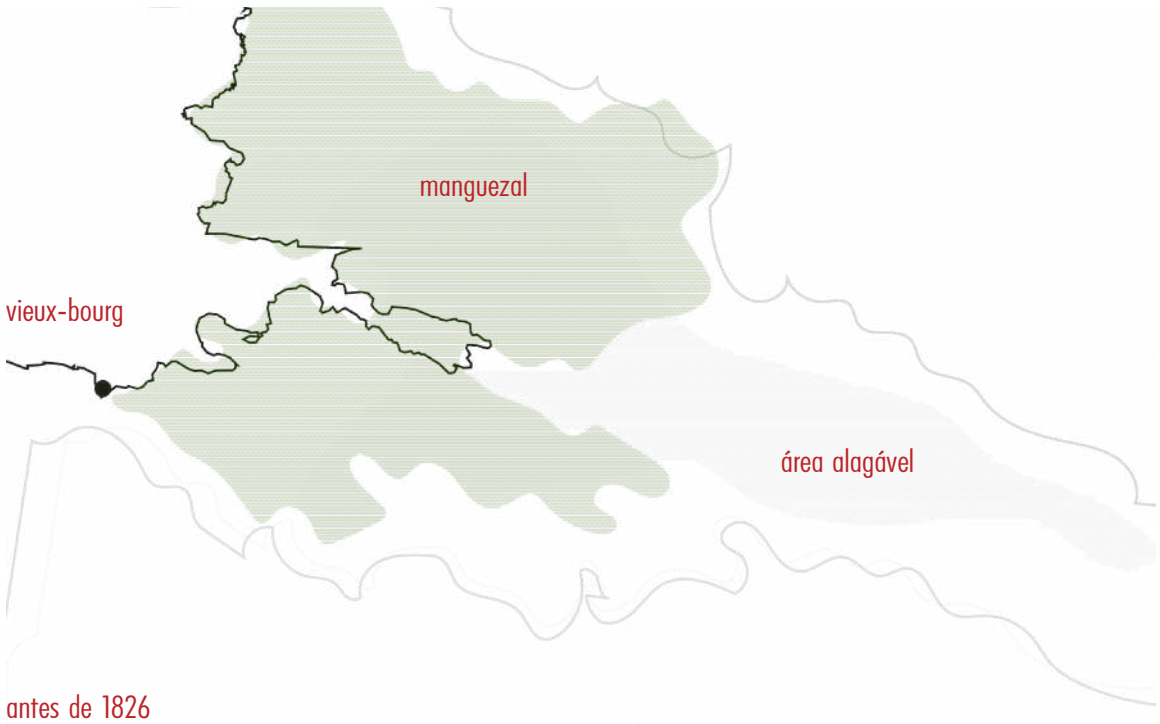
U

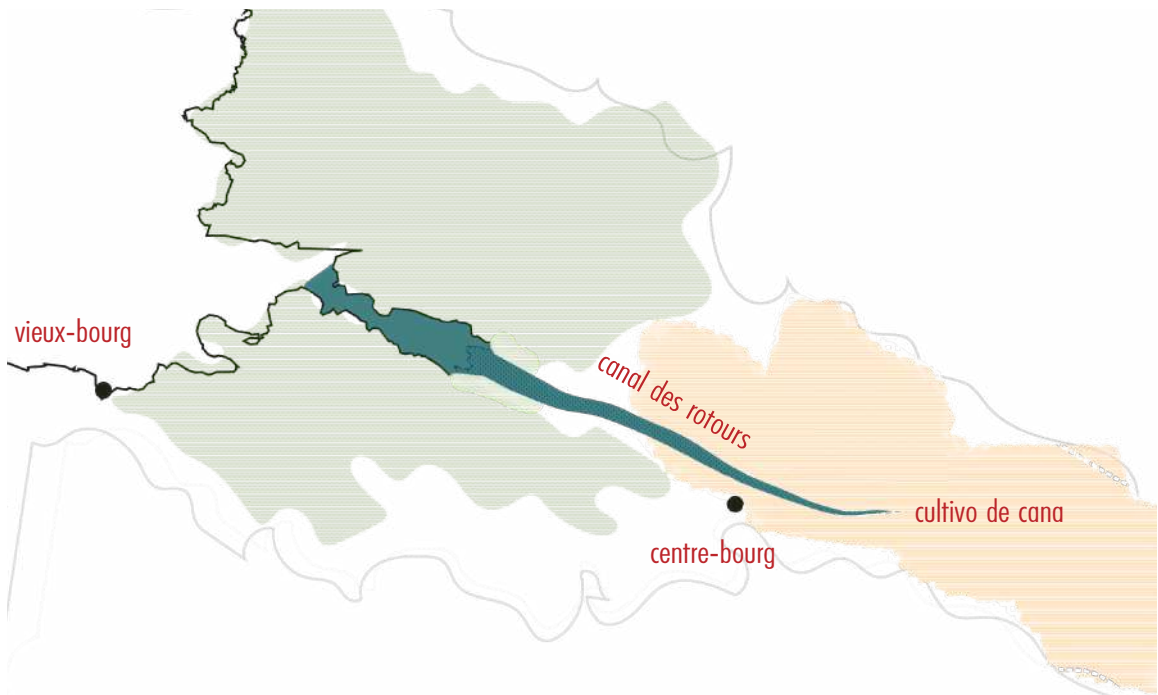


planície caneeira

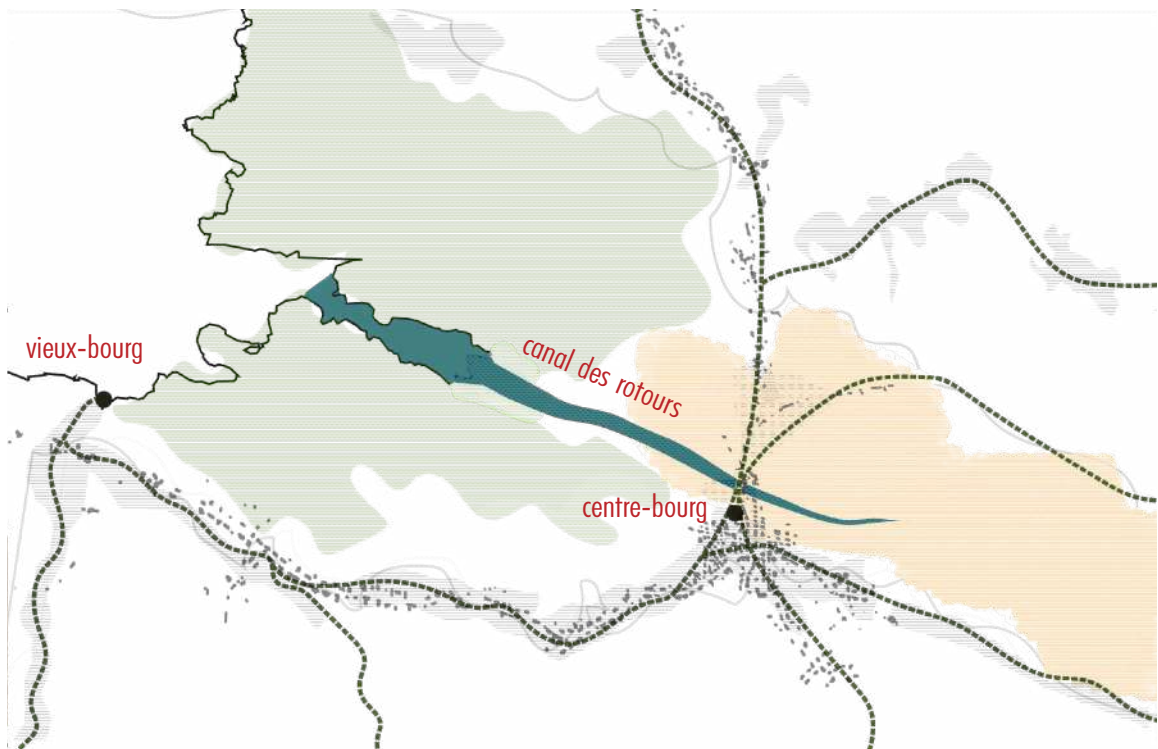
mornes







1826 a 1830 - construção do canal e fundação do centre-bourg



mancha urbana atual



**Figura 21 (página anterior).** Mapas elaborados a partir de CORNELLY, 2022 e dados abertos disponíveis em <<https://www.openstreetmap.org/#map=4/-15.13/-53.19>>.

**Figura 22.** Igreja Saint-André vista a partir da praça Gerty Archimedes. Acervo pessoal.

**Figuras 23 e 24 (próxima página):** Algumas vielas de Morne-à-l'Eau. Acervo pessoal.

O Canal des Rotours possibilitou o desenvolvimento de um povoado distante do mar, mas ainda ligado a ele pela água. Neste local - chamado hoje de Centre-Bourg (ou povoado central, em tradução livre), construiu-se uma grande praça de armas e uma igreja, que permitiram à Morne-à-l'Eau emancipar-se do município de Abymes e ser elevada à condição de vilarejo independente.

Até os dias atuais, as limitações impostas pela geografia deste território se refletem na morfologia urbana da cidade, que se desenvolve circundando o manguezal e evitando os relevos montanhosos. O canal, por sua vez, apesar do importante papel exercido no passado na ocupação da planície, hoje tem pouca ou nenhuma influência na organização urbana da cidade, cujo único ponto de contato com o água são duas pontes para automóveis.

A pouca valorização deste recurso paisagístico tem relação provavelmente com a associação deste com as frequentes inundações à que a planície esteve sujeita no passado, e que ainda ocorrem periodicamente. De fato, circulando pela cidade é possível ver que todas as construções são elevadas de ao menos três degraus do solo, e que canaletas profundas despontam de quase todas as ruas numa tentativa de escoar a água mais rapidamente. A recorrência desse fenômeno não surpreende e não se deve somente à presença do canal, mas também à quase completa ausência de superfícies permeáveis no tecido urbano, que faz com que a água se acumule rapidamente durante uma chuva e ameace a integridade das construções.

Para enfrentar este problema, uma rede de canais de drenagem superficial foi construída ao longo da ocupação do Centre Bourg. Esta rede cria passagens que cortam os quarteirões residenciais em direção ao canal e gera indiretamente vielas pedestres pelas quais pode-se circular por quase toda a cidade sem passar por uma rua.





As vielas constituem uma particularidade desta cidade em relação ao resto de Guadalupe e são um patrimônio a ser valorizado pelas qualidades espaciais que ele traz. Em um clima úmido e quente como o da ilha, a possibilidade de se deslocar na cidade sempre ao abrigo do sol é particularmente bem vinda. Além disso, nas ruas mornalianas o pedestre é constantemente obrigado a caminhar sobre o leito carroçável devido à má conservação ou ausência de calçadas, de modo que as vielas também representam uma possibilidade de mobilidade urbana segura, ao abrigo do carro.

As vielas também são ritmadas pela presença de pequenos pátios, chamados de Lakous (la cour, ou “o pátio”, em língua crioula), que correspondem à reinterpretação urbana do modo de vida rural em Guadalupe<sup>46</sup>. Nele, duas ou três habitações abrem-se sobre um espaço comum onde encontram-se animais domésticos, pequenos jardins ou até mesmo hortas. Os Lakous são resquícios da organização social dos vilarejos crioulos, hoje em vias de desaparecimento: neles, as pessoas podem se encontrar após o trabalho e as crianças podem brincar protegidas sob o olhar de uma avó ou de um parente que não trabalha.

Estes espaços intermediários comportam qualidades espaciais ausentes na maior parte do tecido urbano e indicam um potencial de valorização do modo de vida rural dentro da cidade, hoje impermeabilizado e dominado pelo carro. As vielas são importantes espaços de encontro e de circulação pedestre e podem ser o ponto de partida de uma urbanização mais sustentável e mais humana, promovendo a mobilidade ativa e a reintrodução de espaços verdes na cidade.

**Figura 25.** Exemplo de Lakou em Morne-à-l'Eau. Acervo pessoal.

46. GIORDANI, op. cit.





edifício e  
estratégia urbana



A escolha de Morne-à-l'Eau como terreno de projeto se fez em função da existência já mencionada de uma parceria de pesquisa entre a prefeitura e um laboratório de pesquisa da ENSAG. Através deste contato, a prefeitura espera desenvolver um plano urbanístico para o Centre-Bourg capaz de elevar a atratividade da cidade para as novas gerações guadalupenses com uma oferta de habitação e equipamentos culturais, incorporando também noções de desenvolvimento sustentável na elaboração deste.

Esta parceria permitiu a mim e a meus dois colegas de grupo da ENSAG - Estelle Vernet e Benjamin Galanti - a oportunidade de nos confrontarmos a uma necessidade real, com um cliente real. Nós pudemos visitar a cidade de estudo e conversar com atores envolvidos no projeto de maneira a enriquecer nossas proposições. A viagem também permitiu a compreensão pelo desenho - em planta, corte e croqui - da organização urbana da cidade, da arquitetura vernacular, do modo de vida mornaliano, e das qualidades e potenciais desse território.

As discussões com os atores locais trataram de diversas questões, como o estímulo à economia local, a gestão da água e inundações, a acessibilidade à população idosa e a circulação de automóveis. No plano urbanístico em estudo, propõe-se certas intervenções de requalificação urbana aliadas à construção de equipamentos culturais considerados como elementos que atrairiam público e atividades de cidades vizinhas cotidianamente, aproveitando a boa conectividade de Morne-à-l'Eau com o resto das cidades. O objetivo principal é o de inverter a noção de "cidade de passagem" que permeia Morne-à-l'Eau hoje e convertê-la em uma espécie de centralidade cultural na escala da Grande Terre, além de oferecer uma qualidade de vida não encontrada por exemplo em Pointe-à-Pitre.

A abordagem ecológica do projeto é significativa de uma vontade de mudança de paradigma. Os mornalianos não querem depender do carro para deslocarem-se à cidades vizinhas sempre que quiserem participar de uma atividade cultural, não querem ver sua cidade se inundando a cada chuva forte, e não querem ver os saberes construtivos que viam nas gerações de seus avós serem deixados de lado. É nessa perspectiva que se inscreve este trabalho, tanto na escala territorial quanto arquitetônica - questionando a relação da construção com seu contexto.

**Figura 26 (próxima página).** Costura simbólica das duas dimensões do patrimônio de Morne-à-l'Eau - natural e cultural.

Morne-à-l'Eau é um ponto de convergência entre duas dimensões importantes do território da Guadalupe: de um lado, a riqueza do seu patrimônio natural e da sua biodiversidade, e do outro, a herança da cultura crioula, materializada na casa vernacular mas também nas danças, nas comidas típicas e nas tradições orais.

As vielas e os Lakous são a expressão urbana desta costura simbólica - espaços oriundos da tradição vernacular que permitem à cidade respirar em meio ao carro e ao concreto, e por isso grandes portadores da nova identidade que se reivindica para Morne-à-l'Eau, uma ancorada em sua história e em seu território. Os caminhos das vielas se tornam a base de uma reflexão global que propõe conceber um itinerário de descoberta da cidade à pé, do Canal dos Rotours até o centro da cidade, passando por pontos de interesse como escolas, praças e equipamentos públicos.

O objetivo é o de valorizar os elementos constitutivos da paisagem mornaliana e de constituir um corredor natural em meio a uma cidade impermeabilizada. Nós constatamos que as relações entre construção e vegetação foram praticamente apagadas com o tempo e que hoje dificilmente os dois elementos estão presentes em um mesmo espaço. A estratégia parte do pressuposto de que a integração destes corredores no tecido urbano pode servir para melhorar a gestão da água na cidade, a proteção aos riscos naturais e a promover qualidade de vida em Morne-à-l'Eau.

Conceber um percurso permite também, dentro de uma abordagem sustentável, enfrentar a questão da mobilidade urbana privilegiando o transporte ativo, um meio de afastar-se da primazia do carro na cidade tal como ela é hoje.

Na escala arquitetônica, o edifício deve refletir a coerência com os princípios globais que nortearam a proposição urbanística - a valorização do pedestre, o aprendizado a partir da cultura vernacular, a relação do edifício com seu entorno e com os recursos naturais (vegetação, solo, ar, água). O pensamento cíclico proposto nos capítulos anteriores é a chave desta proposição.



