

Aplicação de Sistema de avaliação de Sustentabilidade: em edificações da cidade de Luanda

Aline Augusta Sicato Dias

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Arquitetura
(Mestrado integrado)

Orientador: Prof. Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha
Coorientadora: Prof.^a Doutora Ana Teresa Vaz Ferreira

Junho de 2022

Declaração de Integridade

Eu, Aline Augusta Sicato Dias, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição 36561 de Mestrado Integrado em Arquitetura da Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 30/06 /2022

Agradecimentos

No desenvolvimento de uma dissertação existem sempre vários momentos de ansiedade e tensão, comigo não houve exceção. Para a conclusão dessa dissertação foi primeiramente graças a Deus, sem Ele não seria possível.

A concretização deste trabalho não seria uma realidade sem a contribuição e incentivo de diversas pessoas, às quais estou eternamente grata. Começando pelo orientador Professor Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha que logo de início foi a pessoa que me tranquilizou quando de facto precisei de palavras de conforto em momentos de ansiedade, pela pronta disponibilidade que demonstrou e pela sabedoria e críticas para orientar este extenso trabalho. Um agradecimento especial à Universidade da Beira Interior (UBI) e ao Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura (DECA), pelos ensinamentos transmitidos e por todo apoio prestado ao longo da minha formação.

À minha coorientadora Professora Doutora Arquiteta Ana Teresa Vaz Ferreira por ter aceitado o convite com gentileza, por todo o acompanhamento e sabedoria.

À Prof. Doutora Arquiteta Maria Alice que se disponibilizou para orientar e contribuir junto do Instituto de Planeamento e Gestão Urbana de Luanda- IPGUL, no fornecimento de documentos.

À minha família, por todo apoio depositado para a conclusão deste trabalho. Um especial agradecimento à minha mãe Cláudia Dias, que sempre demonstrou preocupação e deu imensa força quando eu precisei. Ao meu pai e irmãos que não mediram esforços para contribuir na elaboração desse trabalho. À todos os meus amigos, um especial obrigado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram de maneira positiva para a concretização deste trabalho, obrigado.

Resumo

Durante o ciclo de vida de um edifício são consumidos recursos e emitidas emissões para a atmosfera que contribuem para o aquecimento global. A urgência de se alterar esta situação, impõe o uso de estratégias construtivas e de consumo de recursos mais eficazes, em paralelo com uma maior consciencialização das populações para os problemas decorrentes das práticas do sector da construção. A cada dia surge a necessidade de pensar de forma consciente sobre o desenvolvimento sustentável devido a diminuição gradual dos recursos naturais do planeta e à necessidade de reduzir as emissões. Nomeadamente num setor como a indústria da construção civil que mais afeta o meio ambiente de maneira nociva e conseqüentemente, que mais sofre influência da escassez de recursos.

No âmbito de trabalho, estudaram-se sistemas de avaliação da construção sustentável e certificação ambiental do edificado e foi realizado um estudo da aplicação de um sistema de avaliação da sustentabilidade em edifícios: o LEED, em edifício multifamiliar em Luanda. A certificação LEED é um fator importante na mitigação dos efeitos nocivos da construção ao meio ambiente dado que atesta a qualidade ambiental do edifício durante todo o seu ciclo de vida. Foi necessário estudar as condições de aplicação do sistema e fazer uma aplicação prática. O seu sistema de avaliação é baseado no atendimento a uma série de critérios pré-estabelecidos, relacionados a ações que podem ser tomadas em relação a diferentes itens do projeto, construção e operação, que possam contribuir para um melhor desempenho ambiental da edificação. Esta aplicação permitiu identificar fragilidades e estratégias na construção, no sentido de definir estratégias para melhorar a sustentabilidade da construção em Luanda.

Palavras-chave

LEED; Certificação ambiental; Luanda; Sustentabilidade

Abstract

During the life cycle of a building, resources that contribute to global warming are consumed and emissions are emitted into the atmosphere. The urgency to change this situation requires the use of more efficient construction and resource consumption strategies, along with a greater awareness of the population to the problems arising from the practices of the construction sector. Every day there is a need to think consciously about sustainable development due to the gradual decrease in the planet's natural resources and the need to reduce emissions. Namely in a sector like the construction industry that most affects the environment in a harmful way and consequently suffers the most from the scarcity of resources.

In the scope of the work, we studied systems for the evaluation of sustainable construction and environmental certification of buildings, and we applied a sustainability assessment system for buildings: LEED, in a multifamily building in Luanda. LEED certification is an important factor in mitigating the harmful effects of construction on the environment since it attests to the environmental quality of the building throughout its life cycle. It was necessary to study the conditions of application of the system and make a practical application. Its evaluation system is based on the fulfillment of a series of pre-established criteria, related to actions that can be taken regarding different items of the project, construction, and operation, which can contribute to a better environmental performance of the building. This application allowed the identification of weaknesses and strategies in the construction, in order to define strategies to improve the sustainability of the building in Luanda.

Keywords

LEED;Environmental certification;Luanda;Sustainability

Índice

1 Enquadramento	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Metodologia e estruturação do trabalho	3
2 Angola – Caracterização geral do território	5
2.1 Luanda – Contexto histórico	7
2.2 Tipologias Arquitetónicas	11
2.2.1 Arquitetura Vernacular Angolana	12
2.2.1.1 Tipos e evolução da habitação vernacular	13
2.2.2 Arquitetura no período colonial	15
2.2.2.1 Arquitetura religiosa	15
2.2.2.2 Arquitetura militar	18
2.2.2.3 Arquitetura pública	19
2.2.2.4 Arquitetura doméstica	21
2.2.3 Musseques	24
2.2.4 Arquitetura Contemporânea	27
3 Sustentabilidade na Arquitetura	31
3.1 Sustentabilidade e Arquitetura tradicional	35
3.1.1 Sustentabilidade e Arquitetura tradicional em Angola	38
3.2 Definição de princípios gerais para Construção Sustentável em Luanda	41
3.2.1 Projeto Bioclimático	42
3.2.1.1 Contexto climático	42
3.2.1.2 Localização, forma e orientação	42
3.2.1.3 Sombreamento	44
3.2.1.4 Ventilação natural	44
3.2.1.5 Iluminação natural	46
3.2.1.6 Isolamento térmico	47
3.2.1.7 Vãos envidraçados	47
3.2.1.8 Controlo de ganhos internos	48
3.3 Sistemas de avaliação da Construção sustentável e certificação ambiental do edificado	48
3.3.1 Surgimento dos instrumentos de avaliação	48
3.3.2 Objetivo e características dos sistemas de avaliação	51

