

# Solução conjugada de construção tradicional e tecnologia modular para bairros informais sustentáveis em Cabo Verde

## *A combined solution of traditional construction and modular technology for sustainable informal settlements in Cape Verde*

[10.29073/rae.v3i1.900](https://doi.org/10.29073/rae.v3i1.900)


**Recebido:** 6 de março de 2024.

**Aprovado:** 21 de outubro de 2024.

**Publicado:** 3 de fevereiro de 2025.

**Autor/a 1:** Felisberto Cortês, Mario Teixeira Cortês e Eugenia Lopes da Veiga, Portugal, [felisbertocortes@me.com](mailto:felisbertocortes@me.com).

**Autor/a 2:** Manuel Guedes , Instituto Superior Técnico, Portugal, [manuel.guedes@tecnico.ulisboa.pt](mailto:manuel.guedes@tecnico.ulisboa.pt).

**Autor/a 3:** Nuno de Almeida , Instituto Superior Técnico, Portugal, [nunomarquesalmeida@tecnico.ulisboa.pt](mailto:nunomarquesalmeida@tecnico.ulisboa.pt).

**Autor/a 4:** Elvis Chantre , Universidade de Cabo Verde, Cabo Verde, [elvis.chantre@docente.unicv.edu.cv](mailto:elvis.chantre@docente.unicv.edu.cv).

### Resumo

Segundo o UN-Habitat 2017, mais de mil milhões de pessoas nos países em desenvolvimento carecem de abrigo adequado para se desenvolverem com dignidade. Destes, aproximadamente cem milhões não têm abrigo ou vivem em más condições de habitabilidade. Infelizmente, a cidade da Praia, em Cabo Verde, não é exceção. Na cidade da Praia, embora tenha havido avanços e recuos neste contexto, a verdade é que, nos últimos 20 anos, a percentagem da população que vive em más condições habitacionais aumentou significativamente. As dificuldades habitacionais e a proliferação de bairros informais estão cada vez mais presentes. As famílias constroem abrigos que não as beneficiam. Nem elas, nem a cidade que as acolheu.

Este artigo apresenta um estudo sobre uma solução de habitação sustentável, com terra, para os bairros informais da cidade da Praia, que se constitui como uma abordagem inovadora para a problemática mencionada, centrada na combinação da nova tecnologia modular com soluções de construção tradicional. Apresenta-se o conceito, simula-se e demonstra-se a aplicabilidade desta nova abordagem na melhoria das condições de habitabilidade dos bairros informais da cidade da Praia. O estudo inclui uma simulação em Rhino 3D + Grasshopper e a reinterpretação do conceito de habitação tradicional cabo-verdiana associada à técnica de construção em superadobe.

**Palavras-Chave:** Bairros Informais; Cidade da Praia; Construção Modular; Habitação Sustentável; Superadobe.

### Abstract

According to UN-Habitat 2017, more than one billion people in developing countries do not have adequate shelter to develop with dignity. Almost a hundred million of these people are homeless or live in precarious housing conditions. Unfortunately, the city of Praia in Cape Verde is no exception. In the city of Praia, although there have been advances and setbacks in this context, the truth is that, over the last 20 years, the percentage of the population living in poor housing conditions has increased significantly. Housing problems and the proliferation of informal neighborhoods are increasingly present. Families build shelters that don't benefit them. Not them, and not the city that received them.

This article summarizes a study for developing a sustainable housing solution with soil for informal neighborhoods in the city of Praia. It presents an innovative approach to this problem, centered on combining new modular technologies with traditional construction solutions. The concept is presented, simulated and the applicability of this new approach to improving the living conditions of informal neighborhoods in the city of Praia is demonstrated. The study includes a Rhino 3D + Grasshopper simulation and the reinterpretation of the concept of traditional Cape Verdean housing associated with the superadobe construction technique.

**Keywords:** Informal Settlements; Modular Construction; Praia City; Superadobe; Sustainable Housing.

## 1. Introdução

Segundo o UN-Habitat 2017, mais de mil milhões de pessoas nos países em desenvolvimento não têm habitação adequada para se desenvolverem confortavelmente. Estas pessoas vivem maioritariamente nos arredores de grandes cidades. Destas pessoas, aproximadamente cem milhões são desalojados ou vivem em más condições de habitabilidade. Infelizmente, a cidade da Praia em Cabo Verde não é exceção. Após a independência de Cabo Verde, a cidade da Praia tornou-se mais centralizada. Gerou serviços e riquezas que atraíram pessoas de diversos cantos do país. Segundo a UN DESA (2017), “estima-se que 68% das pessoas vivam em zonas urbanas em Cabo Verde, e que este valor atinja os 73% em 2030”. Só, a cidade da Praia, alberga 159.050 pessoas, ou seja, quase 30% da população residente cabo-verdiana, ultrapassando Mindelo com cerca de 15%, embora se tenha verificado um crescimento acentuado e generalizado em quase todos os principais centros urbanos de Cabo Verde nos últimos trinta anos, nomeadamente nas ilhas mais turísticas, como a Boa Vista e Sal (INE, 2010; INE, 2017).

A cidade da Praia, à semelhança de outras metrópoles de países em desenvolvimento, nos últimos 20 anos, nunca experimentou um tal crescimento na população a viver em más condições habitacionais. O crescimento da população residente, as desigualdades sociais, a pobreza, a proliferação de bairros informais, as dificuldades urbanas e habitacionais, estão cada vez mais presentes e visíveis na forma como as famílias ocupam e se distribuem pela cidade, construindo abrigos que não as beneficiam, impedindo um desenvolvimento digno e seguro.

A cidade da Praia situa-se a norte da ilha de Santiago. Foi descoberta no início do século XVI por marinheiros que atravessavam o Oceano Atlântico a caminho da costa ocidental africana e de outros destinos, em busca de mercadorias para comercializar noutras partes do mundo. Estes marinheiros, faziam escala em Cabo Verde, particularmente na cidade da Praia, para se abastecerem de comida e água. A presença de marinheiros no porto da Praia Grande em busca de água e alimentos para continuar as suas viagens reforçou a atividade comercial do porto da Praia Grande, trazendo pessoas de diferentes partes da ilha de Santiago e de outras ilhas de Cabo Verde para comercializar os seus produtos neste porto. Isto permitiu à cidade da Praia ter o seu primeiro assentamento urbano na boca do porto da Praia Grande, e depois, em 1526, instalar-se no planalto do Platô, num promontório a 30 metros acima do nível do mar, sobranceiro ao porto da Praia Grande. O primeiro assentamento urbano do Platô começou com a construção da primeira igreja de Nossa Senhora da Graça em 1526, na parte sul do Platô, sobranceiro ao porto da Praia Grande. Ligado a esta igreja, surgiram outras construções, especialmente dos habitantes influentes provenientes da boca do porto da Praia Grande e da moribunda cidade da Ribeira Grande e da vila de Alcatraz. Estes habitantes, procuravam um lugar seguro onde pudessem desenvolver as suas atividades comerciais (Albuquerque et al., 1991; Pires, 1999; Coelho et al., 2013).

Durante quatro séculos e meio, a cidade da Praia foi confrontada simultaneamente com duas frentes de crescimento urbano. Por um lado, o Planalto do Platô, o seu principal centro urbano, pertencente à elite desta cidade, com um desenvolvimento urbano ordenado, mais tarde planeado e orientado pelo Estado, por outro, os bairros periféricos do Platô, com um desenvolvimento urbano espontâneo e desordenado, pertencentes às famílias carenciadas provenientes do interior da ilha de Santiago e de outras ilhas de Cabo Verde (Silva, 1998).

Atualmente, a situação habitacional dos bairros informais é preocupante, como mostra a Figura 1. Esses bairros são exemplos de pobreza em um país de rendimento médio, onde a desigualdade social entre as classes privilegiadas e menos privilegiadas é cada vez mais acentuada. Esta situação é incómoda para quem se preocupa com a dignidade humana e o bem-estar de todos.