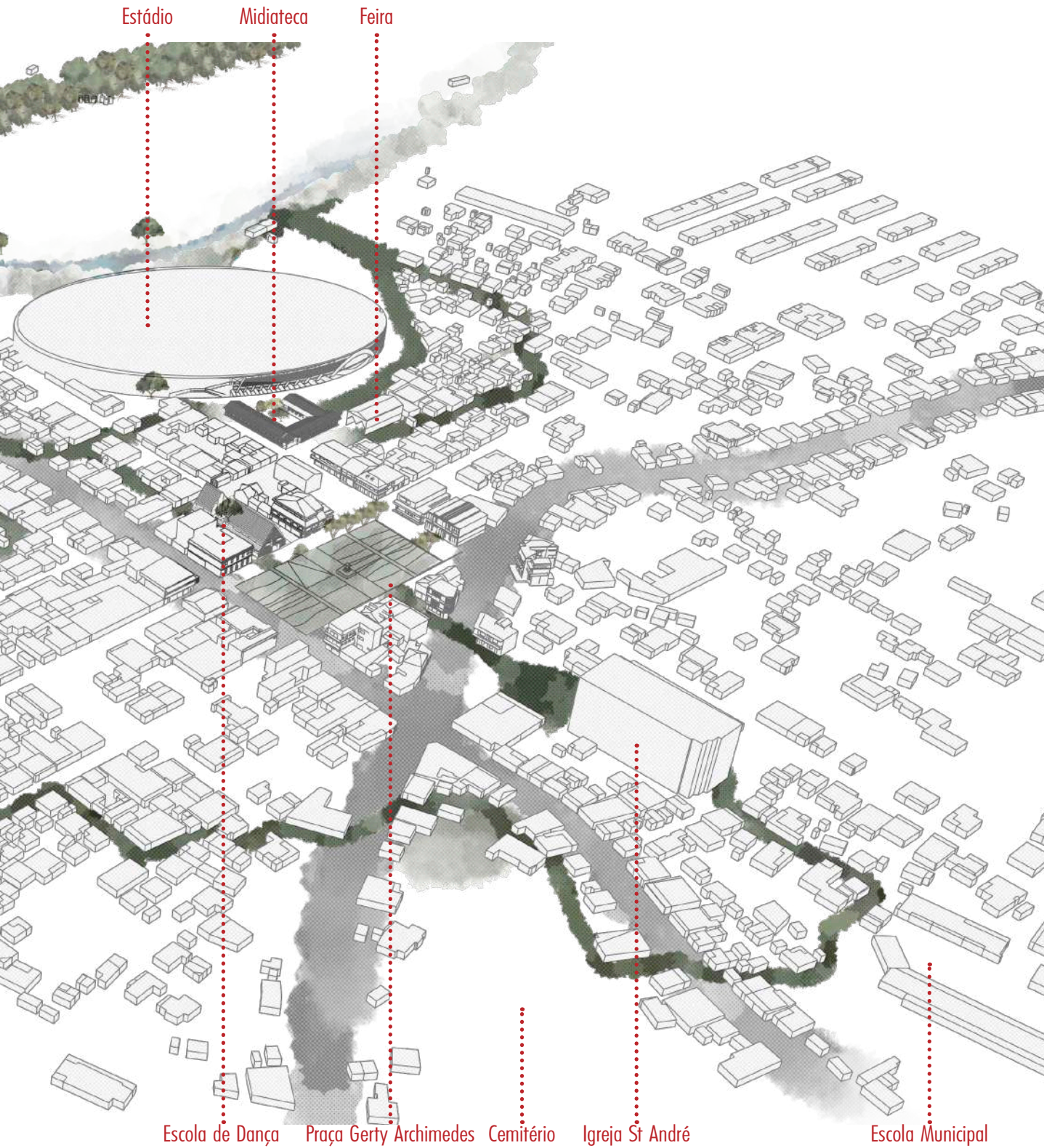


Casa do Canal

Escola Municipal



Casa Crioula preservada



A casa crioula ensina uma maneira de encarar a construção perene como algo temporário e instiga uma reflexão sobre como incorporar a discussão sobre sustentabilidade em todas as fases do ciclo de vida do projeto. Este trabalho foca no desenvolvimento em escala arquitetônica da Casa do Canal, um equipamento público proposto ao longo do itinerário pedestre que cruza a cidade. O que busquei foi propor um edifício em simbiose com seu contexto em todas as escalas - do urbanismo ao detalhe arquitetônico - e consciente do seu impacto no ambiente em que se encontra.

**Figura 27 (página anterior).** Proposta de itinerário pedestre ativando as vielas existentes em Morne-à-l'Eau. Um percurso cultural conectando os principais pontos da cidade e seus espaços verdes.







a casa do canal: por uma  
arquitetura cíclica

3



**um museu-mangue para o  
Canal des Rotours**



O manguezal de Morne-à-l'Eau se estende por quase 5000 hectares e representa 3% da superfície do município<sup>47 e 48</sup>. É um bioma que se desenvolveu graças a uma grande barreira de corais próxima à costa que atenua o movimento do oceano. Este ambiente marítimo calmo faz com que o manguezal seja considerado um berço para muitas espécies de peixes, e abrigue em permanência outros animais, como caranguejos, ostras, esponjas e cnidários<sup>49</sup>.

Para os habitantes do Vieux-Bourg de Morne-à-l'Eau (povoamento costeiro que deu origem ao município), o manguezal representa um recurso natural explorado através da pesca de pequenos peixes, da colheita de ostras e do lambi, um crustáceo muito presente na cozinha antilhesa, cuja concha era utilizada pelos escravos para anunciar de morne em morne os eventos da cidade<sup>50</sup>. O manguezal foi também esconderijo e casa para aqueles que conseguiam fugir de seus mestres graças ao obstáculo que as raízes e o solo pantanoso representam para o deslocamento de patrulhas de busca. O manguezal protege a costa não somente contra a erosão mas também contra as ondas e ventos ciclônicos vindos do mar durante uma tempestade, absorvendo sua energia antes que atinjam a cidade<sup>51</sup>.

A importância de preservar o manguezal é portanto dupla. Para além da dimensão ecológica, preservar o mangue é também preservar a própria memória histórica guadalupense, mantendo vivo um ecossistema intrinsecamente ligado à constituição de Morne-à-l'Eau e à vida de seus habitantes.

A Casa do Canal se dedica a este fim. Um equipamento pedagógico destinado a atividades de conservação, conscientização e construção de conhecimento sobre este bioma singular em um edifício construído às margens do Canal des Rotours e conectado ao itinerário pedestre que percorre as vielas da cidade. O projeto faz o limite entre o manguezal e a cidade e convida o visitante a conhecer mais sobre a história de Morne-à-l'Eau, sua fauna e sua flora. Mas mais que isso, ele o convida a entrar dentro do manguezal, inspirando-se da árvore do mangue em cada detalhe da sua concepção.

**Figura 28.** Raízes de um Mangue-Vermelho no Canal des Rotours. Acervo pessoal.

**Figura 29 (próxima página).** Acolhimento ao público

47. PATIN, Bernard. **Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR)**. Paris, 2012.

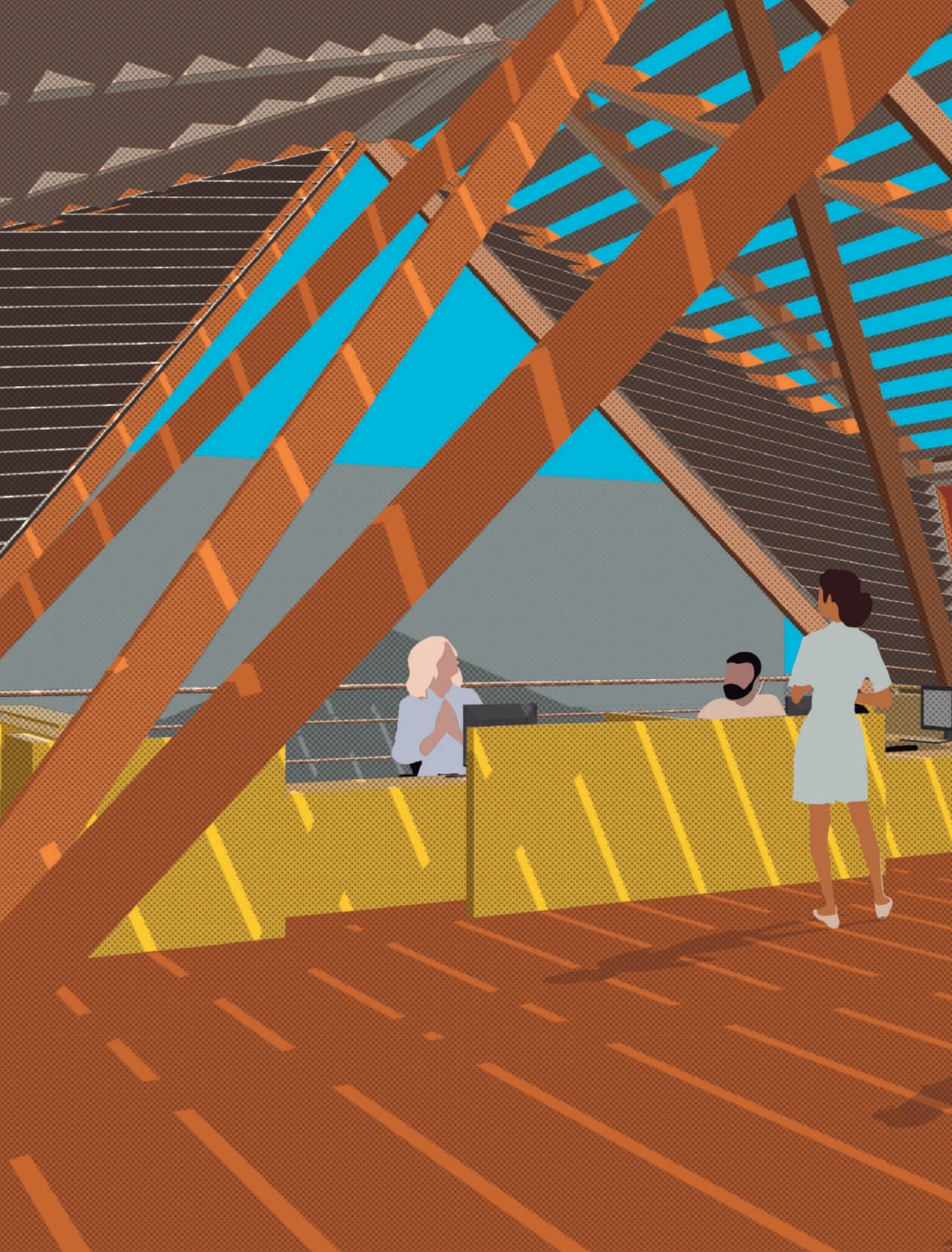
48. GRAVA, Axel et al. **Morne-à-l'Eau - Rapport de Visite de Terrain**. Concours Capitale Française de la Biodiversité. Paris, 2018.

49. PATIN, op. cit.

50. CORNELLY, Willy. Entrevista oral concedida à autora durante visita de campo. Morne-à-l'Eau, 2022.

51. IMBERT, Daniel. **Impact des ouragans sur la structure et la dynamique forestières dans les mangroves des Antilles**. Bois et forêts des Tropiques, 2002.









**Figura 30.** Espaço museográfico sobre a fauna e a flora do manguezal.

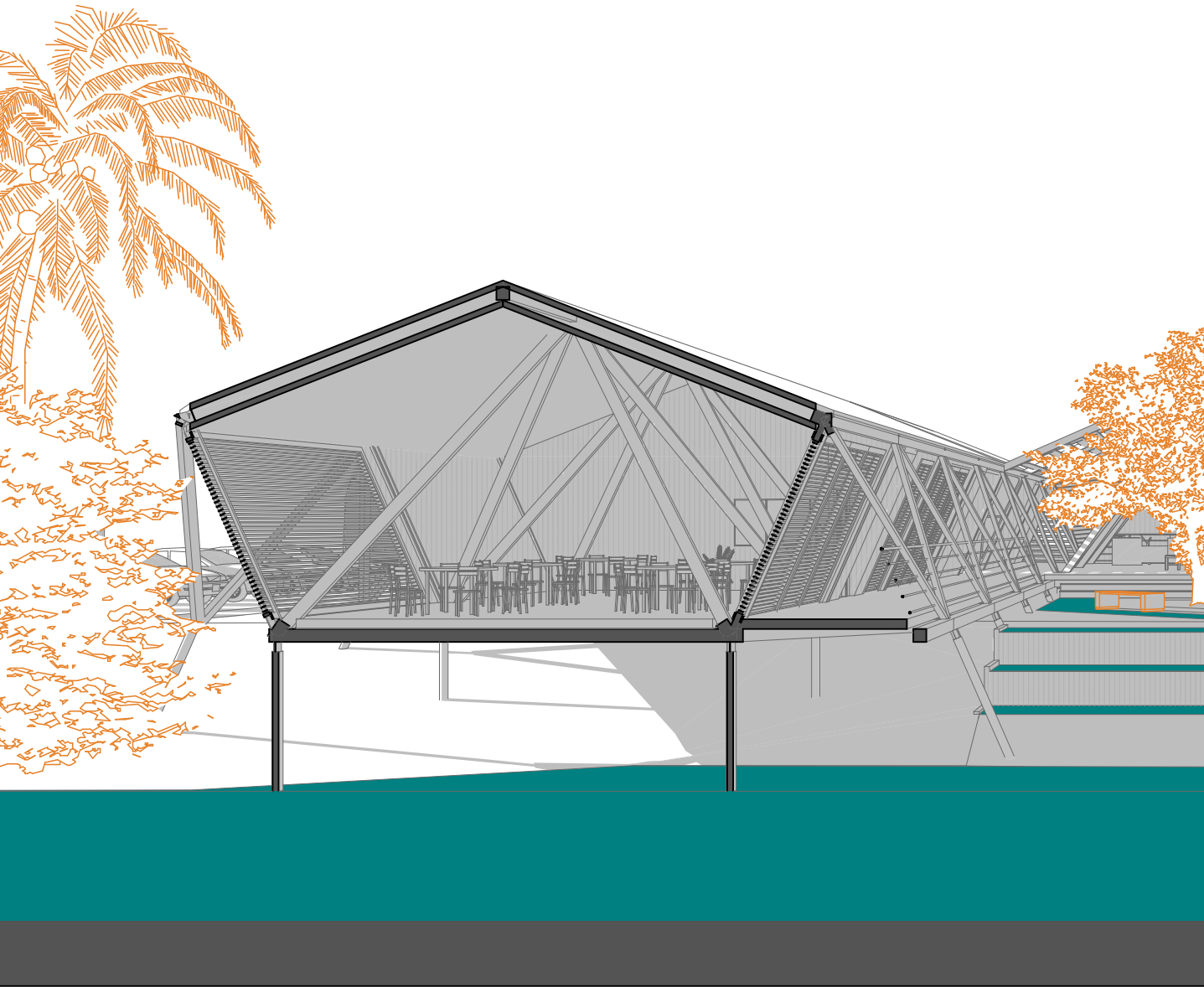
**Figura 31 (próxima página).** Corte transversal do projeto - sala de atividades, pátio, museu. Escala 1:100 na linha de corte.