3.3.3 Metodologia dos sistemas de avaliação	52
4 Estudo do Sistema de Avaliação LEED: conceitos gerais	55
4.1 Objetivos do LEED	56
4.2 Categorias do sistema de avaliação LEED	56
4.3 Processo de certificação	57
4.4 Tipologias do LEED	58
4.5 LEED Casas: edifícios multifamiliares v4.1	60
4.5.1 Categorias de avaliação do Sistema LEED Casas: edifícios multifamiliares v4.1	60
4.5.1.1 Processo Integrado (IP)	61
4.5.1.2 Localização e Transporte (LT)	61
4.5.1.3 Terrenos Sustentáveis (SS)	63
4.5.1.4 Uso Racional da Água (WE)	65
4.5.1.5 Energia e Atmosfera (EA)	66
4.5.1.6 Materiais e Recursos (MR)	68
4.5.1.7 Qualidade do Ambiente Interior (EQ)	69
4.5.1.8 Inovação (IN)	72
4.5.1.9 Prioridade Regional (RP)	72
5 Aplicação do LEED Casas: edifícios multifamiliares ao caso de estudo	75
5.1 Descrição do Edifício	76
5.2 Metodologia aplicada	77
5.3 Tratamento e Análise dos dados	78
5.4 Análise de dados, resultados e discussões	79
5.4.1 Análise e resultados	79
5.4.2 Conclusão sobre a aplicação do sistema LEED	95
5.4.3 Crítica face à aplicação do sistema LEED ao caso de estudo	96
6 Conclusões e Trabalhos Futuros	99
6.1 Resumo do Trabalho realizado	99
6.2 Principais Conclusões	100
6.3 Trabalhos Futuros	101
Referências Bibliográficas	103
Anexos	107

Lista de Figuras

- Figura 1- Localização de Angola em África.
Figura 2- Distribuição provincial de Angola.
Figura 3- Mapa da Província de Luanda.
Figura 4- A Baía de Luanda.
Figura 5- Mapa climático de Angola.
Figura 6- Planta da Cidade de S. Paulo de Luanda, 1647 (à esquerda) e em 1698 (à direita).
Figura 7- A baixa de Luanda em 1884.
Figura 8- Panorâmica da Cidade de S. Paulo de Luanda, 1816.
Figura 9- Exemplo de habitação vernacular em Angola.
Figura 10- Exemplos de habitações nativas angolanas do grupo I (acima) e II (abaixo).
Figura 11- Evolução da habitação nativa angolana.
Figura 12- Imagem comparativa da evolução dos sistemas construtivos da habitação nativa. Pau-a-pique (à esquerda) e adobe (à direita).
Figura 13- Habitações nativas de vários grupos étnicos, seguindo a evolução até ao modelo suburbano.
Figura 14- Fachada frontal da Igreja de Nossa Senhora do Cabo (à esquerda) e a torre da Igreja de Nossa Senhora da Conceição (à direita).
Figura 15- Fachada da Igreja de Jesus (à esquerda) e o interior em 2013 (à direita).
Figura 16- Igreja de Nossa Senhora dos Remédios (à esquerda) e a Igreja de Nossa Senhora da Nazaré (à direita).
Figura 17- Igreja e Convento de Nossa Senhora do Carmo, 1920 (à esquerda) e a Igreja do Carmo, 2018 (à direita).
Figura 18- Fortaleza de São Miguel, séc. XX (acima) e séc. XXI (abaixo).
Figura 19- Palácio Presidencial (à esquerda) e Governo Provincial de Luanda (à direita).
Figura 20- Alfândega (à esquerda) e Hospital Josina Machel (Maria Pia) (à direita).
Figura 21 - Ministério das Relações exteriores (à esquerda) e Banco Nacional de Angola (à direita).
Figura 22- Casas típicas portuguesas.
Figura 23- Sobrado na zona dos Coqueiros.
Figura 24- Museu de Antropologia de Angola.
Figura 25- Sobrados localizados na Baixa de Luanda.
Figura 26- Edifício do Livro localizado na Maianga (à esquerda) e Edifícios residenciais no bairro Prenda (à direita).
Figura 27- Edifício do Ministério do Urbanismo e Obras Públicas (antigamente Edifício Alfredo Matos) (à esquerda) e edifício localizado no largo Amílcar Cabral Serpa Pinto.
Figura 28- Musseque em meados do século XX e vista aérea do musseque atualmente.
Figura 29- Musseque denso não estruturado localizado na Chicala (à esquerda) e Musseque denso estruturado não asfaltado (à direita).
Figura 30- Alguns prédios da cidade de Luanda de Arquitetura contemporânea.
Figura 31- Cidade do Kilamba (à esquerda) e Projeto habitacional do Zango (à direita).
Figura 32- Objetivos da sustentabilidade na sua tripla dimensão.
Figura 33- Grande Mesquita de Djenné, Mali.
Figura 34- Construção de bambu de uma moradia familiar.
Figura 35- Distribuição étnica de Angola.
Figura 36- Habitações tradicionais do povo Khoisan.
Figura 37- Ilustração da implantação incorreta (à esquerda), de um aglomerado de habitações face à exposição solar, aos ventos dominantes e da ação das chuvas; da correta implantação (à direita).
Figura 38- Otimização da orientação solar para a zona de Luanda.