É com esta preocupação e um sentimento de dever cumprido que este artigo apresenta os resultados de um estudo realizado no âmbito da tese de doutoramento do primeiro autor, que se encontra em desenvolvimento no Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa. Os resultados deste estudo consubstanciam uma

proposta inovadora de construção modular com sacos de terra, em particular o superadobe, cujo objetivo é melhorar a compreensão e responder aos problemas habitacionais destes bairros informais, regenerando e otimizando as suas condições de sustentabilidade e habitabilidade através da simulação de um caso de estudo em Rhino 3D + grasshopper. Recuperar e restaurar as ideias de arquitetura bioclimática, sustentável, tradicional e económica em Cabo Verde.

Esta proposta de habitação centra-se na combinação da nova tecnologia de construção modular em superadobe, do arquiteto Nadir Kalili, com os conceitos da arquitetura tradicional cabo-verdiana, a cubata africana evoluída para funkku cabo-verdiano, como solução de habitação sustentáveis para estas camadas sociais desprivilegiadas.

**Figura 1:** Bairro informal de Jamaica.



Fonte: Infopress — 2023.

## 2. Revisão da Literatura

De modo a colmatar as lacunas habitacionais identificadas anteriormente, consideraram-se dois elementos-chave que se articulam entre si: a técnica de construção em superadobe e a natureza da habitação tradicional cabo-verdiana. Este capítulo apresenta uma revisão da literatura existente sobre estes dois temas e uma discussão sobre as especificidades e potencialidades de uma abordagem que combine os dois elementos no contexto dos bairros informais da cidade da Praia.

### 2.2. Sacos de Polipropileno — Superadobe

Os sacos de polipropileno (PP) surgiram nos anos 50, na sequência de uma nova tecnologia de catálise, inicialmente desenvolvida para o polietileno (PE) e aplicada ao gás propileno. Estes sacos são fabricados a partir de materiais sintéticos recicláveis com elevada capacidade de elasticidade, resistência à tração e fadiga. Estes sacos substituíram os antigos sacos de sisal, que já não eram adequados para a produção industrial, que passou a exigir cada vez mais embalagens seguras, eficientes e, sobretudo, económicas. A baixa densidade do polipropileno e as suas características de resistência mecânica, elétrica, e química, permitiram a sua utilização em vários processos de produção de produtos de embalagem, na construção e noutros domínios. No entanto, o polipropileno é relativamente frágil na presença de ácidos oxidantes e de raios ultravioleta (UV). Porém, algumas indústrias, já estão a começar a tratar os materiais de polipropileno contra os raios UV, melhorando assim as suas características físicas e mecânicas, tornando-os mais seguros, mais eficientes e mais resistentes (Soares, 2020).

Trinta anos após a sua descoberta e evolução, na década de 1980, o arquiteto iraniano Nader Khalili participou no simpósio "Bases Lunares e Atividades Espaciais do Século XXI", organizado pela National Aeronautics and Space Administration (NASA), juntamente com outros arquitetos e engenheiros civis, cujo objetivo era discutir e apresentar a viabilidade de construir um pequeno abrigo temporário na Lua para investigadores, sem ter que transportar materiais pesados da Terra para a Lua.

Neste âmbito, observando as vantagens e possibilidades de construção com sacos de polipropileno, propôs uma solução inovadora de construção modular com este material para a construção de um pequeno abrigo na Lua para estes investigadores de passagem temporária pelo espaço lunar (Minke, 2001).

Nesta invenção, o arquiteto Nadir Khalili reinterpretou a ideia de bunkers militares e diques temporários para apresentar um abrigo a ser construído no território lunar, utilizando a nova tecnologia de armazenamento de produtos feito de tecido sintético reciclável, preenchido com terra ou areia, denominada de superadobe, na

planta circular da arquitetura doméstica. Mais tarde, o arquiteto Khalili, preocupado com os problemas habitacionais dos sem-abrigo, dos repatriados de guerra e das vítimas de catástrofes naturais no seu país, realizou um longo estudo que lhe permitiu encontrar uma solução para este problema (Minke, 2001). Para isso, inspirou-se nos costumes e na cultura arquitetónica destas populações, bem como nas possibilidades de construção com sacos de polipropileno (superadobe), para apresentar um modelo de habitação, mais segura e digna, semelhante ao que tinha apresentado à NASA, mas numa fase mais avançada e elaborada.

Atualmente, a ideia de construção modular com sacos de terra está constantemente a ser inovada, diversificada e em várias configurações. Reinterpretada, repensada, modificada, alargada e readaptada às realidades de cada lugar (Calearth, 2023). Em 2011, um estudo realizado na Universidade Federal Fluminense, pelo departamento de arquitetura e urbanismo sobre "Superadobe — construindo com terra" fez uma abordagem ampla e ensina como construir com superadobe (Cesar et al. 2011). Desde 2012, que um grupo de arquitetos e engenheiros experientes do escritório de arquitetura e engenharia Ecoeficientes, sediado em São Paulo, vem reunindo e divulgando informações sobre construção sustentável no Brasil. O objetivo do trabalho consiste em ajudar a expansão do uso de soluções ecoeficientes no Brasil e no mundo (Ecoeficientes, 2014).

Na obra Curso de construção de Domos em Superadobe: um ebook prático, de 2023, Amma Natureza faz uma breve apresentação de como construir um domo de superadobe de forma simples. Estes domos podem servir como espaço de dormir, espaço de descanso isolado, anexo a uma casa e muito mais.

As experiências de construção com superadobe em alguns países mostram que o estudo do arquiteto Nader Khalili sobre este tema foi importante não só para o seu povo, mas também para outros povos que enfrentam as mesmas dificuldades de habitação que o Irão, além de ter influenciado gerações de arquitetos, engenheiros e outros, empenhados na construção bioclimática. Uma construção que integra as exigências climáticas, sociais, económicas e ambientais do lugar. Um exemplo, são as experiências de construção com sacos de terra individuais, utilizados em 2007 pelo estúdio 2Design Indaba do MMA Architects, em colaboração com designers internacionais, apresentados na Conferência e Feira de Design da Cidade do Cabo, na África do Sul, para construir novas habitações de baixo custo para antigos residentes nos arredores desta cidade. Do mesmo modo, em 2017, a C-re-a.i.d. Architecture apresentou uma solução de habitação de baixo custo, utilizando sacos de terra para a comunidade Maasai no norte da Tanzânia. Para além dos sacos de terra, foram utilizadas garrafas de vidro nas janelas, permitindo a entrada da luz do sol.

Estas experiências de construção são importantes no contexto da nova solução de habitação modular e sustentável com sacos de terra para os bairros informais da cidade da Praia.

## **2.2. Habitação Tradicional Cabo-Verdiana**

O segundo elemento estudado para fundamentar a proposta pretendida é a essência de formação arquitetónica ancorada nos valores históricos e filosóficos da habitação tradicional cabo-verdiana, da cubata africana e do funkú cabo-verdiano.

Ao contrário de outros países, Cabo Verde foi descoberto em 1460 pelos portugueses, sem qualquer presença humana. A sua condição estratégica no meio do Oceano Atlântico, a meio caminho entre a África e a América do Sul, no século XV, mostrou-se favorável aos portugueses para desenvolver o comércio triangular de escravos entre África, América e Europa. Este facto, motivou o Príncipe Infante Dom Henrique de Portugal, em 1462, a ordenar a colonização de Cabo Verde através dos capitães Donatários António de Noli e Diogo Gomes, a que se juntaram pessoas do Norte e do Sul de Portugal. Estes povos fundaram as duas capitânias na ilha de Santiago. Um, baseado na Ribeira Grande, chamado Capitania do Sul, pertencente ao Capitão-Donatário António de Noli e o outro baseado em Alcatraz, chamado Capitania do Norte, pertencente ao Capitão-Donatário Diogo Gomes (Carreira, 1972). Os colonos levaram para Cabo Verde homens e mulheres africanos, desde o Senegal até à Serra Leoa. Estes africanos eram escravos e trabalhavam nas casas e propriedades agrícolas dos seus senhores (Albuquerque et al., 1991; Silva, 1998, p. 189–201).