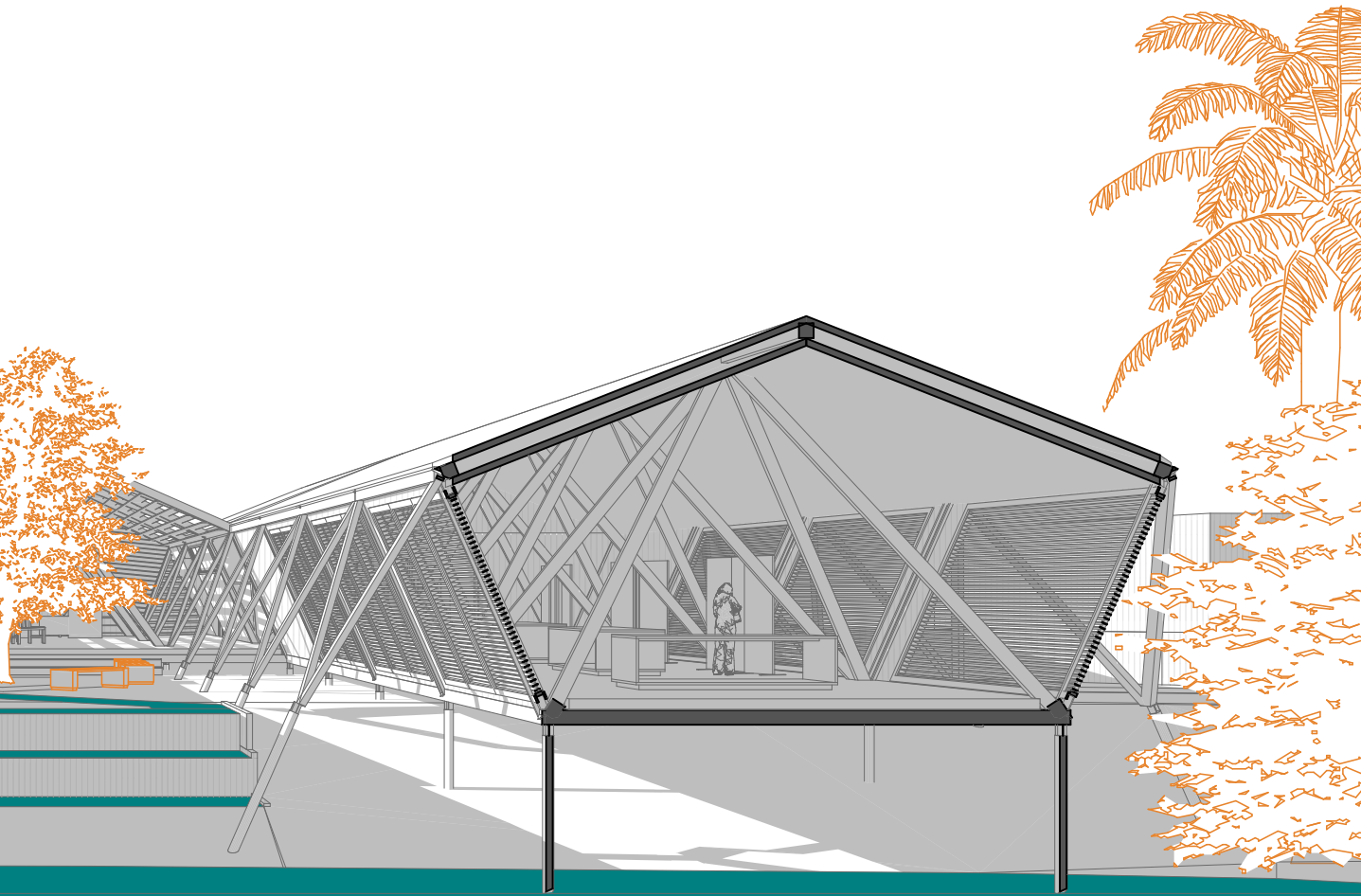
O visitante é acolhido sob em um amplo espaço central em que deve transitar em meio a uma floresta de raízes formada pela estrutura da cobertura. Uma recepção, mas também um ambiente que multiplica as possibilidades programáticas do equipamento, podendo receber exposições temporárias, apresentações de dança ou música, feiras de livros ou artesanato, entre outros. Os ambientes de transição e circulação são tratados como espaços de sociabilidade, tal como as varandas onipresentes nas casas guadalupenses, e correspondem a uma cultura em que a vida pública acontece essencialmente no exterior dos edifícios devido ao clima quente.

A partir deste espaço, é possível acessar uma sala de exposições permanentes. Ao fim do percurso expositivo, o museu se debruça sobre o rio com suas fachadas inclinadas acompanhando o desenho da estrutura e oferece ao visitante um contato direto com aquele que é o próprio objeto da exposição, completando a experiência de imersão da expografia.

No projeto são também propostas duas salas de atividades polivalentes, capazes de receber seminários, atividades pedagógicas com as escolas da região ou grupos de turistas, ateliês de desenho botânico, aulas de culinária antilhesa, entre outros. Este programa é completado por um café à beira do rio, em que o visitante pode fazer uma pausa na programação e parar para contemplar o canal.

Todos estes espaços se organizam em torno de um pátio central, coração do projeto. Nele, o canal de drenagem que corre sob a viela que dá acesso ao terreno é destampado e utilizado como recurso paisagístico em seu encontro com o canal, em uma arquitetura em patamares dedicada a conter a erosão das margens e a água em caso de chuva forte. O ato de elevar o projeto do solo permite desimpermeabilizar toda a área de maneira a absorver o excesso de água e transformar o terreno inteiro em uma espécie de jardim de chuva, protegendo as demais construções do bairro de uma possível inundação.

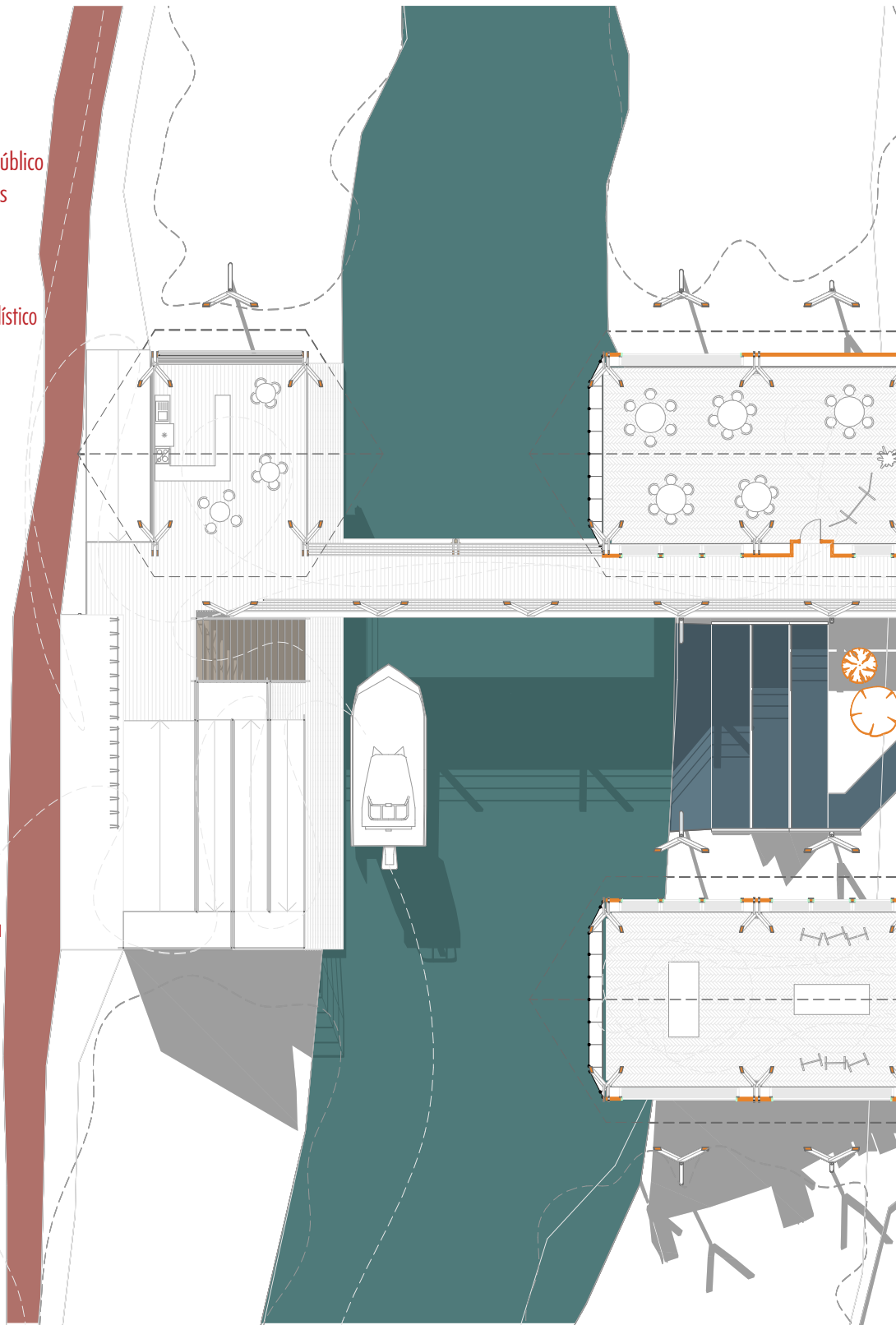


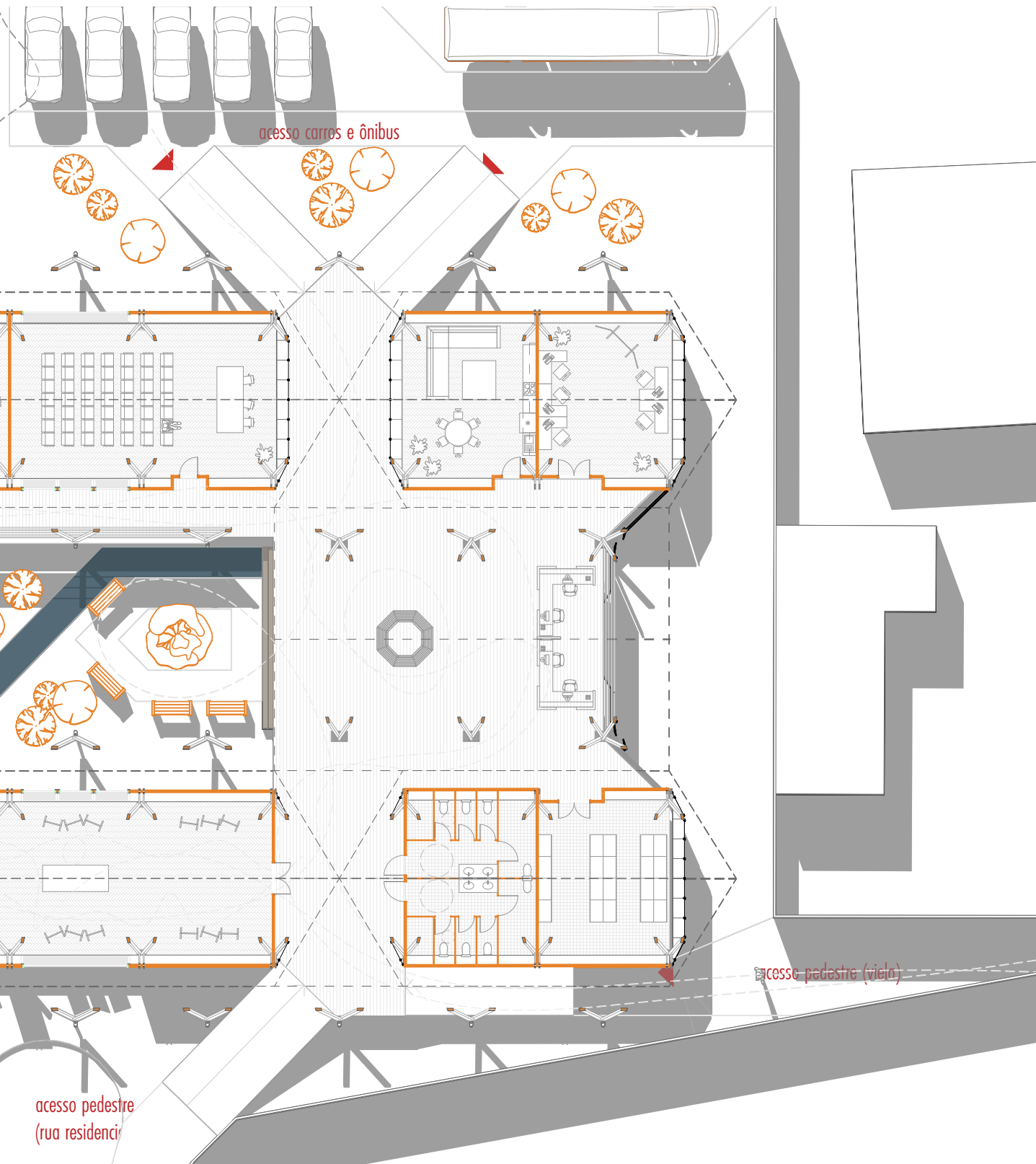


1. Café
2. Salas Polivalentes
3. Copa funcionários
4. Administração
5. Atendimento ao público
6. Sala de exposições
7. Banheiros
8. Almojarifado

acesso ciclístico

ponto de partida trilha





O pátio tem também uma função bioclimática no projeto: garantindo uma boa captação de ventos nos dois corpos do edifício. O ar entra por grandes painéis de persianas - um recurso bastante presente na arquitetura local para lidar com as altas temperaturas -, que pelo seu desenho inclinado garantem uma ventilação permanente, mesmo em caso de chuva forte.

As persianas assumem um papel importante na resistência aos ciclones ao permitir o equilíbrio entre a pressão do ar no interior e no exterior do edifício. O mesmo princípio está presente no telhado laminado da recepção, que evita a exposição de uma grande superfície contínua aos ventos no espaço externo.

O pátio também pode ser apropriado para atividades externas sob um cajueiro ou outra espécie nativa de mesmo porte, que em cerca de oito anos fornecerá uma grande área de sombra sob sua copa e frutos ao alcance dos visitantes. Ali, são dispostos bancos para descanso e contemplação, e o visitante pode observar de perto o encontro das águas com o rio.

**Figura 31 (página anterior).** Planta baixa do piso térreo. Escala 1:250.

**Figura 32.** Espaço museográfico.





**uma arquitetura fluvial:  
de museu-mangue a museu-porto**



O terreno escolhido se situa em um dos poucos trechos do Canal em que é possível se aproximar da água sem o obstáculo natural que oferece a mata ciliar. Isto se deve à antiga utilização do terreno como abatedouro, que exigiu a retirada da vegetação para escoar os dejetos da atividade diretamente no canal.

Escondida pelo edifício do abatedouro - um grande hangar em concreto que ocupa quase toda a área -, encontra-se uma viela levando ao centro da cidade, parte da rede de caminhos pedestres que cruza a cidade, mencionada no capítulo anterior.

Trata-se portanto de um terreno no encontro entre o rio e a cidade, no ponto em que a água das chuvas drenada pelas vielas desemboca no Canal. Atualmente, no entanto, este encontro acontece no subterrâneo, e o pedestre que percorre a viela em certos pontos nem tem consciência de que está caminhando sobre as águas. Hoje, o único contato que os habitantes do Centre-Bourg têm com o canal são duas pontes rodoviárias que são pouco percorridas por pessoas a pé.

O abatedouro é separado do canal por uma rua, que alimenta um pequeno conjunto de casas localizadas mais adiante, às margens do rio. O projeto propõe uma reorganização dos sentidos das ruas do bairro para que estas habitações sejam acessadas por outros meios e assim seja possível suprimir o trecho de rua que separa o terreno da água, assim como a demolição do abatedouro como forma de valorizar a ligação com a viela pedestre.