Figura 39- Ventilação unilateral (à esquerda) e cruzada (à direita); e torre de vento (abaixo).

Figura 40- Esquema de ventilação por efeito de chaminé num edifício de átrio.

Figura 41- Controle dos ganhos de calor e unidade.

Figura 42- Esquema representativo das diferentes fases da Avaliação de Ciclo de Vida.

Figura 43- Distribuição dos pesos e ponderações entre os créditos do LEED.

Figura 44- Categorias do sistema de avaliação LEED.

Figura 45- Etapas do processo de certificação.

Figura 46- Selos de certificação LEED.

Figura 47- Os tipos de sistema LEED adequados a cada tipo de projeto.

Figura 48- Pesos de categoria.

Figura 49- Localização do projeto.

Figura 50- Centralidade do Sequele.

Figura 51- Vista aérea da centralidade do Sequele.

Figura 52- Edifício em estudo.

Figura 53- Esquematização da metodologia aplicada.

Figura 54- Esquematização para obtenção de pontos do crédito WE: Redução do uso de água.

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Sistemas de certificação ambiental.

Tabela 2 - Requisitos da categoria de “Processo Integrado” baseado na checklist “LEED v4.1 Residential: Multifamily”.

Tabela 3 – Requisitos da categoria de “Localização e Transporte” baseado na checklist “LEED v4.1 Residential: Multifamily”.

Tabela 4 – Requisitos da categoria de “Terrenos Sustentáveis” baseado na checklist “LEED v4.1 Residential: Multifamily”.

Tabela 5 – Requisitos da categoria de “Uso Racional da Água” baseado na checklist “LEED v4.1 Residential: Multifamily”.

Tabela 6 – Requisitos da categoria de “Energia e Atmosfera” baseado na checklist “LEED v4.1 Residential: Multifamily”.

Tabela 7 – Requisitos da categoria de “Materiais e Recursos” baseado na checklist “LEED v4.1 Residential: Multifamily”.

Tabela 8 - Requisitos da categoria de “Qualidade do Ambiente Interior” baseado na checklist “LEED v4.1 Residential: Multifamily”.

Tabela 9 - Requisitos da categoria de “Inovação” baseado na checklist “LEED v4.1 Residential: Multifamily”.

Tabela 10- Requisitos da categoria de “Prioridade Regional” baseado na checklist “LEED v4.1 Residential: Multifamily”.

Tabela 11- Pontuação obtida na categoria de Processo Integrado.

Tabela 12- Pontuação obtida na categoria de Localização e Transporte.

Tabela 13- Pontuação obtida na categoria de Terrenos Sustentáveis.

Tabela 14- Consumos de referência atribuído pelo LEED.

Tabela 15- Pontuação obtida na categoria de Uso racional da Água.

Tabela 16- Pontuação obtida na categoria de Energia e Atmosfera.

Tabela 17- Pontuação obtida na categoria de Materiais e Recursos.

Tabela 18- Pontuação obtida na categoria de Qualidade do Ambiente Interior.

Tabela 19- Pontuação obtida na categoria de Inovação.

Tabela 20- Pontuação obtida na categoria de Prioridade Regional.

Lista de Acrónimos

ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AVAC	Aquecimento, ventilação e exaustão, ar-condicionado
BEPAC	Building Environmental Performance Assessment Criteria
BRE	Building Research Establishment
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
CFC	Clorofluorcarboneto
CIB	Conseil International du Bâtiment
DCV	Design do Ciclo de Vida
DECA	Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura
EA	Energia e Atmosfera
EIA	Estudos de Impacte Ambiental
EQ	Qualidade do Ambiente Interior
EUA	Estados Unidos da América
FNLA	Frente Nacional de Libertação de Angola
GBCI	Green Business Certification Inc.
GBTool	Green Building Tool
GPL	Governo Provincial de Luanda
HQE	Haute Qualité Environnementale
iisBE	International Initiative for a Sustainable Built Environment
IN	Inovação
IPGUL	Instituto de Planeamento e Gestão Urbana de Luanda
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LEED BD+C	LEED for Building Design and Construction
LEED ID+C	LEED for Interior Design and Construction
LEED O+M	LEED for Building Operations and Maintenance
LEED ND	LEED for Neighborhood Development
LID	Desenvolvimento de Baixo Impacto (Low Impact Development)
LiderA	Liderar pelo Ambiente
LT	Localização e transporte
MPLA	Movimento Popular de Libertação de Angola
MR	Materiais e Recursos
NABERS	National Australian Building Environmental Rating System
PDGML	Plano Director Geral Metropolitano de Luanda
IP	Processo Integrado
RP	Prioridade Regional
SBTool	Sustainable Building Tool
SR	Refletância solar
SRI	Índice de Refletância solar
SS	Terrenos Sustentáveis
UBI	Universidade da Beira Interior
UNITA	União Nacional para a Independência Total de Angola
USGBC	United States Green Building Council
VOC	Compostos Orgânicos Voláteis

WE

Uso Racional da Água

Capítulo 1 – Enquadramento

As atividades construtivas têm acompanhado o homem, as suas civilizações, o crescimento e desenvolvimento populacional pela capacidade de mobilizar recursos e pelo conseqüente impacte ambiental.

“Cerca de 10% da economia global são dedicados à operação e construção de edifícios (Roodman e Lenssen, 1995)”(Pinheiro, 2006)

“O setor da construção tem um grande impacte na economia, com uma forte incidência no volume do emprego, na contribuição para o PIB e na formação bruta do capital fixo, tendo ainda um efeito de arrastamento apreciável nas restantes áreas económicas.” (Pinheiro, 2006)

Além disso, o sector da construção é de extrema importância pois na maioria dos casos a população vive e trabalha em ambientes construídos, o que origina um crescimento sucessivo de consumos energéticos. Portanto as atividades construtivas impactam não só o setor económico e social, mas também o ambiental pela ocupação e uso do solo, pelo consumo de recursos como a água e a energia, a produção de resíduos, materiais e produtos que causam um forte impacte ambiental (Pinheiro, 2006).