Na cidade da Ribeira Grande, os colonos construíram as suas próprias casas com materiais locais. Estas casas são retangulares, simples e constituídas por um único espaço. Ainda hoje podem ser encontradas dispersas por várias localidades, nomeadamente na comunidade de Rebelados de Espinho Branco, no concelho da Calheta de São Miguel Arcanjo.

A comunidade dos Rebelados foi formada na década de 1940 em oposição ao regime político do Estado Novo e à Igreja Católica. Os Rebelados rejeitaram as regras sociais e a Igreja Católica para estabelecerem as suas próprias regras numa comunidade isolada. Durante o Estado Novo e após a independência de Cabo Verde, sob o regime do PAIGC, os Rebelados foram perseguidos, presos, castigados e alguns dos seus líderes foram mesmo deportados para outras ilhas de Cabo Verde, com o objetivo de enfraquecer as suas comunidades. No entanto, os Rebelados resistiram, tornando-se um povo desconfiado de intrusos nas suas comunidades. Eles construíram as suas casas com palha de cana-de-açúcar atada com corda de sisal, alicerces de pedra e pavimento de terra compactada. Trata-se de uma habitação simples, de planta retangular, com uma porta na empena virada a sul. A casa é constituída por um único espaço dividido por esteiras de bananeira ou de cariço. Estas casas podiam ser desmontadas e remontadas num local mais seguro, se necessário. Os Rebelados são os verdadeiros preservadores da cultura cabo-verdiana e as suas casas são consideradas tradicionais. Elas adaptam-se ao clima quente e seco de Cabo Verde, bem como às condições socioeconómicas e religiosas dos Rebelados.

### **3. Metodologia**

Este capítulo resume a metodologia para desenvolver a proposta de uma habitação sustentável utilizando a terra como componente central da construção.

Durante a primeira fase, foram recolhidas informações sobre a situação habitacional do bairro da Jamaica, na cidade da Praia e não só. O bairro da Jamaica é fortemente afetado por problemas sociais, urbanos e habitacionais, o que o torna um dos bairros mais críticos da cidade da Praia. O bairro da Jamaica é, portanto, uma síntese de tudo o que se pode observar nos bairros informais da cidade da Praia. Ele enquadra-se nos objetivos específicos deste trabalho e constitui o objeto de estudo deste artigo, cujo objetivo é propor um modelo de habitação modular em sacos de terra, otimizá-lo e reproduzi-lo noutros bairros informais e não só, minimizando o défice habitacional nestes bairros.

Durante a recolha de informações, foram observadas nestes bairros construções defeituosas, feitas com chapas de tambor, papelão, pedaços de madeira, lonas e sacos, entre outros. Construções inacabadas feitas de blocos de cimento, entre outras. Construções que não cumprem as condições mínimas de habitabilidade, não dignificam os seus moradores nem a cidade que os acolheu.

Na segunda fase, foi efetuado um estudo teórico e prático sobre a história, conceção e técnicas construtivas das habitações tradicionais cabo-verdianas, a cubata africana e o funku cabo-verdiano, bem como a técnica construtiva do superadobe. Simultaneamente, explorou-se o potencial destas construções e simulou-se um modelo 3D de uma habitação em Rhino 3D + grasshopper, permitindo uma avaliação qualitativa das condições de habitabilidade e durabilidade deste modelo, otimizando a sua arquitetura e a sua viabilidade construtiva.

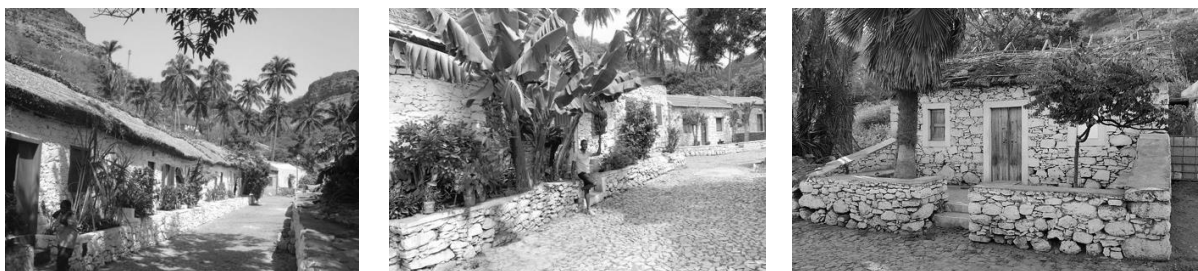
Consideramos que este método foi importante porque nos permitiu conhecer a história da habitação cabo-verdiana, que teve o maior impacto no parque habitacional cabo-verdiano, em termos de sustentabilidade e adequação com o lugar, e que ainda hoje é tomada como referência quando se quer evocar o conceito de sustentabilidade do habitat em Cabo Verde. Permitiu também uma resposta mais inclusiva e assertiva de uma habitação sustentável para os moradores dos bairros informais da cidade da Praia e não só. Habitação que responde às exigências climáticas e ambientais do lugar e, ao mesmo tempo, reflete a realidade histórica, cultural e socioeconómica do seu morador.

### **4. Análise de Resultados**

As casas do século XVI da Rua Banana, na Cidade Velha (Figura 2), e as casas do século XX dos Rebelados de Espinho Branco (Figura 3), tomadas como referência de estudo neste artigo, mostram características

arquitetónicas e construtivas tradicionais das habitações do sul de Portugal e da África subsariana. Assim, o estudo das experiências urbanas, arquitetónicas e construtivas destas populações é importante para a compreensão da arquitetura e dos métodos construtivos das suas habitações. Tanto as casas da Rua Banana, do século XVI, como as casas dos Rebelados de Espinho Branco, do século XX, constituem a base da arquitetura cabo-verdiana, a partir da qual se desenvolveu o parque habitacional cabo-verdiano e a sua cultura arquitetónica e construtiva. São construídas com materiais regionais, segundo um plano de construção simples e económico. Isto justifica o potencial e a linguagem arquitetónica simples destas casas e o seu método de construção.

**Figura 2:** Casas da rua Banana.



**Fonte:** IPC. <https://ipc.cv/monumento-e-sitio/rua-banana/>

**Figura 3:** Comunidade dos Rebelados de Espinho Branco, Calheta S. Miguel.



**Fonte:** Comunidade Dos Rebelados De Espinho Branco. <https://www.facebook.com/p/Comunidade-Dos-Rabelados-De-Espinho-Branco-100079631177774/>

Estas casas adaptam-se à realidade socioeconómica das famílias com poucos recursos e ao ambiente e clima dos locais onde se situam. São fáceis de construir e de restaurar

O potencial destas casas deve ser reconhecido, revisto, repensado e reutilizado num plano de habitação igualmente simples, reestruturado e adaptado às necessidades atuais e futuras das famílias, nomeadamente as mais desfavorecidas, cujas condições económicas não lhes permitem suportar o custo da construção corrente.

Como já referimos, a experiência mundial da construção em superadobe é uma nova tecnologia de construção modular com recurso a sacos de terra que surgiu nos anos 80 e que veio revolucionar particularmente a cultura arquitetónica dos mais desfavorecidos, bem como de todos aqueles que aspiram a viver em harmonia com a natureza.

O superadobe, tal como outras técnicas de construção em terra, tem sofrido profundas alterações, impulsionadas pelas alterações climáticas das últimas décadas causadas, nomeadamente, pela emissão de gases com efeito de estufa na atmosfera, pelo aumento da população mundial, em particular nos países em desenvolvimento e nas grandes cidades, pela elevada densidade populacional e pela sobre-exploração dos recursos. Tudo isto conduziu a alterações climáticas locais e globais, acompanhadas de frequentes catástrofes naturais, guerras, lutas pelo poder e pelos poucos recursos existentes, secas severas que devastam comunidades inteiras e deslocam maciças de pessoas do campo para as cidades e grandes centros urbanos. Historicamente, o povo cabo-verdiano, perante estas situações, tem o hábito de se deslocar do interior da ilha de Santiago e das

ilhas de Cabo Verde para a cidade da Praia e outros grandes centros urbanos do país que oferecem melhores condições de vida, nomeadamente de trabalho.