**Figura 33.** Vista do Canal des Rotours a partir do terreno de projeto.

**Figura 34 (próxima página).** Edifício do abatedouro que ocupa atualmente o terreno.



RDIT  
NNES ET  
NGERS AU  
NIQUE  
NEL



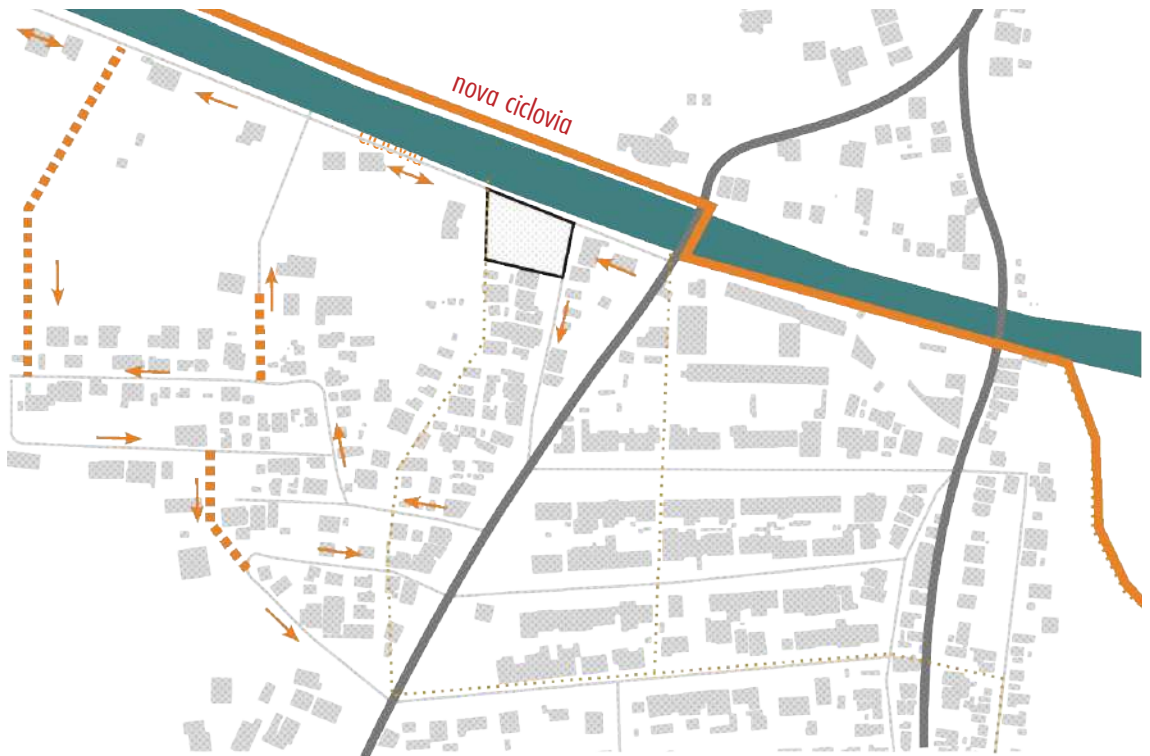
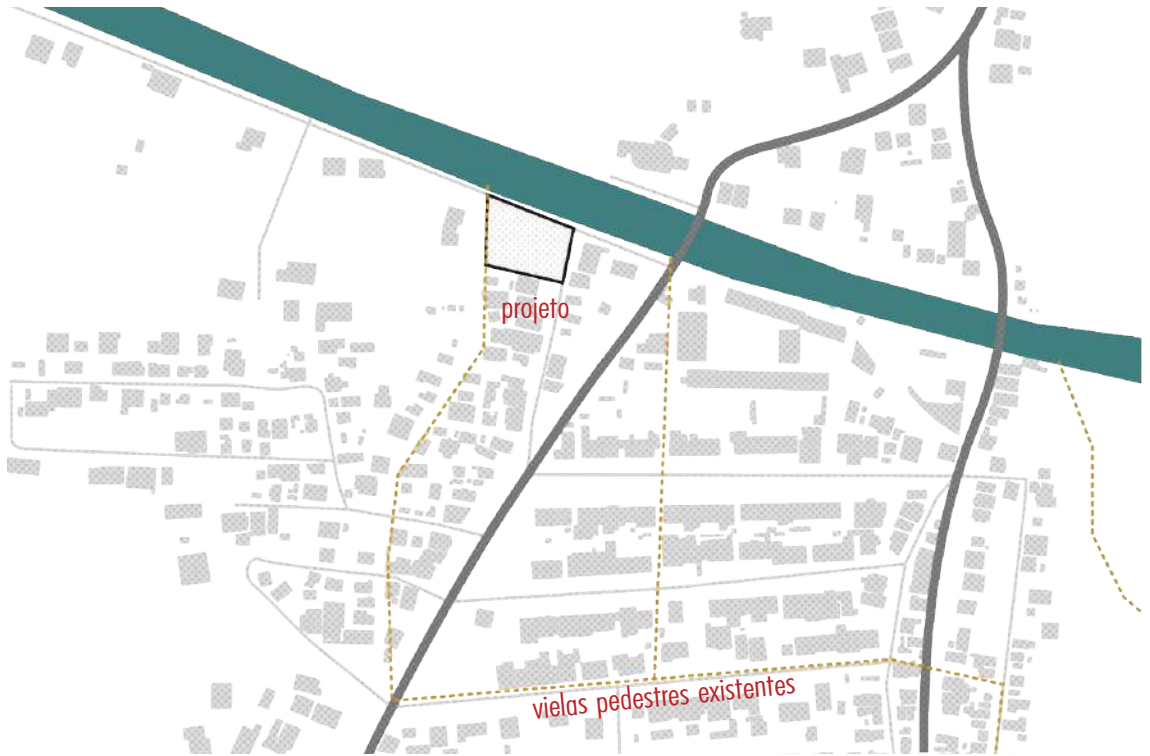


**ACCES INTERDIT  
A TOUTES PERSONNES ET  
VEHICULES ETRANGERS AU  
CENTRE TECHNIQUE  
OPERATIONNEL**





estado atual



estado projetado



*rota fluvial*



vieux-bourg

*rota terrestre*



centre-bourg

**Figura 35 (página anterior).** Viela escondida atrás do abatedouro.

**Figura 36 (página anterior).** Reorganização viária com o objetivo de aproximar o edifício da água. Escala 1:1000.

**Figura 37.** Percursos de visita ligados ao projeto - passeios propostos por pescadores de Vieux-Bourg e trilha.

**Figura 38 (próxima página).** Corte longitudinal do projeto. Escala 1:200.

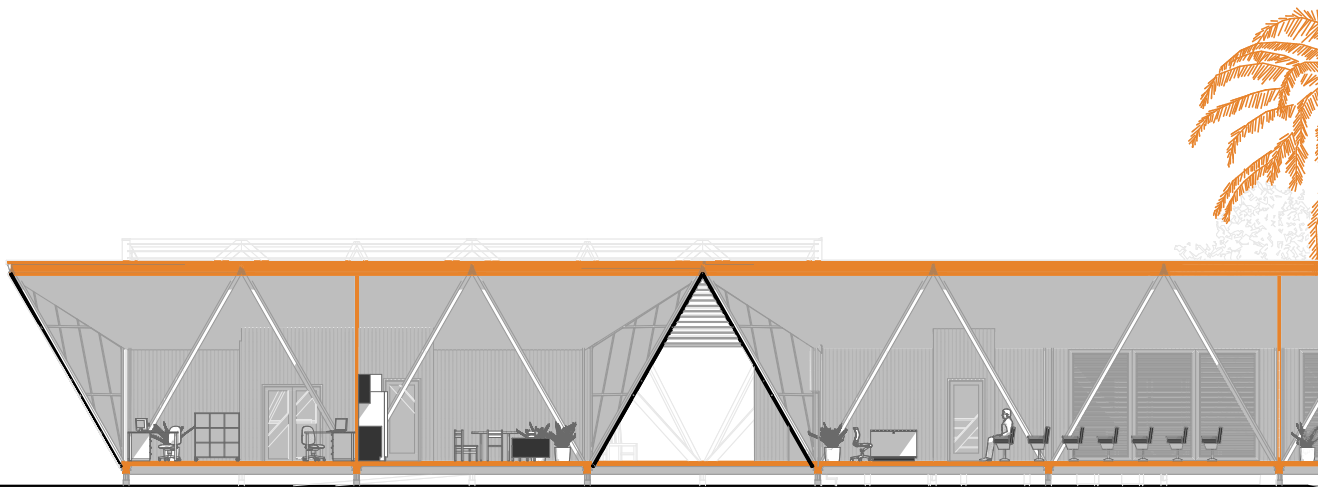
**Figura 39 (página seguinte).** Vistas do porto e da ciclovia que acessam o projeto, com o café e a ponte ao fundo.

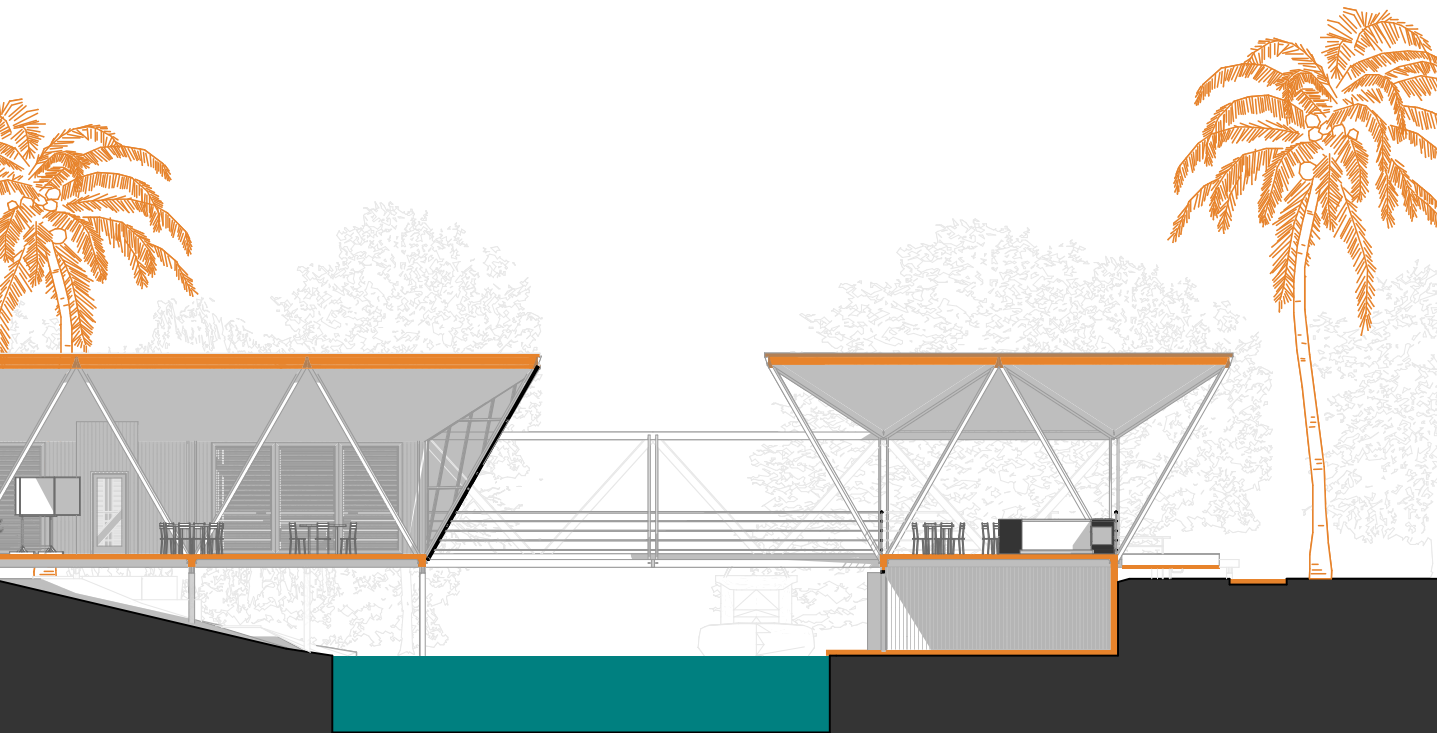
Este gesto permite estabelecer uma verdadeira conexão com o Canal. O edifício integra em si uma ponte, e a margem oposta passa a acomodar um pequeno porto fluvial, oferecendo um ponto de pausa a passeios turísticos já existentes, que partem de Vieux Bourg e sobem o canal guiados por pescadores locais em suas embarcações de trabalho.

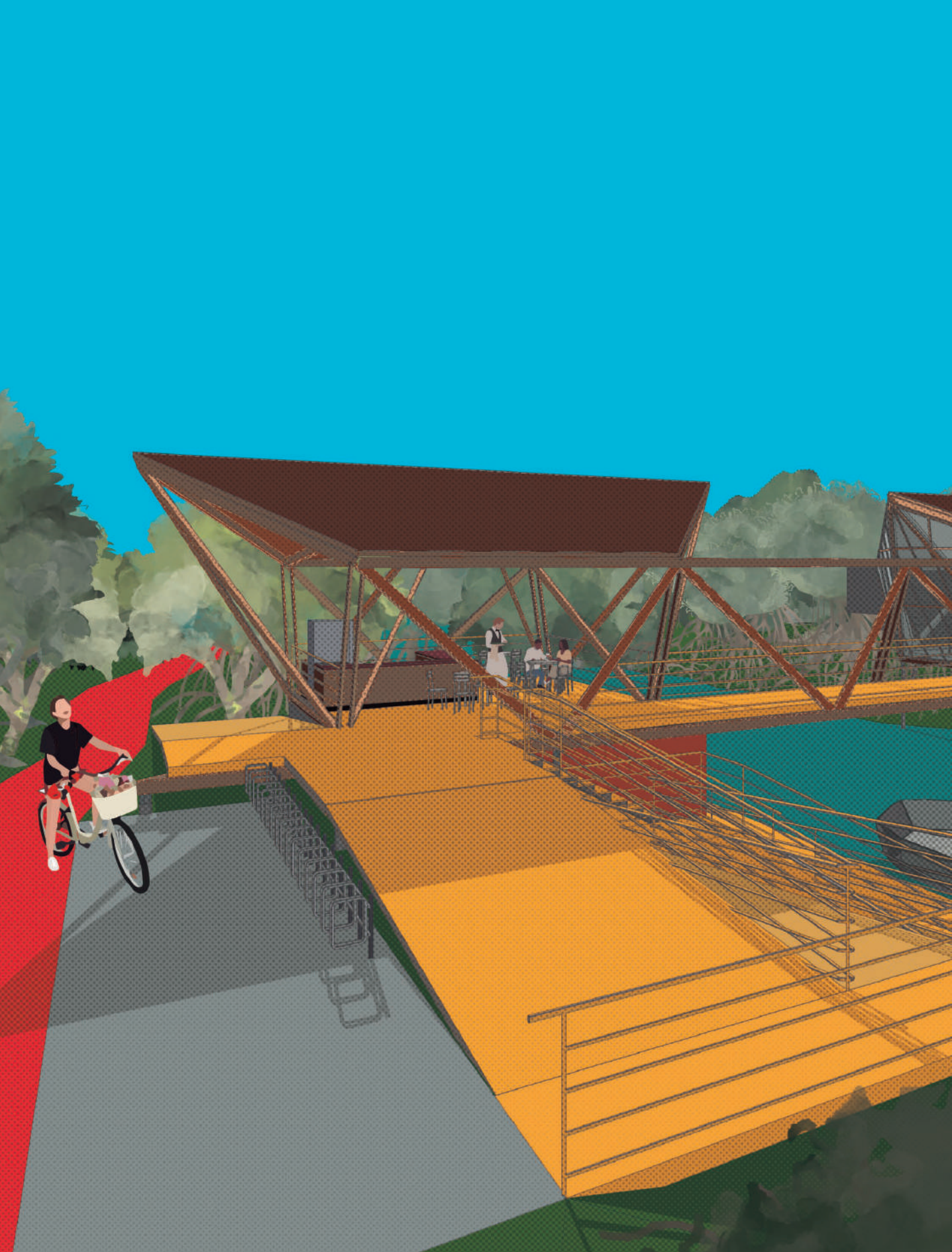
O projeto torna-se assim um ponto de conexão entre os dois polos da cidade - hoje ligados apenas por uma rodovia constantemente congestionada. Além de oferecer a alternativa do transporte a pé na escala da cidade, a Casa do Canal também levanta a questão do transporte fluvial e marítimo na escala de Guadalupe, visto que quase todas as cidades dispõem de pequenos portos hoje pouco explorados para o transporte de passageiros. Uma alternativa simples para a descarbonização da rede de transportes guadalupense tão dependente do carro, e que não exige grandes investimentos em infraestrutura.