A situação atual prevê um aumento do consumo de 50% até 2050, se não forem tomadas medidas para contornar a situação melhorando a eficiência energética no setor dos edifícios. O aumento dos consumos deve-se ao aumento do número de construções seja para fins habitacionais, comerciais ou outros. Não podemos nos esquecer que o homem é o principal responsável pelos impactos causados atualmente, por intermédio das atividades de construção. O meio ambiente tem sofrido alterações pelo aumento das emissões de poluentes, nomeadamente o dióxido de carbono (CO₂), metano e óxido nítrico, que formam uma concentração de gases que degradam a camada de ozono estratosférico que envolve o planeta Terra, provocando dessa forma o aquecimento global ou efeito de estufa (International Energy Agency, 2013; Pinheiro, 2006).

É importante compreender que os impactos ambientais de uma atividade construtiva são resultantes de todo um processo desde os materiais, resíduos, até às emissões. Baseando-se no conceito ao desenvolvimento sustentável é possível dar resposta às necessidades em questões ambientais sociais e económicas e colocar em prática estratégias para a

redução do consumo de recursos de forma a não prejudicar as necessidades das gerações futuras (Pinheiro, 2006).

A Arquitetura Sustentável provém do conceito de desenvolvimento sustentável, ela consiste na implementação do design bioclimático ou chamado também de design passivo, que tem como objetivo proporcionar ambientes confortáveis sem depender do uso excessivo dos meios mecânicos de climatização ou iluminação e simultaneamente minimizar o consumo energético e protegendo o meio ambiente. A ventilação natural, o uso da inércia térmica, sombreamento, orientação solar são algumas das estratégias de design passivo que podem ser aplicadas tendo conhecimento sobre o local de implementação de um projeto, o clima e a região onde o mesmo se será inserido para o edifício poder ser adaptado ao contexto climático (Guedes, 2011).

Angola, sendo um país africano e em vias de desenvolvimento, atribui a responsabilidade aos Arquitetos, Engenheiros civis e todos profissionais envolvidos a adotarem por práticas e métodos construtivos sustentáveis, pois como tem acontecido também no mundo. Verifica-se que Luanda tem tido um grande crescimento demográfico e desenvolvimento urbano que resulta num aumento de atividades de construção. O maior avanço do crescimento da cidade de Luanda tem o seu registo entre 1950 e 1975 período em que chegaram muitos imigrantes portugueses, após a independência do país em 1975 e o culminar da guerra civil em 2002 que levou a pressão migratória da população proveniente de outras províncias para a capital em busca de melhores condições de vida (Aleixo & Guedes, 2010; Correia, 2018).

Devido a esse crescimento acelerado a cidade tem se alastrado para as zonas periféricas e se ramificou em duas formas: crescimento de áreas informais e desenvolvimento de centralidades que visa reduzir o défice habitacional, dar acolhimento às populações que vivem em más condições e fornecer melhor qualidade de vida (Figueira, 2020).

Apesar de a construção sustentável não estar devidamente explorada no Continente Africano, existem várias ferramentas de análise que permitem identificar estratégias que podem e devem ser utilizadas em edificações em África (Guedes, 2011).

Como resposta às crescentes questões ambientais surgiram, pois, as certificações ambientais para avaliar a construção sustentável, para melhorar o desempenho ambiental dos edifícios face a um conjunto de critérios. E um dos sistemas de certificação que surgiu em 1998 é o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) que é um sistema criado e desenvolvido nos Estados Unidos pelo United States Green

Building Council- USGBC, organização que pretende promover edifícios mais saudáveis e confortáveis para se viver e trabalhar (U.S. Green Building Council, n.d.).

O LEED é reconhecido internacionalmente e é o sistema mais utilizado no mundo, aplicado em mais de 167 países. Pode ser aplicado em todo o tipo de edifícios e é a ferramenta para tornar edifícios verdes saudáveis, eficientes, económicos e melhorar a qualidade de vida.

A certificação ambiental de edifícios em Luanda é um tema pouco discutido, mas, a prática da mesma ajudaria a minimizar impactos ambientais, sociais e económicos. Portanto, considera-se nesta dissertação a aplicação do sistema num estudo de caso.

1.1 Objetivos

O objetivo geral desta dissertação constitui-se na realização de um estudo da aplicação da certificação LEED v4.1 (Leadership in Energy and Environmental Design), num edifício multifamiliar localizado na cidade de Luanda, com o intuito de analisar de forma crítica as práticas de sustentabilidade aplicadas no objeto de estudo sob visão de um sistema internacional de certificação de Sustentabilidade. Com base nesse Sistema de Certificação pretende-se apresentar o processo necessário para a obtenção do selo e estudar cada categoria bem como os seus respetivos pré-requisitos e créditos.

Os objetivos específicos são:

- 1- Identificar com base nos resultados obtidos, quais as categorias prioritárias e significativas para a implementação ao objeto de estudo;
- 2- Determinar quais medidas e práticas devem ser adotadas para contribuir para a sustentabilidade do edifício, melhoria da qualidade de vida humana e do meio ambiente.

1.2 Metodologia e estruturação do trabalho

De acordo com os objetivos propostos, para a elaboração desta dissertação foi aplicada uma metodologia para dar resposta às questões apresentadas.