Do mesmo modo, as modificações e reinvenções arquitetónicas de pequenos abrigos temporários feitos em superadobe, realizadas por Nadir Khalili como abrigo para refugiados de guerra e de catástrofes no seu país, permitiram às cidades afetadas por estes fenómenos refletir sobre as necessidades de alojamento das suas populações deslocadas e, assim, responder de forma mais segura e concertada a estas dificuldades.

É importante sublinhar que o domo do arquiteto Nadir Khalili segue um conjunto de princípios geométricos e conceitos simples que permitem a sua construção de forma segura e eficiente, o que incentiva a sua construção.

Estudos recentes e experiências de construção, mostraram que a conceção do domo é mais adequada para a construção em superadobe. No entanto, existem outras configurações de construção com esta técnica, no entanto a conceção em domo é a mais utilizada e a mais económica. A sua estrutura é suficientemente sólida e consistente para suportar o seu peso de construção e suportar as forças solicitadas. Ela utiliza um único elemento composto de sacos de terra aderidos com arame farpado, para formar estrutura, ou seja, alvenaria de superadobe. Com está estrutura é possível formar um habitat seguro, num curto espaço de tempo, sem recorrer a estruturas especiais para garantir a sua estabilidade. Desde que seja respeitada a sua técnica de construção. A construção em superadobe permite criar uma variedade de módulos que podem ser utilizados de acordo com as necessidades da família.

Segundo Kaki et al. (2004), os cuidados a serem tomados na produção da alvenaria de superadobe estão relacionados principalmente com a escolha correta do solo e a ausência de matéria orgânica (Figura 4). O solo deve ter no mínimo 70% de areia e o teor de argila deve variar entre 5% e 30%, sem prejuízo de proporções maiores, juntamente com pedregulhos de diâmetro não superior a 2,5 cm. Nesta composição, a argila ajuda a preencher os espaços vazios e a cimentar a estrutura do superadobe, conferindo-lhe maior estabilidade e resistência. É também importante proteger os sacos dos raios ultravioleta, que podem danificar os sacos se estiverem expostos ao sol durante muito tempo. Estes sacos devem ser protegidos, de preferência, com uma camada de reboco e pintado.

É importante salientar que a construção em superadobe, à semelhança de outras técnicas construtivas com terra, deve ter cuidados na instalação da rede elétrica, água e esgotos, de modo a antecipar situações de avaria ou mau funcionamento e a consequente recuperação destes sistemas e da parede. O mau funcionamento destas instalações pode provocar fugas ou perdas de água no interior da estrutura, contribuindo para a sua desagregação, enfraquecimento e mesmo colapso. Por isso, é aconselhável que sejam instalados no exterior da parede e fixados a um suporte mural.

Se forem instalados no interior da parede, deve estar devidamente protegido e consciente dos riscos envolvidos. Sempre que possível, é preferível instalá-los no chão e fixá-los a um suporte mural. É também muito aconselhável que instale uma rede de polipropileno, fixada à parede, que permitirá uma boa aderência do reboco e evitará fissuras (Kaki et al., 2004).

**Figura 4:** Construção em superadobe do arquiteto Nadir Kalili.



Fonte: 2 — Cal-Earth Inc./Geltaftan Foundation. © 1999–2023.



A simulação do modelo 3D Rhino 3D + Grasshopper de uma habitação efetuada neste trabalho forneceu informações e respostas importantes para uma habitação sustentável e modular com sacos de terra para os bairros informais da cidade da Praia. Esta simulação utiliza os registos meteorológicos da cidade da Praia, disponíveis em <https://www.ladybug.tools/epwmap/> e válidos na plataforma Rhino 3D + Grasshopper, para simular as condições climáticas, condições de conforto, conforto térmico e iluminação do habitat na cidade da Praia.

Nesta simulação, a Figura 5 regista a temperatura média, mínima e máxima na cidade da Praia. Regista a temperatura mais baixa na cidade da Praia de dezembro a fevereiro, com 17,90 graus Celsius. Ao longo do dia, esta temperatura dificilmente ultrapassa os 24,95 graus Celsius. No entanto, há picos ocasionais de temperatura a meio do mês, que podem atingir 32,00 graus Celsius ou mais.

De junho a novembro, a temperatura mais baixa é de 24,95 graus Celsius e a mais alta é de 32,00 graus Celsius ou mais.

A temperatura média é moderada entre março e maio, com uma máxima de 24,95 graus Celsius. As temperaturas mais elevadas são registadas no verão, que começa no final de maio e se prolonga até ao final de novembro, ultrapassando por vezes os 32,00 graus Celsius.

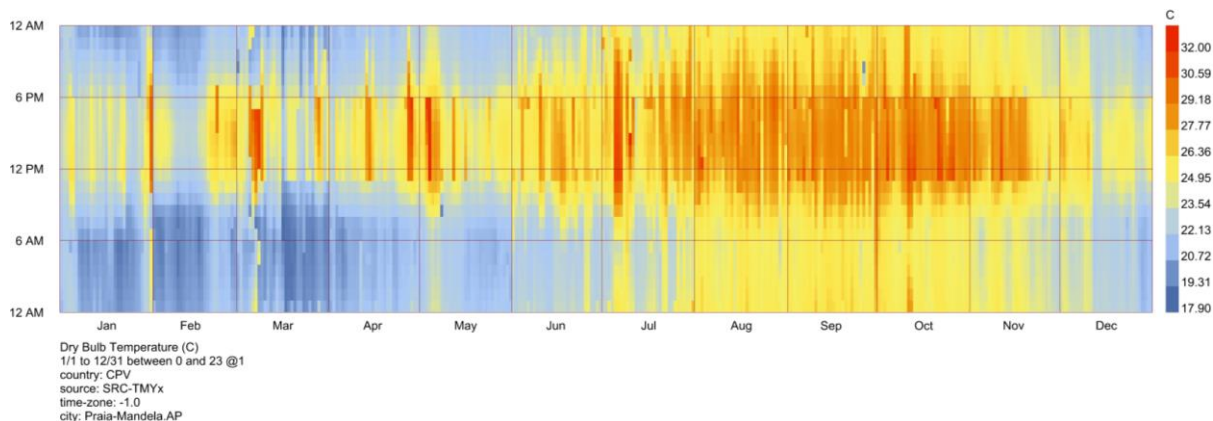
No solstício de verão, a sul, os raios solares podem atingir uma inclinação de 85 graus, o que explica a temperatura elevada nesta altura do ano. No entanto, no solstício de inverno, a norte, os raios solares podem atingir uma inclinação de 50 graus, resultando numa temperatura amena.

Na cidade da Praia, o calor mais intenso ocorre por volta do meio-dia e é mais intenso no verão, de finais de maio a finais de novembro, provocando por vezes condições desconfortáveis na cidade da Praia. Na cidade da Praia, o ambiente exterior é mais confortável de novembro a abril, quando a temperatura é amena. Mesmo assim, ocorrem ocasionalmente picos de temperaturas muito elevadas e ondas de calor anormais por volta do meio-dia. Por vezes, prolongam-se até ao fim do dia e pela noite dentro, conforme se observa na Figura 6.

A Figura 7 mostra as condições climatéricas confortáveis e desconfortáveis na cidade da Praia ao longo do ano. As condições de desconforto ocorrem ao longo de todo o ano, sobretudo nos dias em que o sol brilha com mais intensidade. Os meses mais quentes são afetados por ondas de calor excessivo ao longo do dia, tanto de dia como de noite, nas estações normais e mais quentes, provocando a transpiração e a saturação do ar, tornando-o mais quente, seco e volátil. O ambiente torna-se abafado e desconfortável.