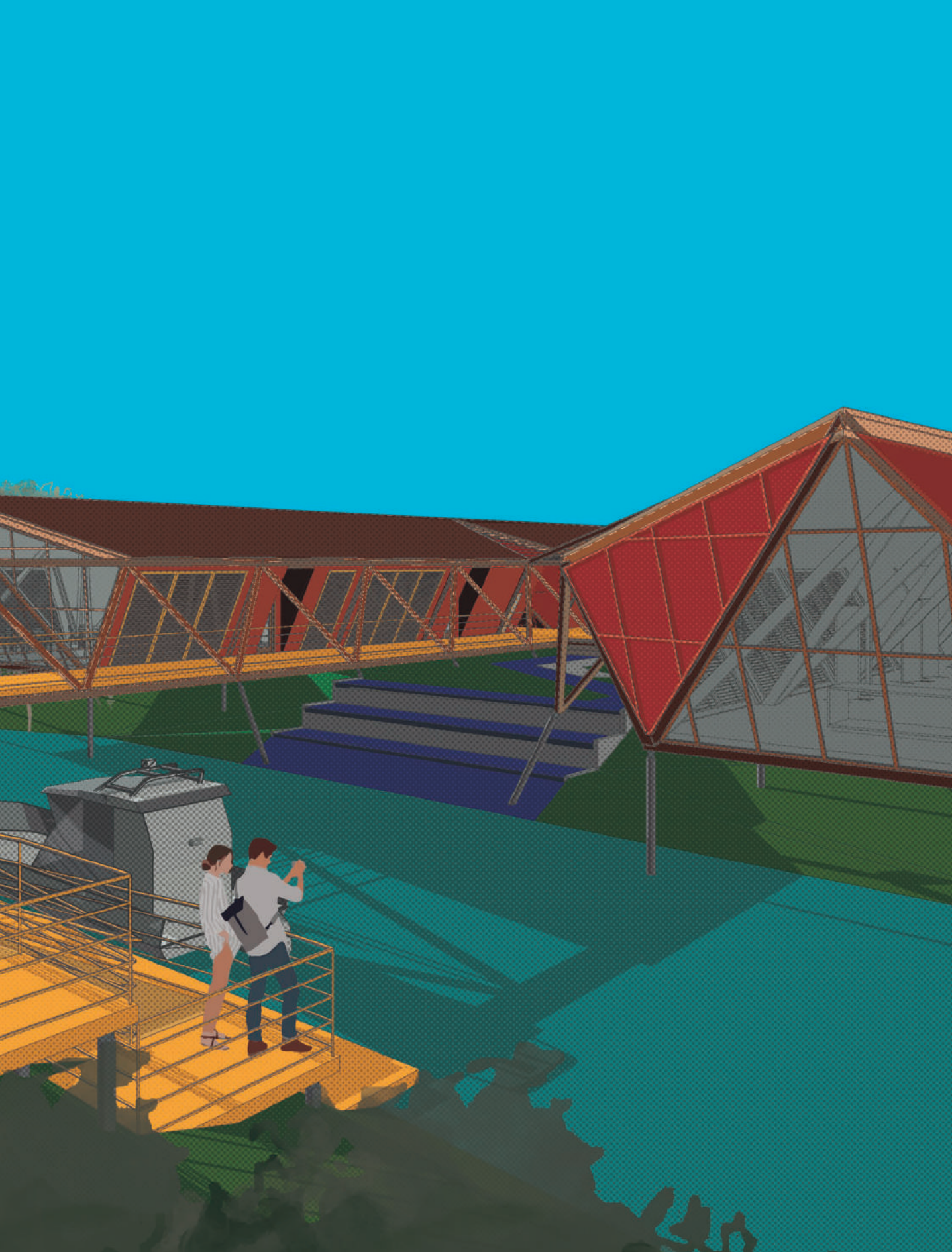
A ponte é simbolicamente uma espécie de portal de entrada da cidade, mas também um portal de saída em direção ao manguezal, pois convida os visitantes a percorrer este ecossistema de diferentes maneiras. A primeira delas, já citada, é através do transporte de pescadores. Mas o visitante também pode bordear o manguezal pela via terrestre, seguindo a pé por um caminho balizado no limite entre o pântano e a planície caneeira, ou ainda de bicicleta por uma ciclovia de 4km que longeará o canal.

Tudo isso faz com que o edifício seja visto não como um destino final, mas como um ponto de parada em uma trajetória que começa (ou termina) no manguezal, passa pelo projeto e segue pelo itinerário pedestre no Centre-Bourg de Morne-à-l'Eau. Na escala arquitetônica, isto se reflete em um projeto sem hierarquia entre fachada principal e fachadas laterais. O edifício se abre aos visitantes em várias direções e todos os fluxos se cruzam no espaço central composto pela recepção e pelo pátio.











**edifício e materialidade: construir em  
madeira em uma ilha tropical**



Existem várias espécies arbóreas dentro do manguezal. A mais simbólica delas, presente no imaginário de todos quando semenciona este ecossistema, é o Mangue-Vermelho. Esta árvore, encontrada principalmente na costa onde o Canal atinge o oceano, é capaz de filtrar a água do mar e expelir o sal através de suas folhas, que acumulam pequenos cristais do mineral ao longo dos anos. O Mangue-Vermelho possui raízes aéreas bastante altas para permitir a respiração destas e garantir a sustentação do tronco acima do nível da água.

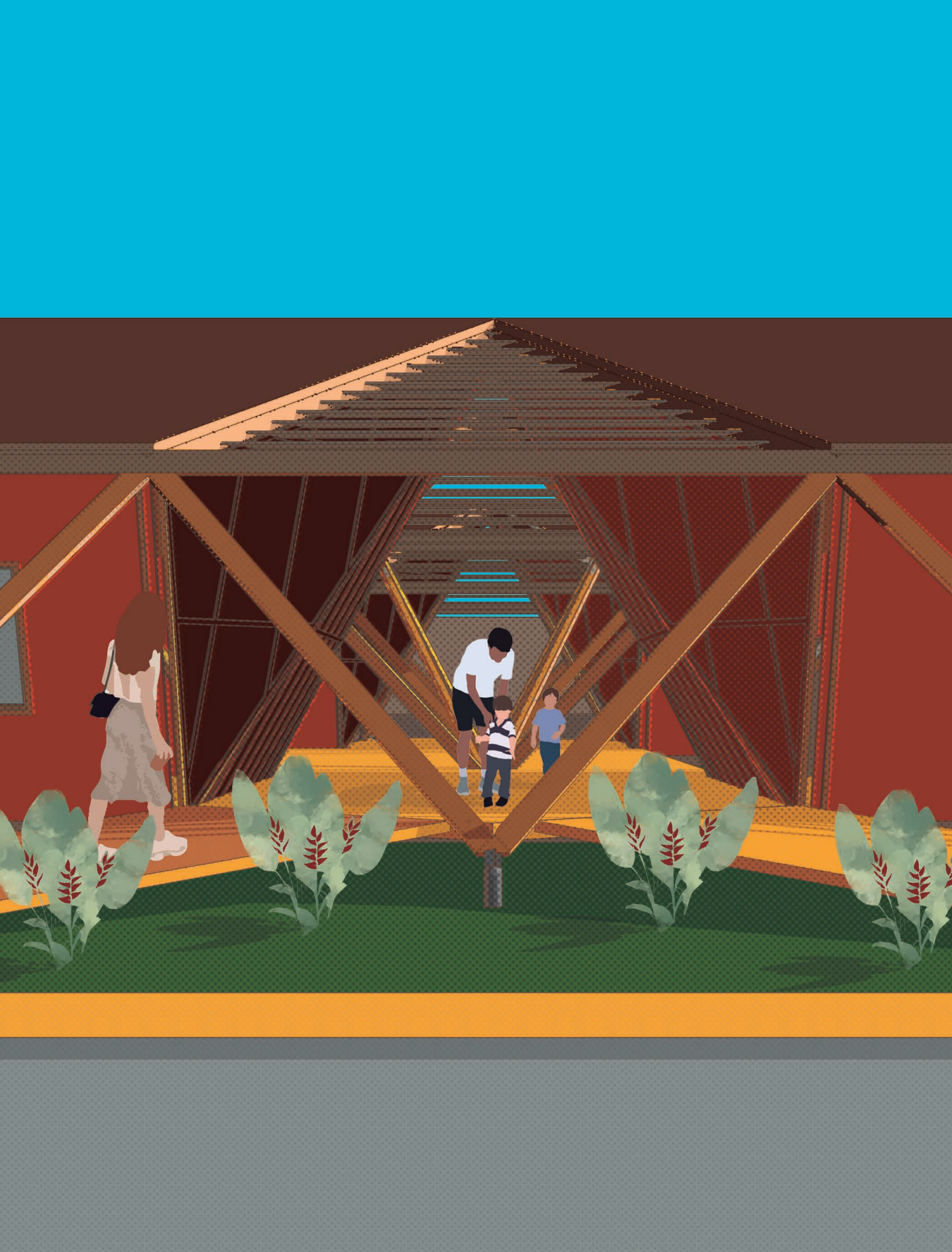
Esta espécie soube adaptar-se a um ambiente extremamente hostil, submetido a altos níveis de salinidade, um solo instável e com baixa oxigenação e uma variação constante do nível da água. Algumas destas condições são também desafios enfrentados pelo projeto, e entender como esta árvore funciona pode servir a responder a alguns deles através da arquitetura. Como uma espécie leve e aparentemente frágil é capaz de resistir eficientemente a ciclones? Como se instalar em um meio úmido e sujeito a inundações sem pôr em risco a integridade dos usuários?

A acomodação em um solo pantanoso demandaria dezenas de metros de raízes sob o solo para atingir aderência suficiente. Em vez de desenvolver raízes axiais profundas, a estratégia utilizada pelas árvores do mangue para se manter estáveis no solo é a de multiplicar os pontos de contato com este, diminuindo a carga recebida por cada raiz. Esta estratégia é retomada na estrutura do projeto e permite não somente o uso de uma fundação mais rasa, mas também uma maior garantia de resistência aos ciclones, situação em que a estrutura tende a ser puxada em vez de pressionada contra o solo.

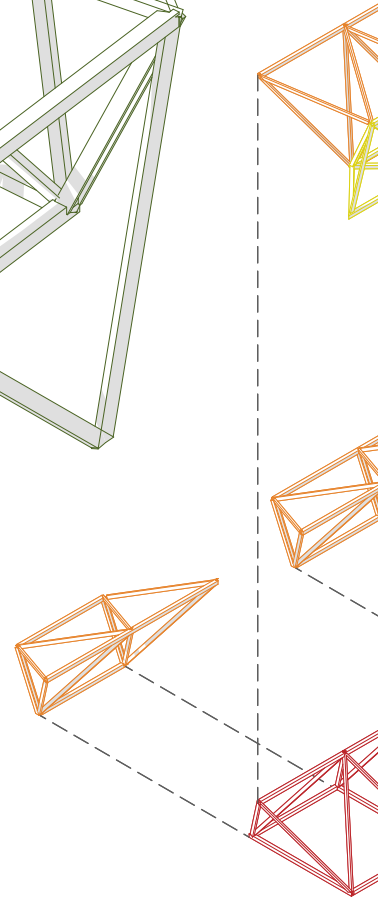
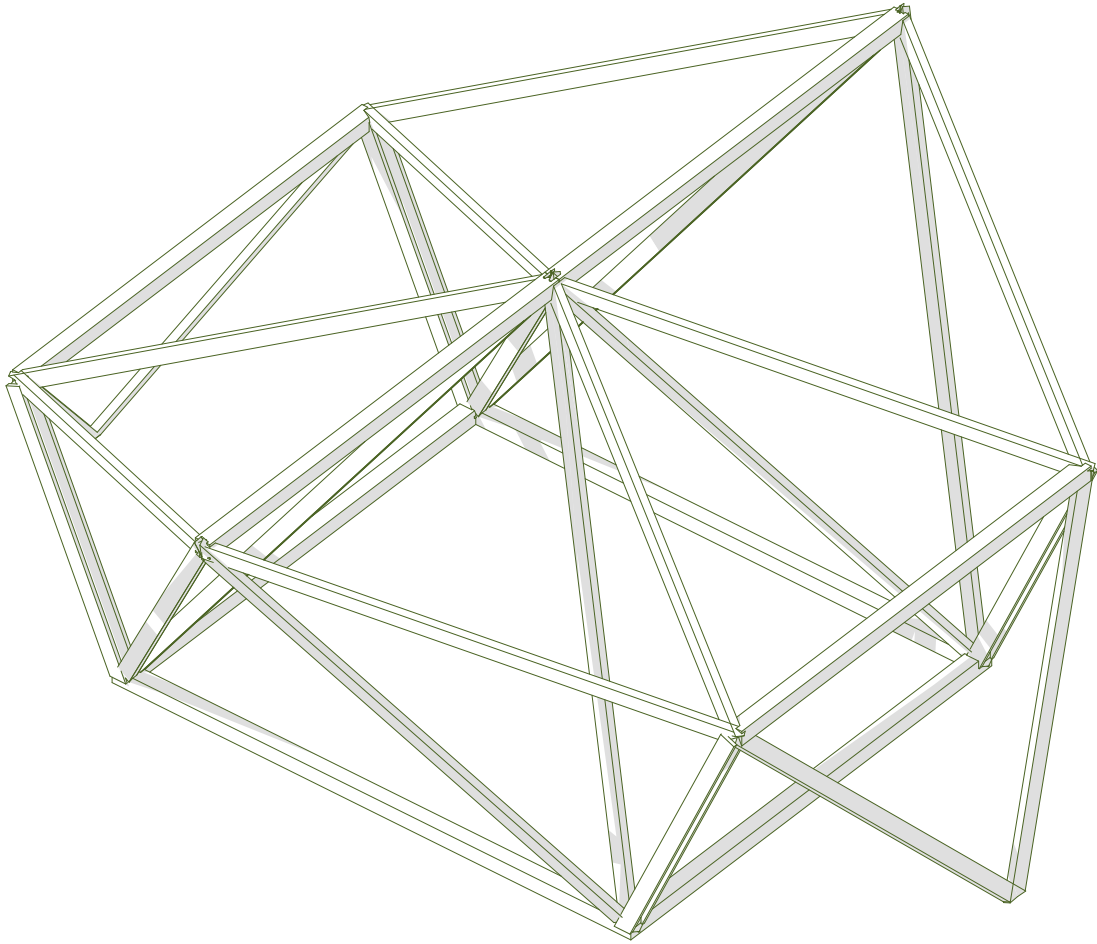
Quando a árvore é submetida a uma carga lateral, como um vento ou uma onda, metade das raízes é comprimida, enquanto a outra metade é puxada, tal como em uma treliça. Se a direção do vento se inverte - o que é comum durante um ciclone - os esforços também se invertem. Esta capacidade de absorver impactos vindos de todos os lados é o que garante ao mangue resistir melhor a estes fenômenos do que uma árvore comum de tronco axial, e é também o que permite à Casa do Canal manter-se estável no solo em caso de ciclone.

**Figura 40.** Rampas de entrada do projeto.

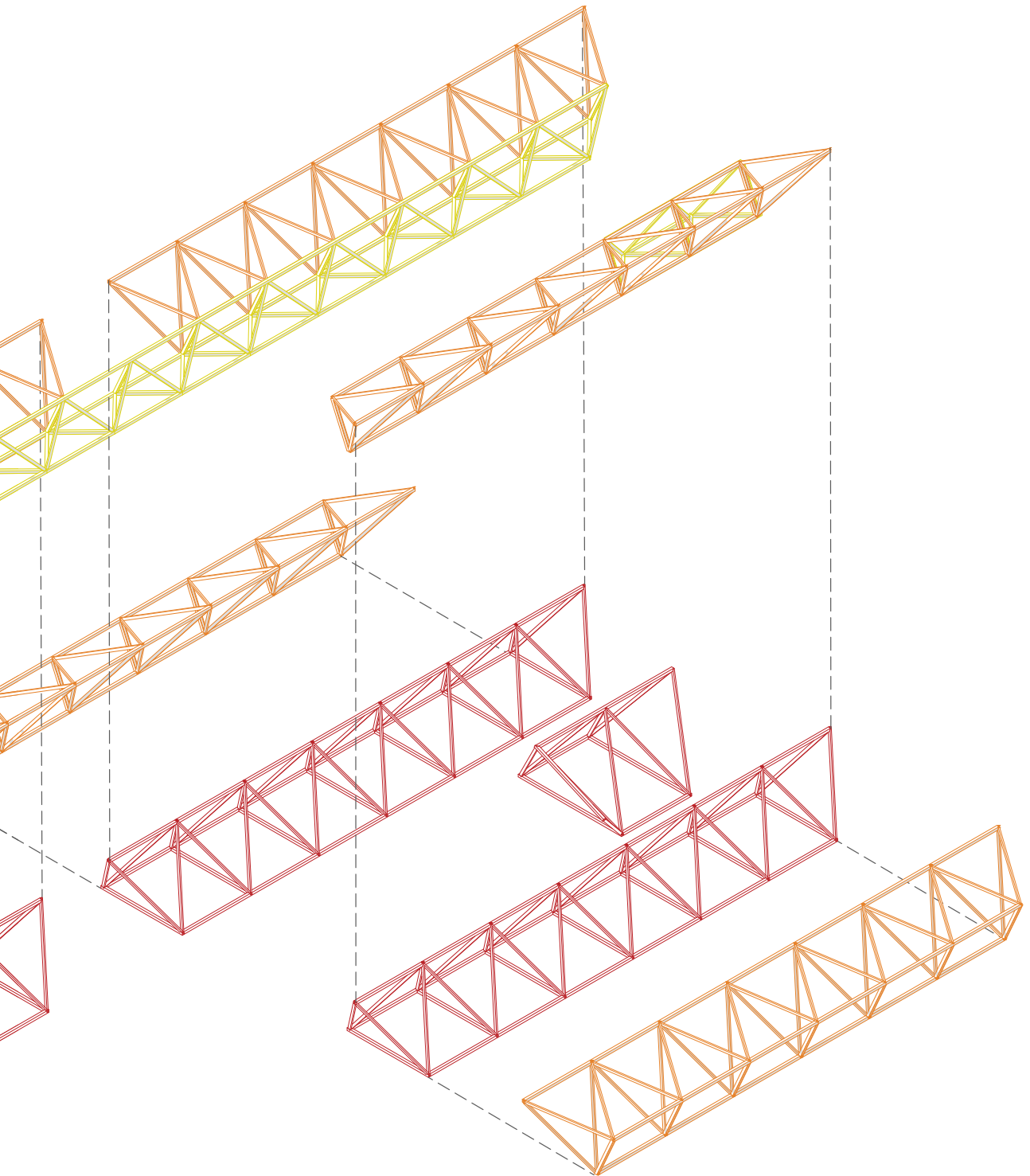
**Figura 41 (próxima página).** Conceito estrutural do projeto