Realizou-se a recolha de informação através de pesquisa bibliográfica por meio de livros físicos, teses, publicações em websites, artigos e inúmeros livros digitais onde foi possível colher informação que se revelava importante para elaboração do corpo deste trabalho. A investigação, análise e edição da informação recolhida permitiu a contextualização do

tema e serve como base teórica fundamental para a realização do trabalho. A dissertação foi escrita de acordo ao novo acordo ortográfico e o método de citação é a sexta edição do APA.

O corpo deste trabalho divide-se em seis capítulos: sendo o primeiro a introdução com a apresentação justificativa, o objeto de estudo, os objetivos gerais e específicos e a metodologia da pesquisa.

O segundo capítulo apresenta a contextualização geral do território de Angola com todos os factos sociais e históricos considerados relevantes, a evolução das tipologias Arquitetónicas desde o período pré-colonial até às tendências contemporâneas (do séc. XVII ao séc. XXI), estabelecendo uma linha cronológica da Arquitetura praticada no local para a proposta de estudo, a cidade de Luanda.

No terceiro capítulo são abordados os principais conceitos relacionados ao desenvolvimento sustentável, a contextualização do tema sustentabilidade na Arquitetura e na construção, apresentando estratégias para uma construção sustentável de acordo com os pilares fundamentais do design passivo em climas tropicais. E uma abordagem sobre os vários sistemas de certificação de sustentabilidade, desde o surgimento, objetivos, características principais e metodologia utilizada em cada sistema.

O quarto capítulo apresenta o estudo sobre o Sistema de avaliação de sustentabilidade LEED, desde os objetivos, o processo de certificação, a definição de cada categoria do sistema, os respetivos pré-requisitos e créditos e todos os critérios que compõem o sistema, bem como a pontuação correspondente a cada cumprimento.

O quinto capítulo consiste na aplicação do sistema LEED nas edificações multifamiliares em estudo. Apresenta-se a contextualização do objeto de estudo, a metodologia aplicada nos termos do sistema de avaliação LEED, o levantamento, tratamento de dados, a respetiva análise, aplicação e conclusões sobre os resultados obtidos.

Por fim, o último capítulo compreende as considerações finais sobre o estudo realizado e algumas perspetivas de trabalhos futuros.

Capítulo 2 - Angola - Caracterização geral do Território

Angola está situada na região Central Ocidental de África, a Sul do equador entre as zonas intertropical e subtropical do Hemisfério Sul. É limitada a Norte pela República Democrática do Congo e a República do Congo, a Leste pela República Democrática do Congo e a República da Zâmbia, a Sul pela República da Namíbia e a Oeste pelo Oceano Atlântico que banha a sua costa de 1.650 km. Angola possui uma superfície de 1.246.700 km² (Figura 1)(Alexandre, 2016).



Figura 1- Localização de Angola em África.
Fonte: (Electroforce, 2021).



Figura 3- Mapa da Província de Luanda.
Fonte: (Gabriel, 2018).



Figura 2- Distribuição provincial de Angola. Fonte:
Adaptado de Wikipédia, 2021.

Luanda é a capital de Angola e de 18 províncias que compõem um país em desenvolvimento, localizado na costa ocidental africana (Figura 2). Situa-se entre os rios Bengo e Kwanza, numa região semiárida e quente, com pouca vegetação e solo pobre. A província de Luanda tem 18 826 Km² de área distribuída pelos seus nove municípios e conta com uma população de mais de 6.500.000 de habitantes (Flora, 2018; IPGUL, 2015).

A cidade avança sobre o Atlântico sob a forma de baía (Figuras 3 e 4) com uma restinga que serve de proteção natural em relação às catástrofes naturais. Esta restinga estende-se para o interior apresentando um declive íngreme que forma um planalto cujas diferenças de cotas variam entre os 40 e os 80 metros (Flora, 2018).



Figura 4- A Baía de Luanda. Fonte: Jornal de Angola, 2021.

No que diz respeito ao clima, em Angola existem duas estações principais: a estação das chuvas, período mais quente que ocorre entres os meses de Outubro à Abril ou início de Maio e a estação mais seca chamada de “Cacimbo” que ocorre entre Maio à Setembro. Essa última estação recebe esse nome devido ao nevoeiro matinal típico dos meses secos. Grande parte do país é afetada por um clima tropical moderado, com níveis de humidade e calor que se mantêm constantes ao longo do ano, sendo o valor médio anual da humidade relativa de 80%. A temperatura nos meses mais frescos decorrem nos meses de Julho e Agosto em que os valores atingem 17°C e a temperatura média anual é de 24,4°C, durante os meses mais quentes (Março e Abril) os valores atingem 27°C (Cruz, 2012; Flora, 2018; Governo Provincial de Angola, n.d.).

O país possui uma situação geográfica peculiar, por estar na zona intertropical e subtropical do hemisfério Sul, ser próximo ao mar e pelas especificidades do seu relevo, divide-se em duas regiões climáticas distintas nomeadamente (Figura 5)(Governo Provincial de Angola, n.d.):

- A Região Litoral - com humidade relativa média anual de 30% e temperatura média superior aos 23°C (Governo Provincial de Angola, n.d.);

• A Região do Interior, subdividida em Zona Norte, com elevadas quedas pluviométricas e temperaturas altas, zona de Altitude que abrange as regiões planálticas centrais com uma estação seca de temperaturas baixas e a Zona Sudoeste, semiárida devido a proximidade do deserto do Namibe, extensão do deserto do Kalahari, sujeita a grandes massas de ar tropical continental (Governo Provincial de Angola, n.d.).

Os solos são na sua maioria de composição argilosa (argila vermelha), no entanto são mais arenosos junto a costa e impróprios para a agricultura (Flora, 2018).

A língua portuguesa é a língua oficial e é falada por 30% da população de todo o país e 60% na capital e existem cerca de 118 dialetos obtidos através da difusão dos grupos Banto no território (Correia, 2014; Governo Provincial de Angola, n.d.).