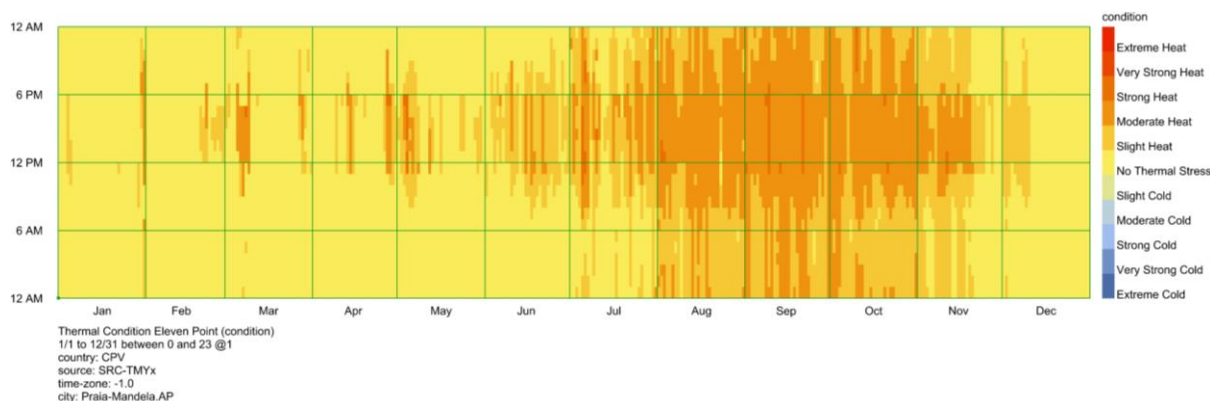
No período mais quente, de junho a novembro, o tempo é mais fresco de manhã, antes do nascer do sol, e ao fim do dia, quando o sol se põe.

**Figura 5:** Resultados de temperaturas anuais para cidade da Praia.

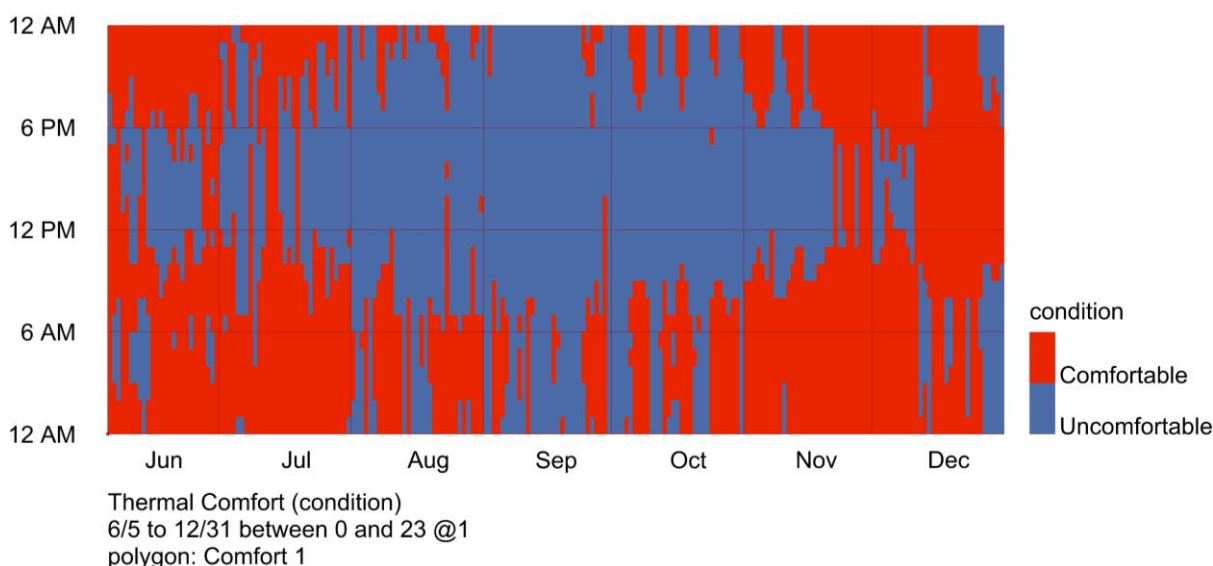




**Figura 6:** Resultados de condições de temperatura para cidade da Praia.



**Figura 7:** Resultados de condições de conforto — Conforto 1.



A Figura 8 regista o impacto direto do sol no estudo de caso. Mostra que ao meio-dia o corpo do domo tem uma temperatura de 24,50 graus Celsius, na zona de sombra à entrada do domo 25,70 graus Celsius e à volta do domo, na direção este-oeste, uma temperatura de 26,18 graus Celsius a 26,70 graus Celsius. O edifício retangular circundante tem uma temperatura mais elevada do que a do domo. Esta constatação justifica a recomendação de construir o domo e orientá-lo para sul na cidade da Praia. O sol nasce a leste e põe-se a oeste. Um edifício orientado a sul evita que os raios solares incidam diretamente no interior da casa, entrando pela porta e sobreaquecendo a casa. Em todo o caso, é importante sombrear a entrada da casa. Isto reduz o efeito do calor do exterior para o interior da casa.

O mês de agosto é o mais quente do ano na Praia. A Figura 9 mostra uma temperatura de 28,00 graus Celsius no interior do domo. Uma temperatura constante, com uma ligeira variação para 29,00 graus Celsius no final do dia. Enquanto no exterior, a temperatura atinge 32,00 graus Celsius no final do dia, ou até mais. É importante controlar o calor do verão. Este pode criar uma atmosfera desconfortável no interior da casa. No estudo de caso, é importante que a claraboia e os frescos estejam fechados durante o dia e abertos à noite.

Este método é muito utilizado em países subtropicais com climas quentes, como Cabo Verde, nomeadamente na cidade da Praia, onde a casa necessita de ar fresco para manter o interior confortável durante o dia. Este método permite ventilar a casa à noite, após um dia de sol e calor intensos, libertando o calor acumulado no interior e recuperando algum ar fresco para manter a casa fresca durante o dia.

Figura 8: Resultados de incidência direta do sol sobre o estudo de caso.

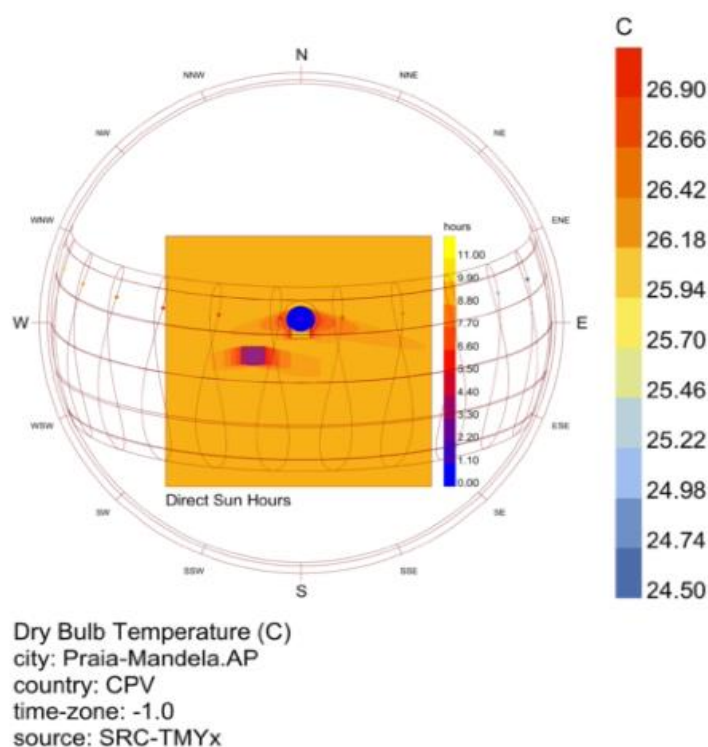
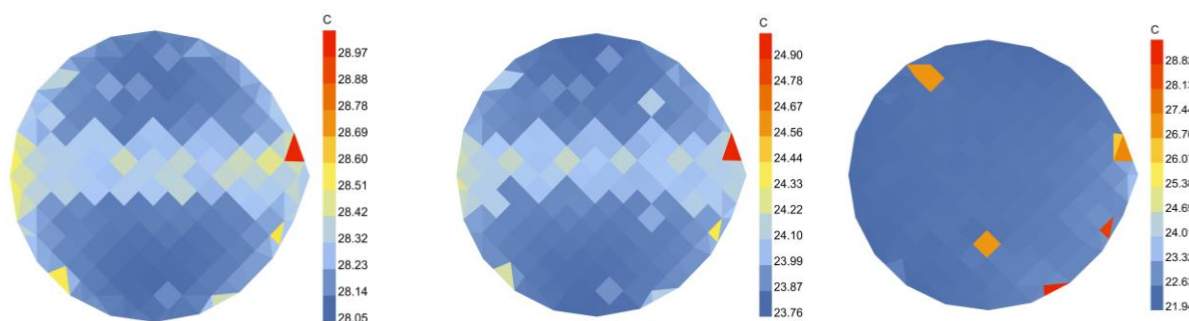


Figura 9: Resultados “Temperatura” para verão (esquerda), meia estação (centro e) inverno (direita).