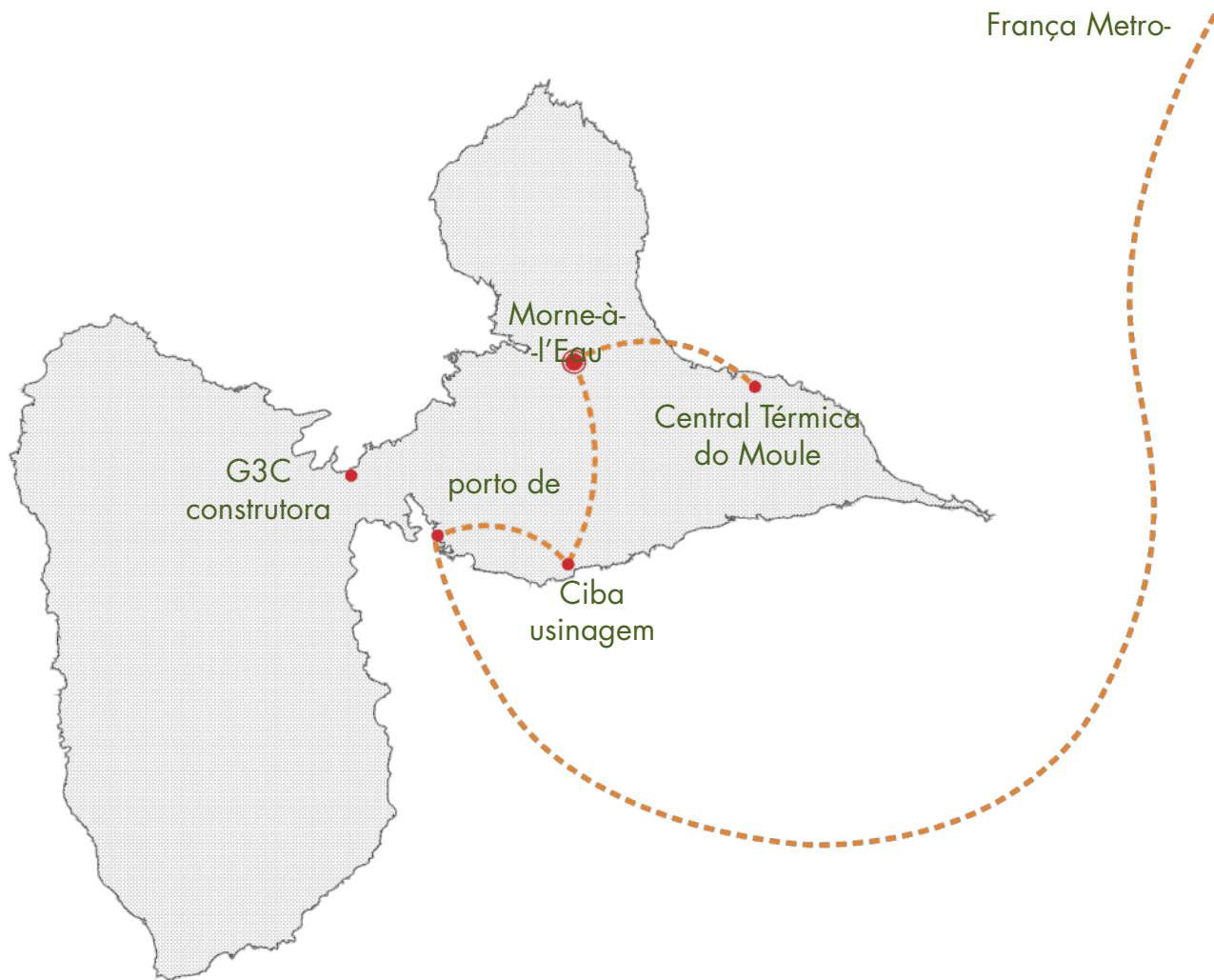
módulo-base do projeto 1:100



mangue-vermelho



composição em treliças 1:500



**Figura 42.** Caminho percorrido pela madeira, principal insumo do projeto. Sem escala.

A madeira exige uma geometria baseada em triângulos - estas estruturas precisam ser corretamente contraventadas em todos os planos para que o conjunto se torne rígido e estável. Uma das maneiras de atingir esta estabilidade é a construção de treliças espaciais, em que módulos piramidais são organizados em sequência de maneira a se comportar como uma grande viga extremamente resistente.

Na Casa do Canal este princípio é levado às últimas consequências e o próprio projeto é uma treliça. Uma não, quatro. Em todos os ambientes do projeto, o visitante se depara com pilares e vigas inclinados, que além de cumprir uma função estrutural desempenham um papel cênico - estamos aqui andando entre as raízes de um pé de mangue.

As persianas de ventilação permanente assumem um papel importante na resistência aos ciclones ao permitir o equilíbrio entre a pressão do ar no interior e no exterior do edifício. O mesmo princípio está presente no telhado laminado da recepção, que evita a exposição de uma grande superfície contínua aos ventos no espaço externo.

Guadalupe não possui hoje exploração de madeira nativa local, apesar da abundância de empresas e profissionais autônomos que usam a madeira como matéria-prima. Um estudo aprofundado realizado pelo Escritório Nacional das Florestas francês (Office National des Forêts, 2011) mostrou que existe potencial de exploração com manejo ambiental na ilha, mas que as áreas exploráveis são reduzidas em função das presença de zonas de preservação permanente e de altas declividades que dificultam o acesso na Basse Terre, e que o custo de investimento inicial seria dificilmente compensado pelos volumes eventualmente extraídos.

Assim, a madeira do projeto seria provavelmente importada da Europa, como quase 85% da madeira utilizada na ilha. Do porto de Pointe-à-Pitre, onde chegam quase todos os insumos importados, a madeira seguiria em direção à sede da Ciba, empresa especializada em usinagem de peças em madeira laminada colada em Sainte-Anne, e dali para Morne-à-l'Eau - um percurso total de cerca de 10km em caminhão.

E ao fim da vida do edifício? Talvez no futuro a prefeitura de Morne-à-l'Eau não tenha mais interesse em manter a Casa do Canal - talvez porque o projeto não atenda mais às necessidades do público, talvez os custos de manutenção estejam muito altos, talvez se trate de uma questão institucional que nada tem a ver com o edifício em si.

Algumas destas razões podem ser abordadas pelo projeto. A Casa do Canal é um edifício pensado em camadas independentes entre si - estrutura, vedações, piso e cobertura. Isto significa que qualquer um destes elementos pode ser objeto de uma manutenção preventiva ou corretiva sem implicar no comprometimento da durabilidade do projeto como um todo. Se algum elemento específico que não faça parte da estrutura principal não se comportar como esperado ou precisar substituído antes do tempo por qualquer motivo, a Casa do Canal continua de pé.

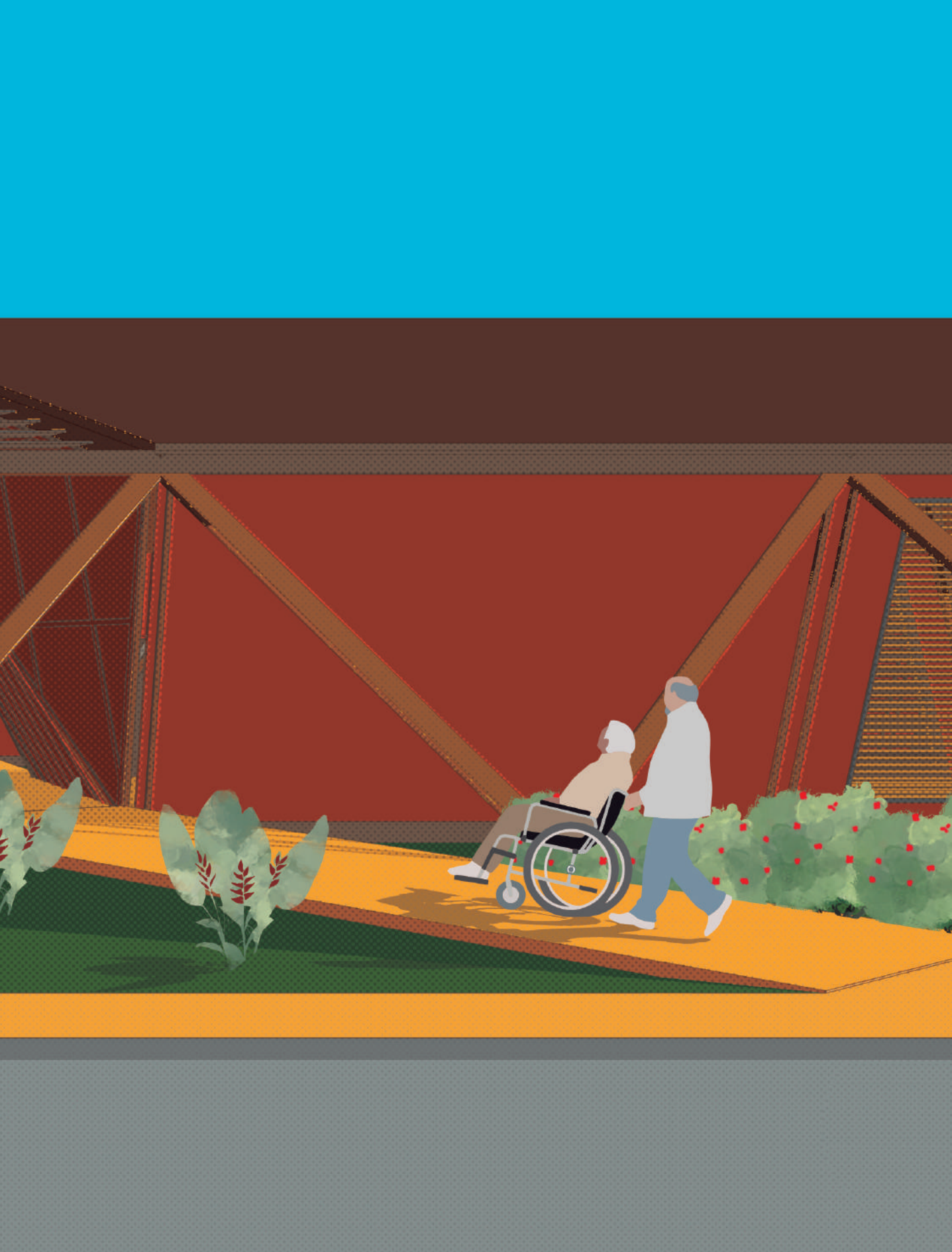
Esta independência também permite adaptações funcionais que evitarão ou ao menos postergarão a obsolescência do programa. As vedações externas são simples painéis de madeira acoplados à estrutura e podem ser rearranjados conforme a evolução das necessidades dos usuários.

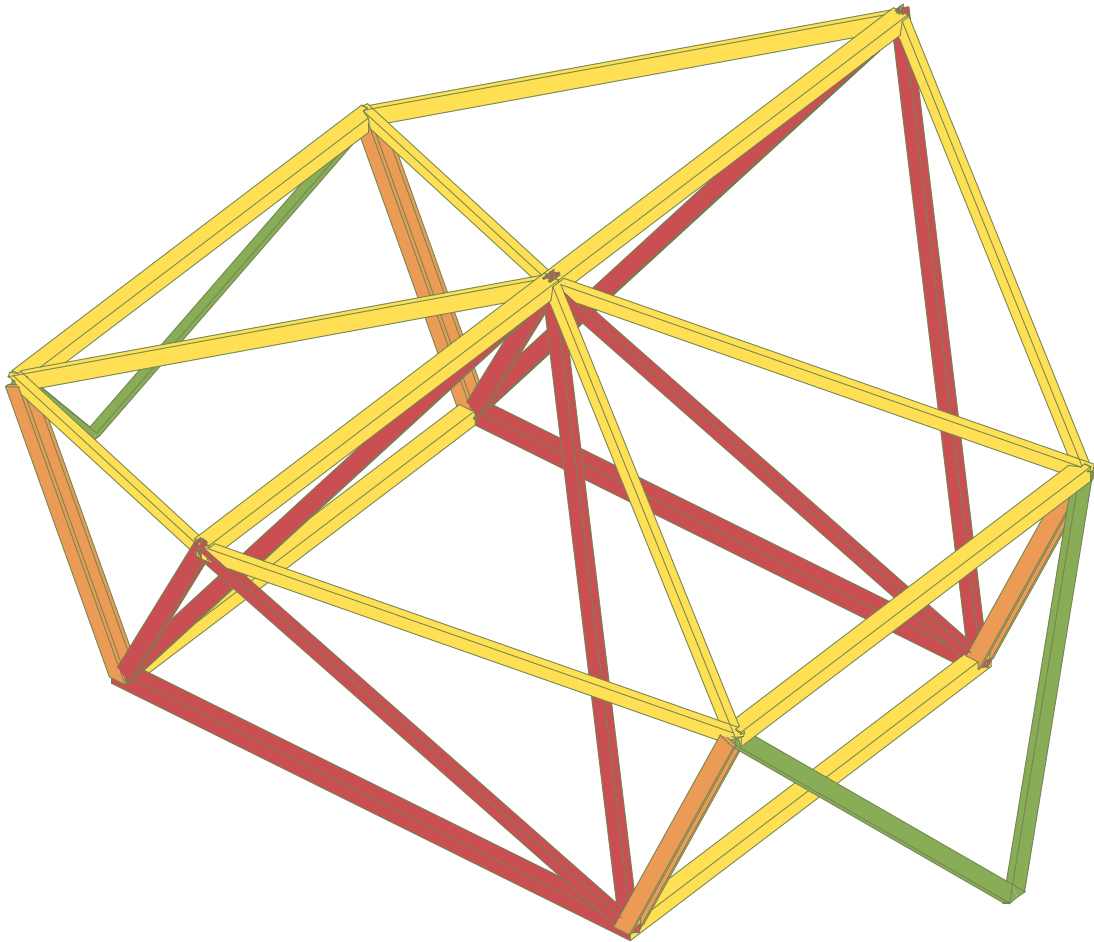
No entanto, estes são paliativos que servem apenas a adiar o fim da vida útil, mas esse dia eventualmente vai chegar. E quando isso acontecer, a Casa do Canal poderá ser desmontada (e não demolida), para que seus componentes sejam encaminhados a um destino adequado.

Após a desmontagem, a madeira poderá ser reutilizada em outras estruturas, evitando o consumo de novos recursos e a reemissão na atmosfera do carbono estocado pela fotossíntese. As peças da estrutura seguem medidas padronizadas e o único beneficiamento necessário seria a reusinagem em função dos encaixes do novo projeto. Caso isso não seja possível, o destino final do recurso seria a incineração para recuperação da energia incorporada, uma alternativa que por um lado liberaria o carbono estocado no material na atmosfera, mas por outro também evitaria a queima de combustíveis fósseis para a produção de uma quantidade equivalente de energia.