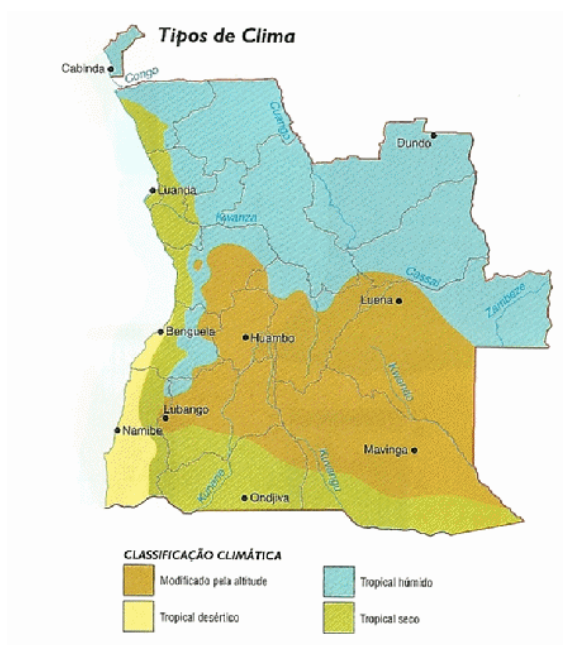


Figura 5- Mapa climático de Angola. Fonte: (Sampaio, 2012).

2.1. Luanda - Contexto histórico

A capital angolana foi fundada a 25 de Janeiro de 1576, sob o nome de São Paulo da Assunção de Loanda, com a chegada do almirante Paulo Dias de Novais, cerca de um ano após o desembarque português na Ilha de Luanda a 11 de Fevereiro de 1575, autorização que foi concedida pelo Rei do Congo, pois a Ilha de Luanda que era uma fonte de riquezas pela pesca, sal e conchas fazia parte desse reino. Posteriormente os portugueses passam para a cidade de Luanda e ocupam um dos pontos mais altos do local sob a autorização do Rei do N'dongo (Correia, 2012; Cruz, 2012).

A região de Luanda foi a primeira área de atividade europeia em Angola. O assentamento da cidade de Luanda deve-se principalmente a razões militares, por apresentar-se com altitudes baixas e altas permitiu que usufruíssem da parte alta para defenderem-se tanto das populações nativas bem como de inimigos de quem se temiam ataques feitos pelo mar e por ser também um local resguardado na baía, protegido pela Ilha de Luanda. Por esses motivos foram edificadas fortalezas nos pontos mais altos da cidade (Correia, 2012; Wheeler & Pélissier, 2009).

Tinha-se como objetivo servir de base de fixação e local de partida para a exploração do território angolano, porém prosperou bastante nas atividades comerciais de marfim, cera e posteriormente com o porto comercializavam escravos que eram levados em navios para a Europa e Brasil. O que permitiu recursos para avançar no território e alargar o poder na região e após aproximadamente cinco séculos os grupos Bantu (“Bakongo”, “Ambundo”, “Ovimbundo”, “Chokwe”, “Ganguela”, “Herero”, “Nhaneca Umbe”, “Ovambo”, “Ovimbundo”, “Xindonga”) povos que ocuparam o território angolano (Correia, 2014; Cruz, 2012).

O país tem como parte da sua história a ocupação e colonização por portugueses no período entre 1576 e 1975, cerca de 400 anos fazendo parte dos territórios que compunham o Império Colonial Português. Tendo sido uma colónia portuguesa apresenta a mesma organização espacial: cidade em encosta com a topografia bastante acidentada; apresenta plantas irregulares ou mistas; o processo de desenvolvimento foi gradual e levou gerações, à semelhança de outras cidades fundadas pelo mesmo colonizador (Figura 6)(Flora, 2018; Teixeira & Valla, 1999).

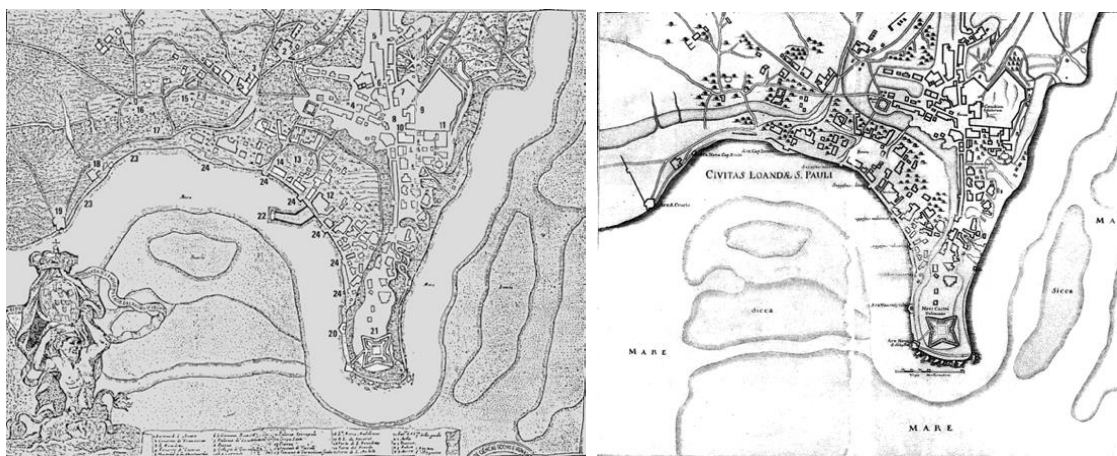


Figura 6- Planta da Cidade de S. Paulo de Luanda, 1647 (à esquerda) e em 1698 (à direita). Fonte: (Flora, 2018).