A Figura 9 mostra ainda duas situações. Na primeira situação, de agosto a setembro, os frescos e a claraboia do domo estão fechados das 8h às 19h30 e na segunda situação, os frescos e a claraboia estão abertos das 19h30 às 08h.

Na primeira situação, regista-se uma temperatura máxima no interior do domo de 27,71 graus Celsius, a ocupar menos de 1% da superfície do domo. Esta temperatura é registada no lado leste, ao nível de um dos frescos aí existentes. Uma faixa dominante no centro do domo, na direção este-oeste, acompanhando o nascer e o pôr do sol, apresenta uma temperatura máxima de 27,39 graus Celsius.

Na segunda situação, regista-se uma temperatura máxima de 24,00 graus Celsius e um pouco mais.

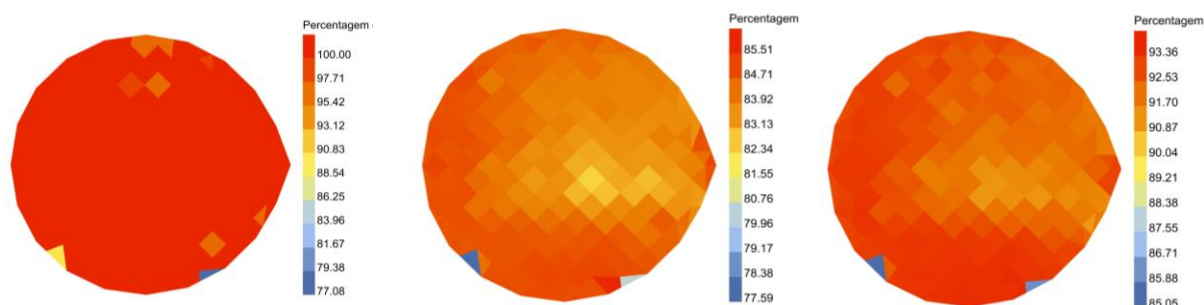
O método que consiste em manter a janela fechada durante o dia e abri-la à noite, sobretudo no verão, permite geralmente baixar ou estabilizar significativamente a temperatura da casa durante o dia. Permite equilibrar a amplitude térmica, ou seja, minimizar o efeito da diferença de temperatura entre o dia e a noite, tornando esta diferença de temperatura menos perceptível, como acontece nalguns casos em países subtropicais onde os dias são muito quentes e as noites muito frias.

A meio da estação, regista-se a temperatura mais baixa no interior do domo no dia 21 de abril com 23,76 graus Celsius e a mais alta com 24,90 graus Celsius.

No inverno, no dia 21 de janeiro, a temperatura mais baixa registada no interior do domo é de 21,00 graus Celsius e a mais alta é de 28,82 graus Celsius, enquanto no exterior a temperatura mais baixa é de 17,90 graus Celsius e a mais alta é de 24,95 graus Celsius, e a meio do mês a temperatura é de 32,00 graus Celsius e até mais alta.

Em termos de conforto térmico, a Figura 10 regista que o domo é geralmente 100% confortável no inverno. Na meia estação, regista-se uma temperatura máxima de cerca de 24,95 graus Celsius e picos esporádicos de temperatura de 32,00 graus Celsius, o domo é também 85,51% confortável. O verão, de junho a novembro, é o período mais longo e mais quente do ano na cidade da Praia.

**Figura 10:** Resultados do conforto interno para inverno (esquerda), meia estação (centro e) verão (direita).



A temperatura ultrapassa frequentemente os 32 graus Celsius. Apesar das temperaturas elevadas e das ondas de calor anormais, o gráfico 13 mostra que no verão este domo é 93% confortável.

Em termos de iluminação, às 9 horas da manhã do dia 21 de agosto, o gráfico 13 mostra que 35% da superfície do domo está pouco iluminada, o que significa que os níveis de conforto são mais baixos do que o normal. No entanto, por volta do meio-dia, o sol incide mais intensamente no centro do domo, criando muita luz e encandeamento no centro do domo, causando por vezes desconforto nessa zona. Como solução, recomendamos um mecanismo com um filtro escuro, abrindo manualmente através de uma pega dobrável de fácil acesso. Este mecanismo é incorporado na claraboia para controlar a entrada de luz solar, nomeadamente a esta hora do dia e à noite, se necessário.

No interior do domo, por volta das 17 horas, 74% do espaço perde gradualmente a sua luminosidade. Isto deve-se ao facto de existir apenas uma janela zenital no topo do domo, que só recebe mais luz solar à medida que o meio-dia se aproxima.

A proposta de uma única janela zenital no topo do domo foi uma resposta a uma preocupação económica, ou seja, reduzir o custo de construção do domo para que as famílias pudessem fazer o mínimo esforço possível para construir as suas casas.

Deste modo, a solução consiste em deslizar e inclinar a claraboia para oeste, o que permite a entrada de mais luz quando o sol está a oeste.

A Figura 11 mostra também que, em maio, por volta das 9 horas, 51% da área do domo está bem iluminada. Ao meio-dia, 52% da área do domo não é muito confortável.

Do mesmo modo, na estação mais quente, devido à iluminação excessiva no centro do domo, esta zona é demasiado iluminada, criando um certo desconforto. No entanto, no seu canto é mais confortável em termos de iluminação, conforme se observa na Figura 12.

Nos dias frios de inverno, como no dia 21 de janeiro às 9 horas da manhã, o Gráfico 15 mostra que o domo está bem iluminado, ou seja, apenas 39% da área do domo está menos iluminada. Por volta do meio-dia, 52% da área do domo está muito bem iluminada, com o epicentro do desconforto num canto, mais a norte do domo. Às 17 horas, o domo tem 74% da sua área menos iluminada, o que cria um certo desconforto. No entanto, esta questão foi comentada acima e propõe-se que a claraboia seja inclinada para oeste, conforme se observa na Figura 13.

Figura 11: Resultados para “Iluminância — verão”.

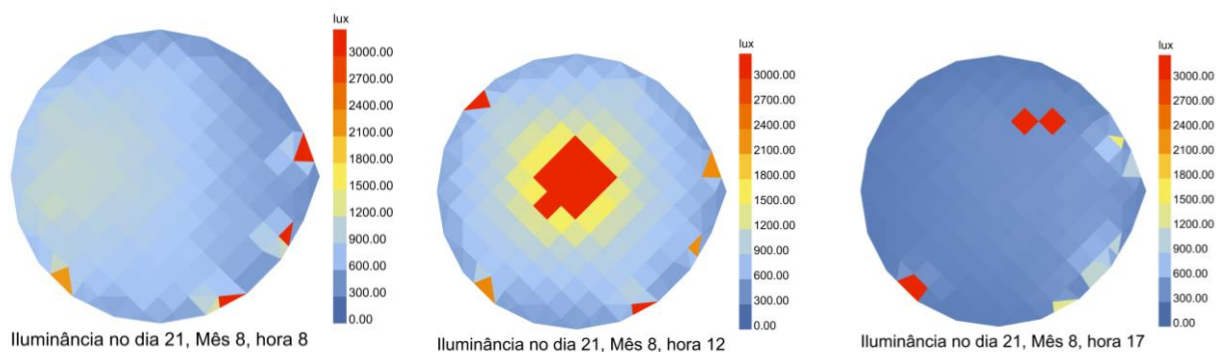


Figura 12: Resultados para “Iluminância — meia estação”.