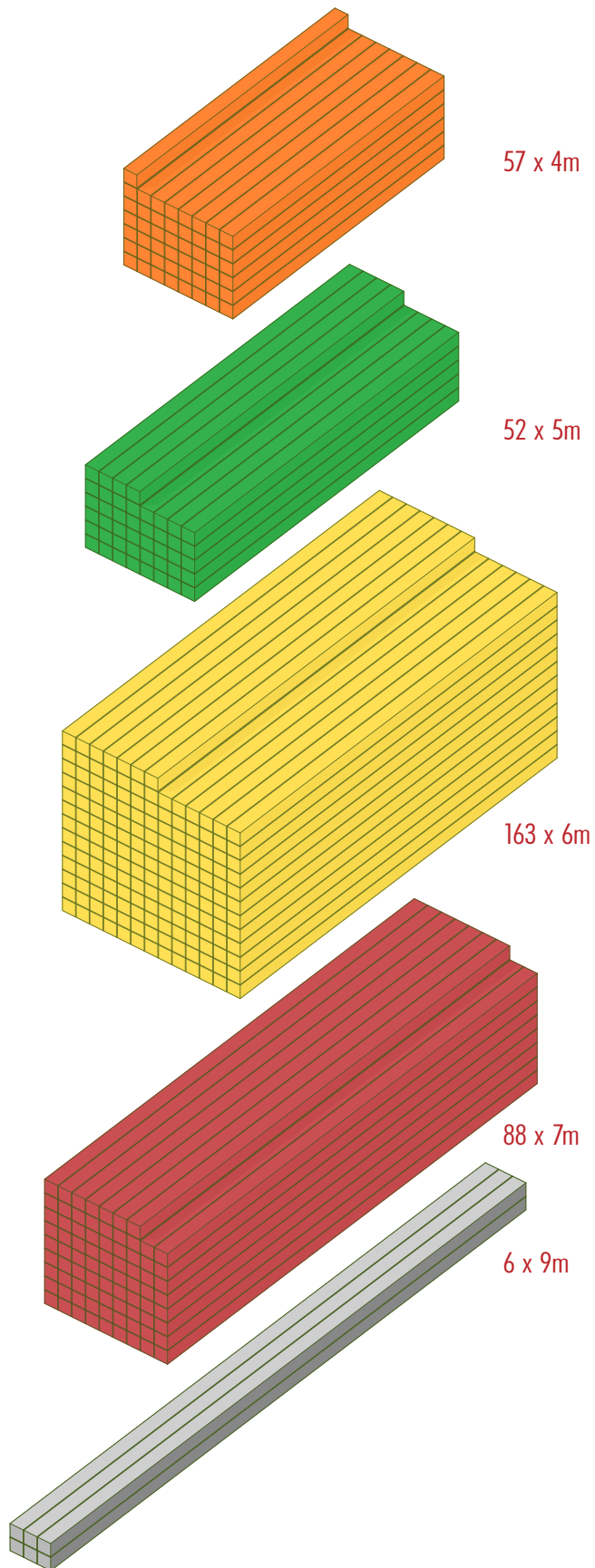
**Figura 43.** Rampas de entrada do projeto - a elevação da laje não compromete a acessibilidade.

**Figura 44 (próxima página).** Padronização dos componentes da estrutura.





padronização das barras em um módulo



barras utilizadas no projeto



**análise global pelo  
método ACV**



Com o objetivo de quantificar o impacto das decisões de projeto apresentada nos capítulos anteriores, foi desenvolvido um estudo do edifício pelo método ACV apresentado pela norma ISO 14040<sup>52</sup>. Este estudo foi realizado de maneira simplificada, uma vez que o nível de detalhamento do projeto apresentado não permite ainda o levantamento do volume exato de todos os insumos utilizados e que os processos de manufatura dos fornecedores e da construção da obra podem apresentar divergência em relação aos dados utilizados.

A análise focou no ciclo de vida dos materiais e no uso, deixando de fora das estimativas as emissões de carbono relativas aos deslocamentos gerados ou impactados pelo projeto ou ainda o uso. Para tanto, seriam necessários dados aos quais não foi possível ter acesso durante a elaboração do trabalho, como a frequência dos equipamentos culturais existentes, pesquisas de origem-destino entre Morne-à-l'Eau e as cidades vizinhas, e composição da matriz elétrica de Guadalupe. É possível que o projeto, em conjunto com os outros equipamentos propostos pelo plano urbanístico da prefeitura, acabe por incentivar deslocamentos de carro a partir das cidades vizinhas, e neste caso seria necessário incluir no plano urbanístico em estudo um aumento na oferta de transporte coletivo intermunicipal para absorver este volume.

Para a realização do inventário de ciclo de vida dos materiais optou-se por limitar os impactos analisados às emissões de carbono equivalentes como forma de simplificar o processo, retomando o argumento apresentado no capítulo 1 de que este valor é um ótimo indicador de outras categorias<sup>53</sup>.

Foram considerados dentro dos limites do sistema a produção de todas as matérias primas, alimentação energética da fábrica, transporte entre fornecedores e local de produção, transporte até o local de projeto, gasto energético para construção da obra, fim da vida das embalagens, gasto energético para manutenção/substituição de componentes e para a desconstrução/demolição, transporte até o local de aterro/reciclagem/incineração ao fim da vida e a energia recuperada a partir destes processos.

Todos estes dados foram coletados na base francesa INIES<sup>54</sup>, uma iniciativa da Alliance HQE-GBC - parceria entre atores do setor da construção civil francesa e o Ministério da Transição

52. NBR 14040, op. cit.

53. STRAND AANSEN apud BERGE, op. cit.

54. Disponível em: < <https://www.base-inies.fr/iniesV4/dist/consultation.html>>

**Figura 45.** Cálculo de ACV do projeto. Elaboração própria a partir de dados da base INIES (dados quantitativos sobre as emissões) e informações encontradas na página de fabricantes locais na internet (procedência/espécie de madeira utilizada). Distâncias de transporte calculadas a partir do Google Maps e volume de insumos calculado a partir de modelagem BIM.

Ecológica. Nela, fabricantes oferecem descrições detalhadas dos impactos ambientais de seus produtos, separadas por categorias - etapa de produção, etapa de construção, etapa de uso (manutenção ou carbonatação do concreto, por exemplo) e de fim de vida -, considerando as condições reais em que eles são produzidos, além de apresentar informações como dimensões e peso dos produtos, ou a composição exata destes. Para os produtos que ainda não tenham nenhuma declaração de fabricante, o Ministério disponibiliza fichas com dados estimados. As fichas comportam ainda uma categoria extra que contabiliza possíveis efeitos positivos posteriores ao fim do ciclo de vida do material, como a redução de emissões na extração de novas matérias primas, no caso de insumos recicláveis, ou a economia de combustíveis fósseis decorrente da valorização energética de produtos de origem vegetal.

As emissões de transporte entre os locais de produção e o projeto e entre o projeto e os locais de descarte foram estimadas a partir das distâncias e prováveis meios de deslocamento utilizados. Considerou-se que deslocamentos intercontinentais seriam realizados por via marítima e deslocamentos terrestres por meio de caminhões e os valores de referência para emissões de cada meio de transporte foram retirados de McKinnon (2007)<sup>55</sup>. Não foi possível obter informações exatas sobre a procedência da madeira utilizadas por todos os fabricantes, no entanto estas foram ponderadas conforme o tipo de madeira utilizada - espécies de madeira resinosa são provavelmente originárias de florestas na França Metropolitana e a madeira tropical é proveniente da Guiana Francesa. Considerou-se também que todos os produtos de madeira ou de concreto estão a um raio de 5km do seu destino final - aterro, incineração ou reciclagem - excetuando-se o aço e o vidro, que retornam à sua indústria de origem na França Metropolitana para ser reciclado.

Quando possível, preferiu-se fabricantes que trabalhem com madeira tropical, mas para a grande maioria de produtos só foram encontrados fornecedores que utilizam madeira resinosa. A ilha não possui produção própria de aço nem vidro e o concreto produzido em Guadalupe utiliza clínquer importado da Venezuela<sup>56</sup>.

55. MCKINNON, Alan. **CO<sub>2</sub> emissions from freight transport: an analysis of UK data.** In: Logistics Research Network-2007 Conference Global Supply Chains: Developing Skills, Capabilities and Networks. 2007.

56. ERNATUS, Hélène. **Performance des entreprises dans une petite économie insulaire de la Caraïbe: le cas de la Guadeloupe.** 2009. Tese de Doutorado. Université Panthéon-Sorbonne-Paris I.

Categoria	Insumos	Quantidade	UF	Peso (t)	Vida Útil (anos)	Origem
Estrutura	Madeira Laminada Colada (Pinus)	516,0	m <sup>3</sup>	283,8	100,0	Borde
Vedações	Painéis em Madeira	954,0	m <sup>2</sup>	7,1	50,0	Polôn
Esquadrias	Parede Cortina	61,0	m <sup>2</sup>	2,9	30,0	Muni
	Persianas madeira	121,5	m <sup>2</sup>	0,6	40,0	Guiar
	Janelas	18,0	m <sup>2</sup>	0,9	30,0	Abym
	Portas madeira	39,0	m <sup>2</sup>	2,0	35,0	Guiar
Telhado	Brise em madeira	63,2	m <sup>2</sup>	0,3	40,0	Nante
	Manta Termoplástica	477,0	m <sup>2</sup>	0,1	30,0	Abym
	Placas OSB	954,0	m <sup>2</sup>	7,1	50,0	Polôn
	Isolamento térmico fibra de coco	477,0	m <sup>2</sup>	8,3	30,0	Abym
Pisos	Terraço em madeira	1349,0	m <sup>2</sup>	84,1	100,0	Nante
Guarda-corpos	Guarda-corpo em madeira	162,0	m	1,3	60,0	Guiar
Fundações	Perfis de aço	131,9	kg	0,1	100,0	Nante
	Estacas de concreto armado	516,0	m <sup>3</sup>	1242,0	100,0	Venez
	Muros de arrimo em concreto	129,0	m <sup>2</sup>	84,0	100,0	Local
Paisagismo	Pavimentos	402,0	m <sup>2</sup>	261,7	100,0	Local
	TOTAL(kg)			1986,3		

em	Manufatura	Transporte	Construção	Utilização	Transporte	Fim de vida	Próx Ciclos	TOTAL (kg)
eaux	-402511,2	15241,6	4216,0	0,0	88,0	417992,4	-40664,0	-5637,1
nia	-10398,6	381,2	1402,4	0,0	2,2	10589,4	-2327,8	-351,2
que	1116,3	156,9	239,1	1,0	0,9	945,5	-352,0	2107,8
na Francesa	-2575,8	7,8	348,7	0,0	0,2	1324,4		-894,7
nes	1159,2	0,3	144,5	1,1	0,3	588,6	-541,8	1352,2
na Francesa	1146,6	25,7	315,9	94,2	0,6	2000,7		3583,7
es	-4256,1	17,0	1024,5	0,0	0,1	7652,0		4437,6
nes	2876,3	0,0	226,6	0,0	0,0	12,8		3115,7
nia	-10398,6	381,2	1402,4	0,0	2,2	10589,4	-2327,8	-351,2
nes	-9015,3	2,6	586,7	0,0	2,6	9349,2	-1078,0	-152,3
es	-104952,2	4518,3	-2900,4	0,0	26,1	121544,9	-26845,1	-8608,4
na Francesa	-21222,0	16,3	5945,4	0,0	0,4	18306,0		3046,1
es	207,1	7,1	52,8	0,0	7,1	8,2	-92,3	189,8
zuela	85140,0	8774,1	21310,8	-371,5	385,0	2781,2	-4045,4	113974,2
	0,0	0,0	2644,5	-203,2	26,0	77,4	-446,3	2098,4
	0,0	0,0	0,0	-633,2	81,1	241,2	-1390,9	-552,0
	-473684,3	29530,0	36959,9	-1111,6	622,8	604003,3	-80111,4	117358,5

Foi considerada uma vida útil do edifício de 50 anos, e os impactos definidos pelas fichas INIES foram balanceados proporcionalmente à sua vida útil individual de cada insumo. As fichas trabalham com um cenário provável de fim de vida do material que, no caso da madeira estrutural, por exemplo, corresponde a 67% do volume destinado à reciclagem, 16% à valorização energética e 17% ao aterramento.

Considerou-se também que os pavimentos exteriores e os muros de arrimo que compõem o paisagismo seriam fabricados no próprio local a partir da reciclagem do agregado retirado da demolição do abatedouro e da desimpermeabilização do terreno. Para as estacas, foi considerado concreto armado novo, devido às maiores exigências estruturais a que o material estaria submetido nesta categoria de componentes.

Por fim, o isolamento da cobertura é proposto em painéis de fibra de coco devido à alta disponibilidade da fruta no local e do comprovado desempenho do material em climas tropicais. A base INIES não conta com dados para este material, e por isso foram utilizadas aproximações a partir da ficha de declaração de painéis de isolamento em lã vegetal de madeira.

O resultado final não deve ser tomado como absoluto, uma vez que depende em grande parte da metodologia utilizada, da precisão dos dados e dos limites estabelecidos para o sistema. No entanto, ainda que simplificada, a ACV comprova alguns pontos importantes levantados no início do trabalho, e coloca outros em discussão para projetos futuros.

Em primeiro lugar vê-se o papel da madeira na mitigação das emissões totais do projeto. Praticamente todos os insumos de origem vegetal têm um saldo negativo de emissões ao fim do seu ciclo de vida - os que não têm são aqueles cujo fabricante não contabilizou benefícios posteriores ao fim do ciclo de vida do material. Isto significa que eles estocam mais carbono do que emitem, mesmo quando considerado que a energia incorporada em sua composição será quase que inteiramente liberada no fim da sua vida útil, e que o recurso será importado de outro continente.

Em segundo lugar, conclui-se que a alta dependência do mercado europeu tem graves consequências para Guadalupe não

somente no plano econômico mas também no ambiental. Quase 21t de gás carbônico equivalente são emitidas durante o transporte dos insumos, dos quais mais de 98% relativos ao transporte intercontinental entre a ilha e a metrópole. Se as ilhas antilhas e países próximos - como a Guiana Francesa e Honduras, territórios com grande extensão de áreas florestais exploráveis - conseguissem estruturar uma cadeia produtiva sólida em torno da madeira tropical, seria possível inverter o saldo negativo de emissões do edifício, que passaria a estocar quase 10t de carbono em suas paredes.

Um terceiro ponto que se destaca é a contribuição desproporcional das emissões relativas à produção do vidro no balanço final. Embora respondam por apenas 3% do peso de insumos totais, são quase 15% das emissões totais - em grande parte causadas pela fase de extração, de alto consumo energético, e a baixíssima taxa de reciclagem no cenário projetado para este produto de acordo com as possibilidades no mercado francês (apenas 5%). Este dado mostra que, embora ao longo do desenvolvimento do trabalho tenha-se focado mais no papel do concreto e do cimento nas emissões do setor construtivo, outros materiais podem ser iguais ou piores que ele. Além disso, aqui não foram contabilizadas as emissões relativas ao consumo energético do edifício, mas construções com grandes superfícies envidraçadas estão associadas a um alto consumo energético devido à baixa capacidade de isolamento do material, que faz com que em países quentes seja necessário mais ar-condicionado, e em países frios, mais aquecimento do que em uma construção tradicional.

O concreto tem a vantagem de ser amplamente difundido em quase todo o planeta e quase sempre ser um material disponível localmente. Os dois pontos críticos do seu ciclo de vida são em primeiro lugar a queima do clínquer, e em segundo a energia demandada pelas máquinas no momento da construção. A reciclagem do concreto como agregado é uma alternativa ao primeiro e deve ser incentivada para usos em que a exigência de performance for menor. Mesmo em um futuro utópico em que todos os novos edifícios passem a serem construídos em madeira, restará o problema do que fazer com os componentes das construções atuais, que chegarão ao fim de sua vida, e o concreto não é biodegradável, o que exige pensar também no que fazer com ele.

Os resultados mostram que de maneira geral o projeto atendeu aos objetivos propostos no início do trabalho, sem por isso deixar de lado a qualidade arquitetônica do espaço. A construção de um edifício exemplar em madeira poderia influenciar positivamente a opinião local sobre o material, revertendo a ideia de que a madeira é sinônimo de precariedade e fragilidade face aos riscos naturais. A visibilidade dada a este recurso também poderia estimular economicamente os artesãos que trabalham com madeira na ilha e contribuir futuramente à formação de uma economia da madeira em escala caribenha, como já levantado previamente.

Construir ecologicamente é, além de construir um edifício, construir uma mentalidade. Em Guadalupe, isto não parece impossível, e a cultura da casa crioula abre portas a este objetivo. No Brasil ou em outros países, os caminhos podem ser outros, mas o princípio segue o mesmo - construir de maneira a atender às necessidades do presente, sem por isso comprometer as necessidades do futuro.







## conclusão

O presente trabalho buscou responder à questão de como projetar levando em conta o impacto de todo o ciclo de vida do edifício no momento da concepção. Em um primeiro momento, foi realizada uma revisão bibliográfica que permitiu o levantamento de hipóteses projetuais que foram posteriormente confrontadas a um território específico, o da ilha de Guadalupe. Ali, o estudo da cultura e da arquitetura locais permitiram situar a proposição e compreender o que seria uma prática de projeto sustentável neste contexto particular, materializada no projeto da Casa do Canal.