Luanda começou a erguer-se lentamente em torno da Fortaleza de São Miguel, estendendo-se por toda a baía, a qual era usada como um porto natural bem protegido pela Ilha de Luanda (Figura 7). O desenvolvimento urbanístico deste núcleo, conhecido como a “*baixa*” da cidade, foi-se adaptando à topografia local, que, por sua vez, acabou por orientar o sentido dos arruamentos, de maneira a maximizar a ação favorável dos ventos dominantes. Esta zona era limitada por um morro com cerca de 60 metros de altura constituído por barrancos causados pela erosão, também conhecido por “*barrocas*” (Figura 8).



Figura 7- A baixa de Luanda em 1884. Fonte: (Cruz, 2012).



Figura 8-Panorâmica da Cidade de S. Paulo de Luanda, 1816, da autoria de Luís Motta Feo. Fonte: Acervo Cartográfico do IPGUL (Cruz, 2012).

Ao longo deste período de crescimento, as necessidades de expansão (relacionadas com o tráfego mercantil) levaram a uma ocupação do planalto situado no topo das “*barrocas*”, dando origem à parte “*alta*” da cidade, a qual foi conquistando gradualmente o interior do território. Neste novo espaço, o traçado urbano adquiriu uma configuração diferente da aplicada nas áreas mais acidentadas da “*baixa*”, traduzindo-se assim num modelo com maior regularidade, acompanhando os arruamentos principais paralelamente ao mar (Batalha, 1966; Cruz, 2012).

Portanto, pela topografia do território a cidade de Luanda ficou dividida em duas partes: a cidade baixa e a cidade alta. A cidade baixa refere-se à plataforma que vai desde a cota do mar até 50 e 60 metros de altitude onde predominavam as atividades comerciais e portuárias com um traçado urbano mais denso e desordenado e a cidade alta refere-se à plataforma com 40 a 80 metros de altitude, possuindo um estatuto urbano mais privilegiado composto por aristocratas, clero e pelos seus criados e escravos com quem mantinham uma cordial relação de convivência, também incluíam-se acomodações para os escravos domésticos nas casas apalaçadas. O conjunto formado pelas duas cidades estava caracterizado por fortes, igrejas e conventos, no entanto a cidade alta constituía-se pela maioria das construções pois foi onde a cidade se desenvolveu após a sua

fundação, numa planta linear com uma estrutura e linguagem simples e clara (Alexandre, 2016; Flora, 2018).

A antiga cidade típica portuguesa, com os seus palácios, sobrados, casas típicas, com as suas igrejas barrocas coroando os seus pontos mais altos e os seus bairros populares tradicionais, foi sendo demolida para dar lugar a arquitetura de “*art déco*” e do movimento moderno, destruindo muito do patrimônio arquitetônico ultramarino que remontava dos séculos XVII e XVIII, em nome de uma renovação urbana, que segundo Ilídio do Amaral destruiu a originalidade da cidade (Amaral, 1968; Alexandre, 2016).

Entre 1926 e 1961, Angola vivenciou o período de prosperidade econômica, com o comércio do algodão, café e diamantes e taxas alfandegárias. Porém, não havia uma segurança de que esse período durasse por muito tempo, pois se levantava uma revolta popular por parte dos africanos por motivos de injustiça social, tal como a escravatura, o trabalho forçado e a corrupção na administração colonial Portuguesa, entre outras (Daniel, 2019; Wheeler & Pélissier, 2009).

A guerra colonial que decorreu de 1961 até 1974 levada a cabo por três Movimentos nacionalistas Angolanos - MPLA, UNITA e FNLA, teve como consequência que os setores políticos e sociais do país ficassem desestruturados. O golpe militar de 25 de Abril de 1974 em Portugal desencadeou no cessar-fogo paulatino entre as forças portuguesas e as três principais forças nacionalistas angolanas. Após meses de negociações entraram num acordo – Acordo de Alvor – que se realizou no dia 15 de Janeiro de 1975 em que fixaram um sistema de transição para a independência de Angola. A 11 de Novembro de 1975, Angola torna-se então num país independente. No entanto após a sua independência instalou-se a guerra civil entre esses mesmos movimentos nacionalistas que perdurou durante 27 anos. A guerra civil e a partida súbita de centenas de milhares de portugueses trouxeram lacunas nas áreas de administração, comércio, produção agrícola, industrial e mineira deixando a economia num estado trágico. Aos 22 de Fevereiro de 2002 morre o líder do maior partido da oposição e pouco depois, a 4 de Abril de 2002, foram assinados os Acordos de paz e o início à reconstrução de um país destruído (Wheeler & Pélissier, 2009).

Como esperado, a guerra destróçou o país levando a perda de vidas, bens materiais e à destruição de infraestruturas de transportes. Inúmeras famílias deslocaram-se do interior do país à cidade capital em busca de um lugar seguro para viver, instalando-se nas periferias da cidade resultando num crescimento urbano acelerado num período de tempo relativamente curto, não planeado, descontrolado, levando a sérios desafios

ambientais, com efeitos diretos na qualidade de vida das populações (Daniel, 2019; Wheeler & Pélissier, 2009).

Luanda passou de forma desregulada, de uma massa demográfica de aproximadamente 500.000 indivíduos, em 1975, para cerca de 4.500.00 indivíduos aquando dos acordos de paz em 2002 e evoluiu para 6.500.00 habitantes de acordo com o Censos 2014. Resultando numa sobrecarga aos serviços essenciais, saúde, transportes, estabelecimentos de ensino e habitações precárias (PDGML, 2015).

Segundo o (PDGML, 2015), 49% da área urbana de Luanda é composta por musseques, o que significa que um elevado número de pessoas vive em áreas de habitações precárias, em áreas de risco grave de saúde e de vida. Muitas famílias que residem nessas áreas urbanas estão mal servidas de infraestruturas essenciais, como água potável e instalação predial de esgoto (PDGML, 2015).