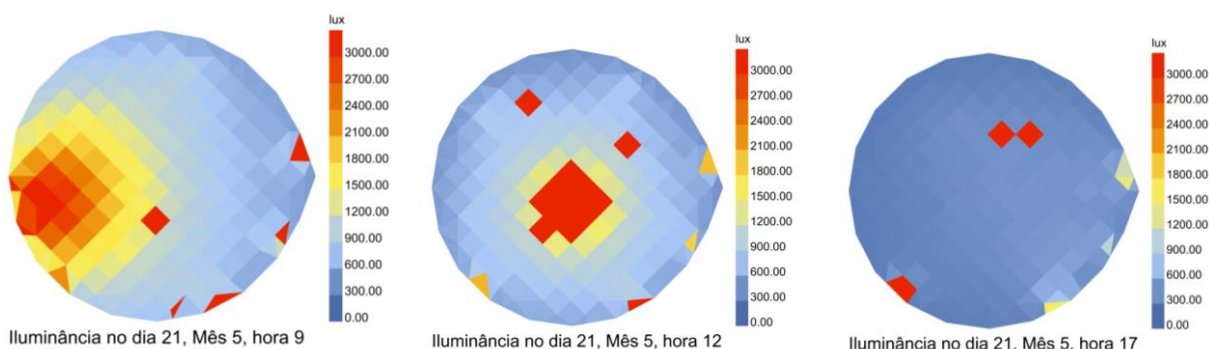
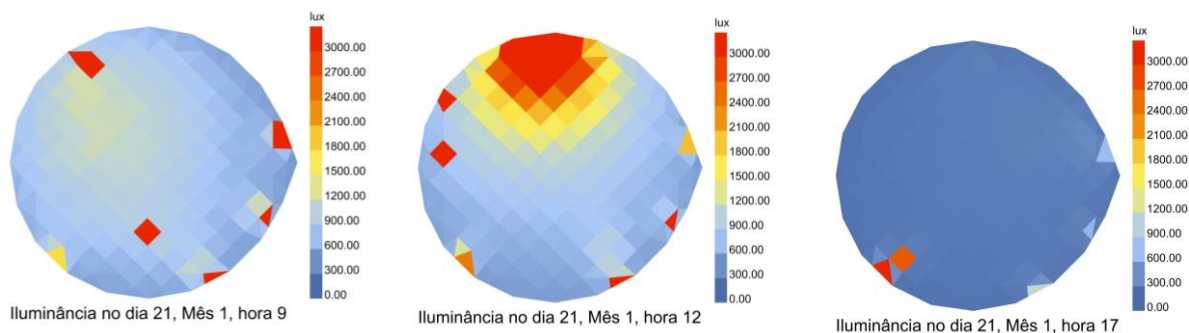


Figura 13: Resultados para “Iluminância — inverno”.



Os resultados desta simulação demonstram que a solução proposta supera largamente as más condições de habitabilidade e sustentabilidade das construções atuais nos bairros informais, e validam as boas condições de sustentabilidade e habitabilidade da habitação modular com sacos de terra recomendada neste artigo para os moradores dos bairros informais da cidade da Praia e não só.

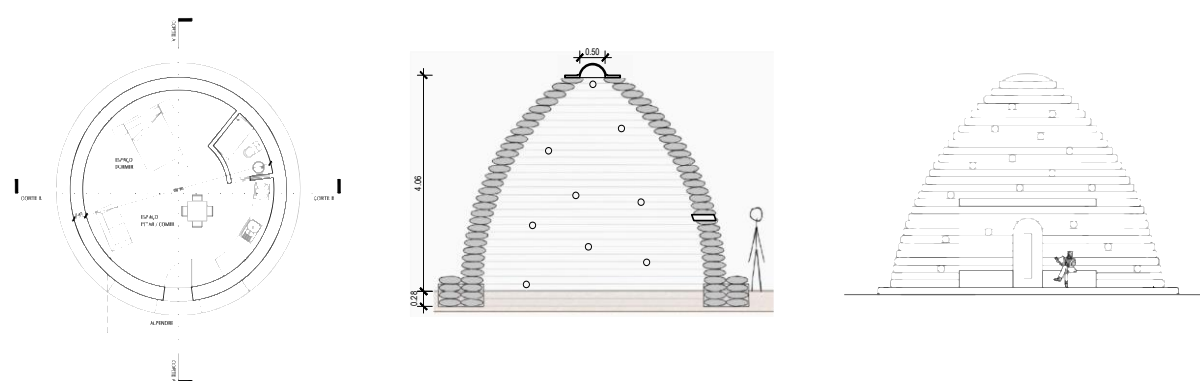
## 5. Discussão

As metodologias de investigação adotadas neste artigo permitiram dar resposta a uma habitação modular em saco de terra, na conceção de um domo otimizado, integrando as condições climáticas, ambientais e económicas dos bairros informais da cidade da Praia. Este domo permite que parte da temperatura armazenada no seu interior irradie para o exterior durante a noite, que é mais fria do que o seu interior. A ventilação e a iluminação passiva através de dispositivos espalhados pelo seu corpo e uma claraboia no topo proporcionam um ambiente bem iluminado e arejado. Isto contrasta com as habitações atuais dos bairros informais, que não satisfazem as condições mínimas de habitabilidade e de conforto. A habitação modular em sacos de terra e a sua arquitetura fazem parte do modo de vida rural, social e económico das famílias dos bairros informais da Praia. Recorde-se que a maioria das famílias residentes nos bairros informais da cidade da Praia são oriundas de zonas rurais do interior da ilha de Santiago e de outras ilhas cabo-verdianas, o que justifica a recomendação de habitação modular em sacos de terra apresentada neste trabalho.

O projeto de habitação modular em sacos de terra é de fácil construção. É fechado num vértice no topo, pelo que não há necessidade de uma cobertura separada. A própria parede é a cobertura do domo, o que o torna mais económico do que a habitação convencional.

Esta habitação modular de sacos de terra é constituída por um único espaço onde a família descansa, come e faz a sua higiene pessoal. Organiza-se a partir de um alpendre na entrada com acesso ao interior do domo (Figura 14). Evoca a ideia de minimalismo do arquiteto alemão Ludwig Mies van der Rohe (1886 - 1969), desenvolvida desde o início do século XX, utilizando poucos elementos fundamentais como base para a expressão arquitetónica “menos é mais”. Com este discurso, o arquiteto Ludwig Mies van der Rohe criou espaços únicos que albergam subespaços abertos, fechados ou semiabertos. São espaços mínimos adaptados às necessidades dos seus utilizadores.

**Figura 14:** Proposta de solução de habitação sustentável, com terra, para os Bairros informais da cidade da Praia.



Tem uma única entrada, tal como as casas tradicionais cabo-verdianas analisadas neste artigo. O alpendre é parte integrante da composição arquitetónica da cúpula. É um espaço exterior coberto que se abre para o exterior, onde a família pode estar para uma pequena conversa, ler ou descansar. A cúpula possui várias pequenas aberturas circulares protegidas por grelhas que impedem a entrada de insetos, especialmente mosquitos. Estas aberturas permitem a iluminação e a ventilação passivas da cúpula. A janela zenital assegura igualmente a saída do ar quente do interior da cúpula para o exterior e permite a entrada de luz e ar fresco.

Outra situação que se verifica é que a desregulação no domínio habitacional, com a proliferação destes bairros informais, motiva a que as autoridades os mandem demolir, de modo a garantir a dignidade humana desses moradores e da cidade que os acolheu. No entanto, o que se verifica, é que são oferecidas soluções habitacionais que nem sempre correspondem aos hábitos e realidades socioeconómicas destas populações. Acreditamos que este desfasamento decorre da falta ou insuficiência de estudos que sustentem as propostas de habitação social para estes moradores.