O trabalho contribui à discussão da sustentabilidade dentro da prática de arquitetura mostrando como ela pode ser introduzida no processo de concepção: não através de imensas tabelas quantitativas e simulações em softwares elaborados, mas como simples princípios de projeto que guiarão as escolhas às quais o arquiteto naturalmente será confrontado durante o processo. A análise realizada no último capítulo traz a confirmação de que os princípios propostos no início do trabalho e as intervenções decorrentes deles se refletem em uma melhora significativa e palpável nas emissões de carbono do edifício. A ACV não deve engessar o processo criativo, mas fornecer ao arquiteto um parâmetro para avaliar se está no caminho certo ou não.

Da análise conclui-se também que o objetivo de construir de maneira sustentável não é inconsistente com o de oferecer espaços de qualidade para atender ao programa. No caso da Casa do Canal, pelo contrário, as duas coisas caminharam juntas - a escolha da madeira como material principal, inicialmente motivada por questões ambientais, trouxe ao edifício uma dimensão simbólica por sua relação com os saberes vernaculares da ilha, e incitou o desenvolvimento de uma geometria triangular capaz de resistir aos riscos naturais, que tornou-se o centro da identidade do projeto.

Por fim, o trabalho mostra a importância de uma visão ampla das muitas cadeias produtivas que se entrecruzam com a arquitetura na tomada de decisões mais bem-informadas no momento do projeto. Para tal, o desenvolvimento de uma base de dados a exemplo da INIES contendo fabricantes e produtos brasileiros seria extremamente benéfica à prática da arquitetura sustentável no país.

Um caminho possível de continuidade ao trabalho seria a complementação da Análise de Ciclo de Vida realizada com estudos sobre o uso e o impacto nos deslocamentos gerado pelo projeto, aqui deixada de fora pela inacessibilidade de dados adequados a este cálculo. Ainda existem poucas iniciativas de aplicação da ACV na escala urbana, mas com a intensificação das demandas climáticas este avanço começa a fazer-se necessário.

O procedimento apresentado no trabalho também pode ser replicado em outros projetos, considerando diferentes condições climáticas, culturais, programáticas e disponibilidades de materiais. Este gesto permitiria a partir do confronto dos projetos inferir se existem princípios universalizáveis dentre os propostos no início do trabalho, e quais são eles.

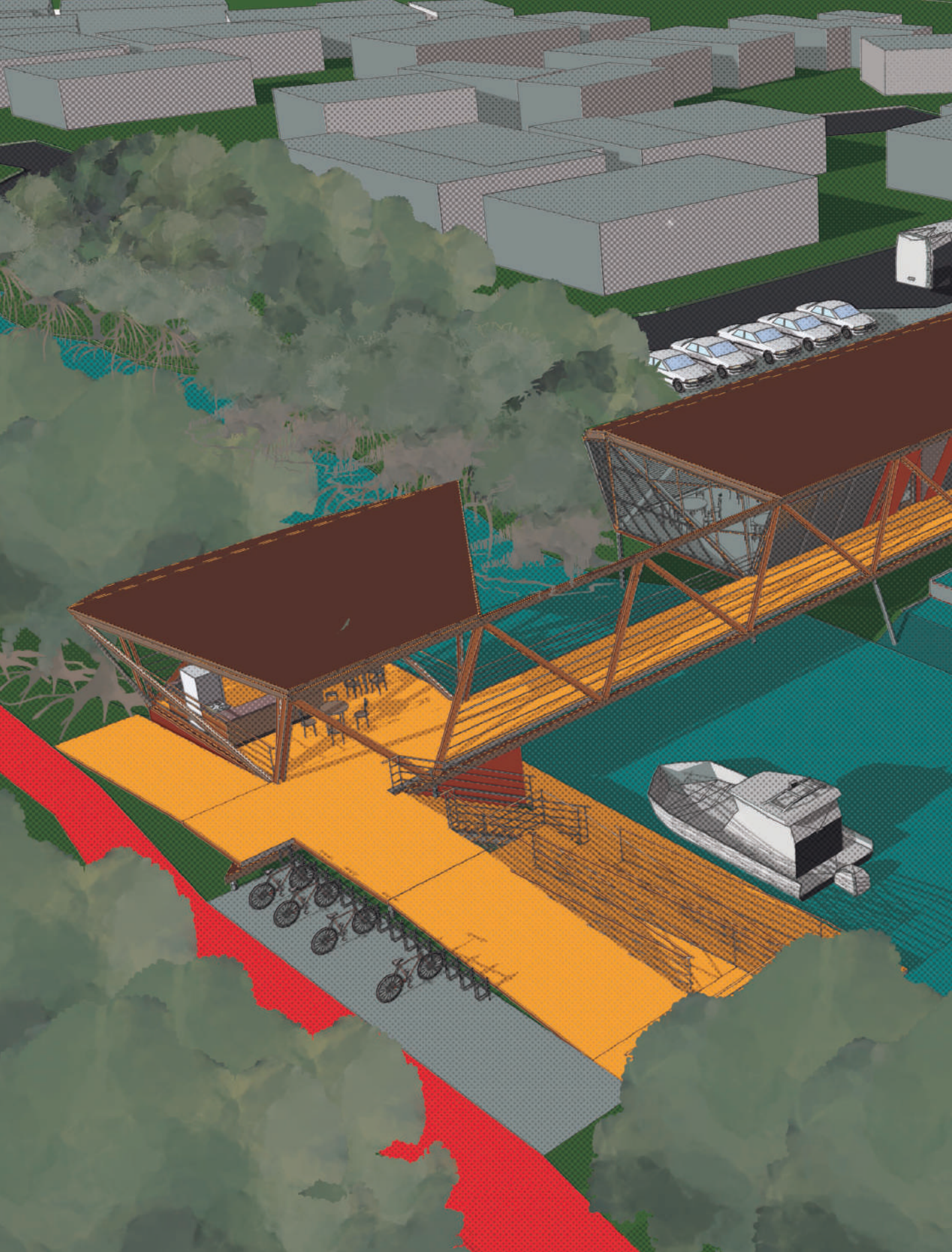


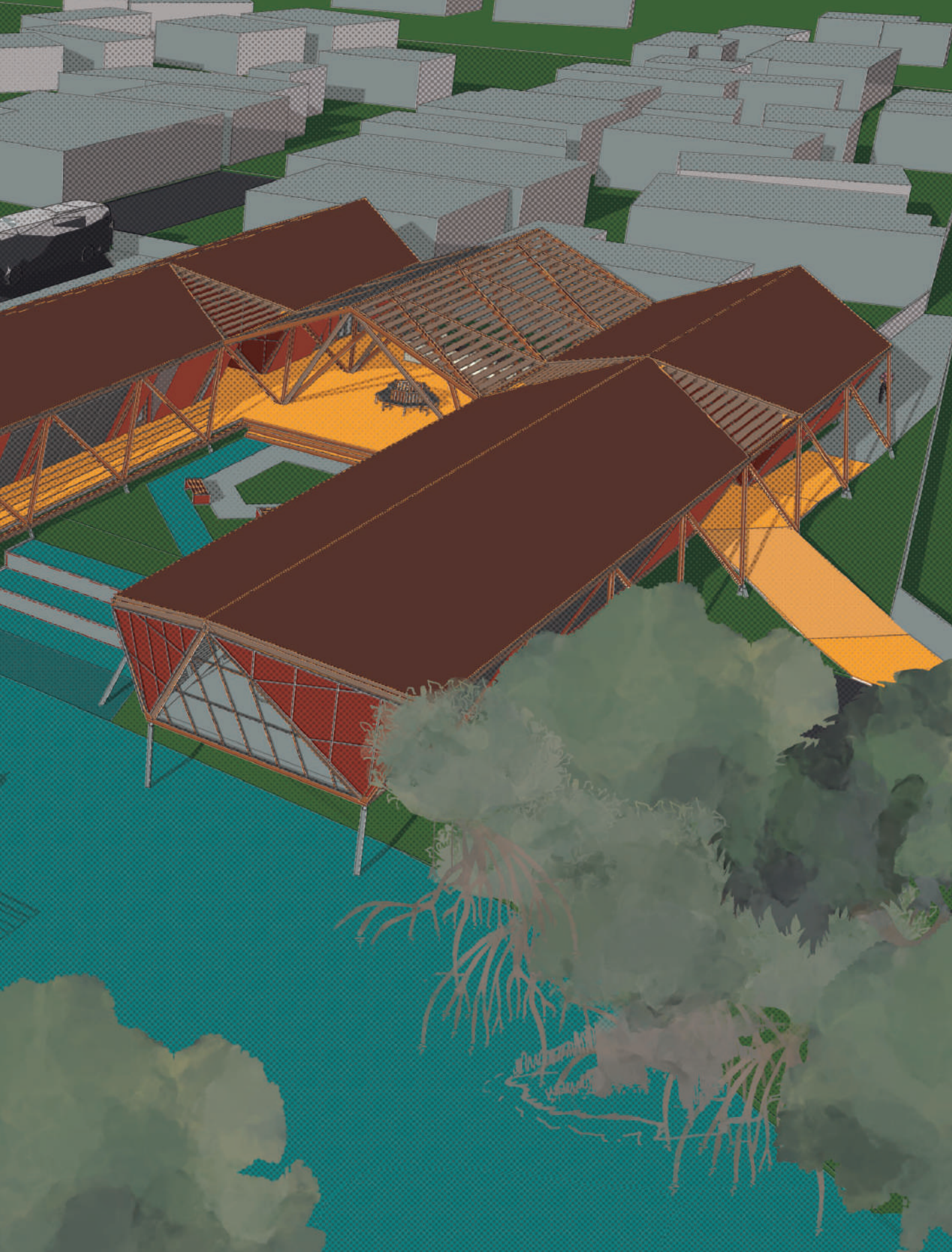
## notas finais

Construir de maneira sustentável não é uma tarefa fácil, mas está ao alcance dos arquitetos e é uma necessidade urgente. A Casa do Canal levanta questionamentos tanto de ordem ambiental quanto espacial e incarna o papel mediador do arquiteto, responsável por responder muitas vezes a demandas bastante diversas entre si com um mesmo projeto.

A Casa do Canal não é o fim da cidade nem o início da natureza, mas precisamente o lugar em que os limites entre as duas se confundem, e toda a sua concepção exprime esta vontade de simbiose. A abordagem multiescalar assumida pelo projeto permitiu manter uma coerência global com os princípios que nortearam o trabalho desde a inserção urbana - com a valorização dos deslocamentos pedestres e marítimos - até o detalhe arquitetônico, na concepção estrutural baseada na árvore do Mangue e a desmontabilidade do projeto.

Este trabalho trata de um projeto acadêmico, que responde às exigências específicas de um TFG, mas também exprime uma visão pessoal de arquitetura que pretendo levar para minha prática profissional após a graduação. Foi um pouco por acaso que escolhi Guadalupe - até posso dizer que foi ela que me escolheu, de certa forma, mas enquanto estudante brasileira na França trabalhar neste território permitiu questionar o olhar eurocêntrico com que muitas vezes se abordava o projeto lá. E, ao retornar ao Brasil, a finalização do TFG tornou-se uma oportunidade de trazer para a FAU contribuições do que aprendi na ENSAG. Vejo, portanto, este TFG como um ponto de diálogo intenso entre as duas escolas e fico muito feliz de ter a oportunidade de articular isso de alguma maneira, ainda que dentro dos limites de um trabalho de graduação.





## bibliografia

ADALBERTH, Karin. Energy use in four multi-family houses during their life cycle. *The International Journal of Low Energy and Sustainable Buildings (Online)*, v. 1, 1999.

ANINK, David et al. *Handbook of sustainable building: an environmental preference method for selection of materials for use in construction and refurbishment*. London: James & James, 1996.

BERGE, Bjørn. *Ecology of building materials*. Routledge, 2007.

BERTHELOT, Jack. *L'habitat populaire aux Antilles*. Paris: Éditions Caribéennes, 1982.

CARDOSO, Mario. Ações da Indústria em ACV. In: *O Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida e as Políticas Públicas Nacionais*. Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV), Brasília, 2015.

CORNELLY, Willy. Entrevista oral concedida à autora durante visita de campo. Morne-à-l'Eau, 2022.

DE LACAZE, Thierry. Caractérisation de particularités environnementales liées au développement durable en Guadeloupe: conceptions d'acteurs locaux. Contextes et didactiques. *Revue semestrielle en sciences de l'éducation*, n. 6, 2015.

FUMEY, Clementine; HAOUR, Baptiste. Anticiper les Conséquences des Catastrophes dans la Caraïbe : La "reversibilité" pour accueillir les sinistrés en Guadeloupe. 2018. Trabalho Final de Graduação apresentado à École Supérieure d'Architecture de Grenoble (ENSAG).

GIORDANI, Jean-Pierre. L'avenir du «Lakou» et de la case guadeloupéenne: Reconnaître l'originalité de la morphologie de l'habitat. In: Les Annales de la Recherche Urbaine. Persée-Portail des revues scientifiques en SHS, 1996. p. 109-118.

GOLDEMBERG, José; AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. O desafio da sustentabilidade na construção civil. Editora Blucher, 2011.

GRAVA, Axel et al. Morne-à-l'Eau - Rapport de Visite de Terrain. Concours Capitale Française de la Biodiversité. Paris, 2018.

ERNATUS, Hélène. Performance des entreprises dans une petite économie insulaire de la Caraïbe: le cas de la Guadeloupe. 2009. Tese de Doutorado. Université Panthéon-Sorbonne-Paris I.

IMBERT, Daniel. Impact des ouragans sur la structure et la dynamique forestières dans les mangroves des Antilles. Bois et forêts des Tropiques, 2002.

JEDLICKA, Wendy. Packaging sustainability: tools, systems and strategies for innovative package design. John Wiley & Sons, 2009.

JOHN, Vanderley Moacyr et al. Durabilidade e Sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira. In: Workshop sobre durabilidade das construções. 2001.

LAHAYE, Alexandre; MARTINEZ, Gauthier; SAULNIER, Steven. La Pêche-rie Fidelin. 2016. Trabalho Final de Graduação apresentado à École Supérieure d'Architecture de Grenoble (ENSAG).

LAZZERI, Yvette; MOUHOUD, El Mouhoub. Prospective territoriale en terre de développement durable: une application à la région Guadeloupe. *Études caribéennes*, n. 16, 2011.

MENET, Jean-Luc; GRUESCU, Ion Cosmin. *L'éco-conception dans le bâtiment: en 37 fiches-outils*. Dunod, 2014.

MUMOVIC, Dejan; SANTAMOURIS, Mat (Ed.). *A Handbook of Sustainable Building Design and Engineering: An Integrated Approach to Energy, Health and Operational Performance*. Routledge, 2013.

PATIN, Bernard. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR). Paris, 2012.

PAVIOL, Sophie. Cycles typologiques climatiques de l'architecture moderne en Guadeloupe. In: *Architecture en milieu tropical. Construire le paysage, entre pratique et recherche*. Éditions de l'Espérou, 2019. p. pp. 68-85.

PAVIOL, Sophie. Ali Tur, une architecture moderne reconstruit la Guadeloupe. In: *Séquences d'Architecture. Conferência. 19 de março de 2015, Grenoble, França*.

PERYSINAKI, Alikí Myrto. Évolution des publications autour de l'architecture durable. *Les Cahiers de la recherche architecturale et urbaine*, n. 26/27, p. 66-75, 2012.

PEUPOORTIER, Bruno. *Éco-conception des ensembles bâtis et des infrastructures*. Presses des Mines, 2013.

PUNHAGUI, Katia Regina García. Potencial de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y de la energía incorporada en la construcción de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera. 2014. Tese de Doutorado. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

Prefeitura de Morne-à-l'Eau, 2018. Diagnostic de l'écoquartier Coeur de Grippon : diag économie, habitat indigne, HQE, mobilité, paysage, urbanisme. Documento de ordem confidencial concedido à autora.

Université des Antilles, 2019. Changement Climatique et Conséquences sur les Antilles Françaises. Atlas online. Disponível em: <<https://c3af.univ-montp3.fr/2-partenaires.html>>

VERNET, Estelle; sob direção de PAVIOL, Sophie. Culture du risque cyclonique en Guadeloupe: histoire, pensées et représentation. Grenoble: 2021. Dissertação de Master 1. École Nationale Supérieure de Grenoble.

VERNET, Estelle; sob direção de PAVIOL, Sophie e THEPOT, Patrick. S'inscrire dans une continuité culturelle Guadeloupéenne : habiter avec les espèces végétales. Grenoble: 2022. Trabalho de Conclusão de Curso com menção pesquisa. École Nationale Supérieure de Grenoble.