Por outras palavras, quando a necessidade é urgente, qualquer solução é considerada válida. E essas soluções são apresentadas e quase sempre implementadas à pressa, sem espaço para verificação, pelo menos na fase de acompanhamento da obra, o que dificulta a deteção e correção de falhas, quer a obra tenha sido concluída ou não. O acompanhamento permite corrigir os erros e tirar lições práticas para evitar erros futuros. Devido à falta de acompanhamento e de controlo, a situação agrava-se. Os fundos públicos são gastos, mal aplicados e mal utilizados. Isto torna o problema cada vez mais grave e difícil de resolver, o que é agravado pela falta de clareza dos critérios de distribuição destas habitações, criando rivalidades, tensões sociais e políticas.

É preciso conhecer para poder agir com clareza. Acreditamos, portanto, que a proposta de construção modular com sacos de terra apresentada neste artigo responde às necessidades dos moradores dos bairros informais da Praia e não só. Não apenas pelas potencialidades económicas e sustentáveis, como anteriormente referido, mas porque a nossa proposta habitacional reflete um enquadramento histórico e filosófico que lhe permite integrar-se nas realidades socioeconómicas e culturais das populações, sem os desvincular das suas histórias.

Ou seja, sem lhes impor uma realidade ou modo de vida que não lhes corresponde, impondo-lhes uma falsa realidade que desconsidera a sua cultura arquitetônica, hábitos e costumes. "Culturalizando-os" de forma enganadora e dando-lhes falsas ilusões sobre uma nova vida. Com isto não queremos dizer que os novos hábitos, nomeadamente em relação à habitação, não sejam bem-vindos, mas devemos lembrar que a cultura cabo-verdiana se formou através da introdução e mistura de diferentes culturas e costumes.

Hoje, Cabo Verde tem uma identidade cultural própria que merece ser preservada. Isso distingue-o de outros povos e faz dele uma nação reconhecida em todo o mundo.

Vivemos num mundo globalizado onde há cada vez mais interação cultural e uma troca de informação cada vez mais intensa e fácil. Somos a favor da inovação e da criatividade, mas estas inovações, não devem colidir com os hábitos e costumes de um povo, ou seja, devem coexistir e coabitar passivamente. Neste sentido, pensamos que a nossa proposta de habitação sustentável, com terra, para os moradores dos bairros informais da Praia é uma inovação, um manifesto cultural e construtivo inovador que integra os hábitos, os costumes e a realidade socioeconómica, cultural e ambiental dos bairros informais da Praia e de Cabo Verde em geral. Coabitam de forma passiva. Esta proposta tem em consideração o mundo rural, as atividades económicas, a vida familiar e comunitária dos moradores dos bairros informais da Praia.

## 6. Conclusão

Os resultados do estudo apresentado neste artigo proporcionam um conhecimento amplo e sólido sobre o habitat tradicional cabo-verdiano, o seu conceito, a cubata africana e o funku cabo-verdiano, o processo de construção tradicional e as técnicas de construção em terra, incluindo o superadobe. Estes resultados consubstanciam uma resposta de projeto que permite resolver ou minimizar em grande parte os problemas habitacionais dos moradores dos bairros informais da cidade da Praia, de forma segura e sustentável, utilizando a terra como solução construtiva. Um material abundante, disponível e acessível a todos.

Este método abriu novas possibilidades de estudo, despertando o interesse por uma investigação mais aprofundada sobre o uso e costume do habitat cabo-verdiano tradicional e contemporâneo, a sua arquitetura e urbanismo. Destacamos o estudo destes elementos para geografias como o sul de Portugal e da África subsaariana, que foram as que mais influenciaram o urbanismo e arquitetura em Cabo Verde, assim como o estudo sobre técnicas de construção com terra, do sul de Portugal e da África subsaariana, que mais influenciaram o urbanismo e a arquitetura em Cabo Verde. Estes elementos são importantes para enriquecer a cultura urbanística, arquitetônica e construtiva de Cabo Verde. Permite reduzir a exploração de materiais marinhos inertes como a areia e o cascalho e o uso excessivo de cimento e seus derivados na construção. Do mesmo modo, a nossa investigação permite reforçar a cultura urbana e arquitetônica de Cabo Verde, em termos de sustentabilidade do habitat, já que através da inovação e introdução de novas construções com terra na paisagem urbana, permite reduzir o peso da mancha cinzenta de edifícios inacabados, marcada pelo uso excessivo de cimento e seus derivados na construção.

Em termos gerais, este artigo forneceu resultados de investigação que nos permitiram apresentar uma solução que combina a nova tecnologia modular de sacos de terra com técnicas de construção tradicionais. Esta solução permite não só resolver os problemas habitacionais das classes sociais mais desfavorecidas, nomeadamente as que vivem nos bairros informais da cidade da Praia, mas também diversificar as práticas de construção em Cabo Verde, inovar em termos de arquitetura e aumentar a sustentabilidade da habitação cabo-verdiana, de uma forma segura e acessível a todos.

O método de investigação utilizado neste trabalho revelou-se adequado e válido, com resultados que dão uma resposta justa, clara e concisa à situação habitacional dos moradores dos bairros informais da cidade da Praia, a curto prazo e acessível a todos.

Estamos todos convencidos de que a habitação modular com sacos de terra permitirá a muitas famílias que vivem em bairros informais ter uma habitação adequada onde todos possam viver e crescer com dignidade.



## Referências

- Albuquerque, L., & Santos, M. E. (1991). *História geral de Cabo Verde* (Vol. 1). Instituto Nacional de Investigação Cultural de Cabo Verde.
- Calearth. (2023). California Institute of Earth Architecture. <http://www.calearth.org/> (Acessado a 13 de janeiro de 2023).
- Carreira, A. (1972). *Cabo Verde: Formação e extinção de uma sociedade escravocrata (1460-1878)*. Imprensa Portuguesa.
- Cesar, P., Gouveia, D., Villela, F., Damásio, L., & Remiro, R. (2011). Superadobe: Construindo com o terreno. Universidade Federal Fluminense, Departamento de Arquitetura e Urbanismo. <https://mbecovilas.files.wordpress.com/2011/06/superadobe.pdf> (Acessado a 25 de fevereiro de 2024).
- Coelho, C. D. (Coord.). (2013). *Cadernos de morfologia urbana. Estudos da cidade portuguesa: Os elementos urbanos* (Vol. 1). Argumentum.
- Ecoeficientes. (2014). Escritório de arquitetura especializado em sustentabilidade. <https://www.ecoeficientes.com.br/escritorio-de-arquitetura-sustentavel-ecoeficientes/> (Acessado a 25 de fevereiro de 2024).
- Maciel, M. J. (2007). Introdução. In *Vitrúvio: Tratado de Arquitetura* (pp. 29–49). Martins
- Minke, G. (2001). *Construction manual for earthquake-resistant houses built of earth*. Gate Basin, GTZ GmbH.
- Pires, F. J. M. dos R. (1999). *Da cidade da Ribeira Grande à cidade Velha em Cabo Verde: Análise histórico-formal do espaço urbano (séc. XV–séc. XVIII)* [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Ciência do Trabalho e da Empresa, Instituto Universitário de Lisboa]. Ciência-IUL.
- Silva, A. L. C. (1998). Praia: A lenta emergência de uma capital. *Revista Kultura*, 1(2), 189–201.
- Soares, E. A. (2020). Polipropileno (PP). *ArandaNet*. <https://www.arandanet.com.br/revista/pi/noticia/604-Polipropileno-PP.html> (Acessado a 18 de dezembro, 2023).
- UN DESA. (2014). *World urbanization prospects: The 2014 revision* (ST/ESA/SER.A/366). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- UN DESA. (2017). *World population prospects: The 2017 revision, key findings and advance tables* (ESA/P/WP/248). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

## Declaração Ética

**Conflito de Interesse:** Nada a declarar. **Financiamento:** Nada a declarar. **Revisão por Pares:** Dupla-cega.



Todo o conteúdo da *RAE — Revista de Ativos de Engenharia* é licenciado sob [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), a menos que especificado de outra forma e em conteúdo recuperado de outras fontes bibliográficas.