2.2. Tipologias Arquitetónicas

Angola é um país rico de história e cultura. Para entendermos o edificado atual de Luanda, é necessário conhecer a evolução arquitetónica das edificações, pois ocorreram transformações desde as cubatas até a Arquitetura contemporânea. Dito isto, podemos identificar três tipologias arquitetónicas em Angola (Daniel, 2019):

- **Arquitetura Vernacular:** construções tradicionais em habitats rurais, feitas com materiais locais, designadas por ‘cubatas’. É apresentado o processo evolutivo das mesmas em várias regiões do país;

- **Arquitetura no período colonial:** edificações construídas desde a chegada dos portugueses no ano de 1576 à proclamação da independência do país em 1975, compreende a arquitetura militar, religiosa, pública e doméstica. Abrange a arquitetura de “transição”, neoclássica, “*art déco*”, estado novo ou nacionalista, até o estilo arquitetónico moderno;

Musseques: construções não consolidadas em espaço urbano, com baixo nível de habitabilidade, sem planeamento urbano e com recurso a utilização de materiais de baixo custo. O conjunto habitacional urbano dessas construções são designadas de musseques e são destinadas a pessoas com poucos recursos financeiros;

- **Arquitetura contemporânea:** compreende os estilos arquitetónicos após o Modernismo, edificações construídas com elemento estrutural de betão armado, após 1975.

2.2.1 Arquitetura Vernacular Angolana

A arquitetura vernacular como já foi referido está relacionada a construções tradicionais em habitats rurais com a utilização de materiais locais sendo os mais utilizados no país: paus, adobe, pedra, caniços, colmo (palha) e madeira (Figura 9). A utilização de materiais locais para a construção de habitação, torna-se numa prática sustentável e económica por serem materiais com baixo impacto ambiental, de fácil acesso e de construção prática e rápida pois o tempo de espera para a aplicação é reduzido (Guedes, 2011).



Figura 9- Exemplos de habitação vernacular em Angola. Fonte: (Guedes, 2011; African vernacular architecture, 2022).

Os hábitos e cultura de um povo são fatores determinantes para o modo de construção das habitações. Em Angola as habitações nativas são designadas por “cubatas”, que são habitações baixas de pau a pique revestidas de palha ou barro, sem janelas ou com janelas muito pequenas, com piso feito de terra batida. Como a sua função era somente para descanso, proteção contra as chuvas e incidência solar e para armazenamento de objetos pessoais e mobiliário, o espaço interior era bastante reduzido, cerca de 10 à 20m² (Correia, 2018; Weimer, 2014).

A habitação vernacular angolana pode-se dividir em dois grupos tipológicos principais: O primeiro grupo é caracterizado pela construção onde as paredes e o teto constituem um único elemento, ou seja, as paredes funcionam como cobertura e vice-versa e a planta tem a forma circular. O segundo grupo é o oposto do primeiro, refere-se ao grupo onde as paredes e a cobertura representam elementos separados, não existe uma continuidade entre ambos e a planta tem a forma quadrangular (Figura 10)(Mateus, 1934; Redinha, 1964; Alexandre, 2016).

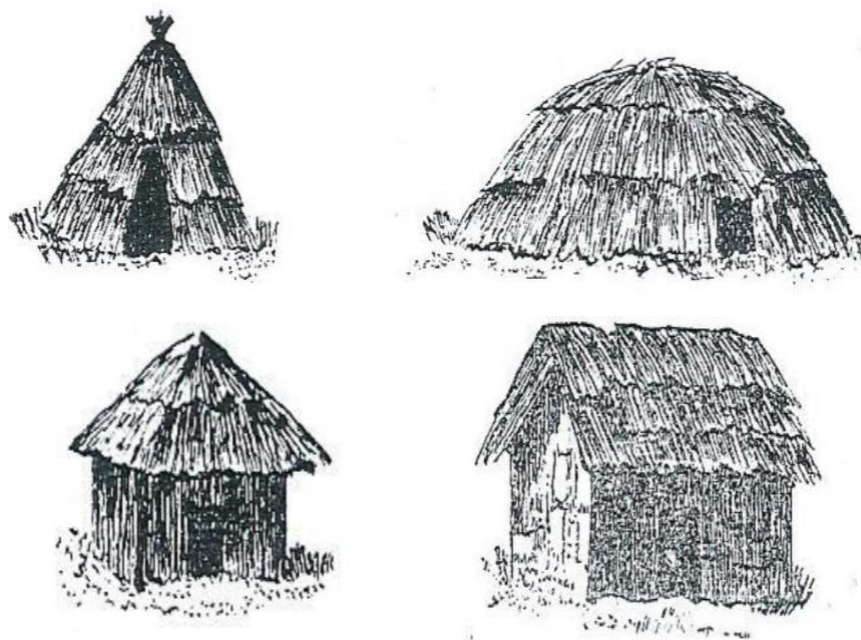


Figura 10- Exemplos de habitações nativas angolanas do grupo I (acima) e II (abaixo). Fonte: Redinha, 1964; Alex: 2016.

2.2.1.1 Tipos e evolução da habitação vernacular

No decorrer do tempo a habitação passou por transformações para suprir as necessidades dos ocupantes. Inicialmente as cubatas serviam para proteção das chuvas, incidência forte de raios solares, composta por zona de descanso e do fogo. As atividades de lazer eram realizadas no exterior da habitação de forma comunitária. Com o passar do tempo ganharam um formato retangular, uma distribuição dos compartimentos maior com a implementação de uma cozinha, espaço para banhos por vezes acompanhado de uma fossa, implementação de elementos construtivos como ombreiras, portas e postigos (Figura 11). Relativamente a materialidade há uma transição de paredes a pau-pique para tijolos de adobe ou barro reforçado (Figura 12), a chapa de zinco como elemento de cobertura e a caiçação das paredes (ou pintura com cal). Quanto a distribuição interna, é definida uma compartimentação mais clara e espaçosa, um quintal ou pátio anexado à habitação para a criação dos animais domésticos (Alexandre, 2016; Redinha, 1964).

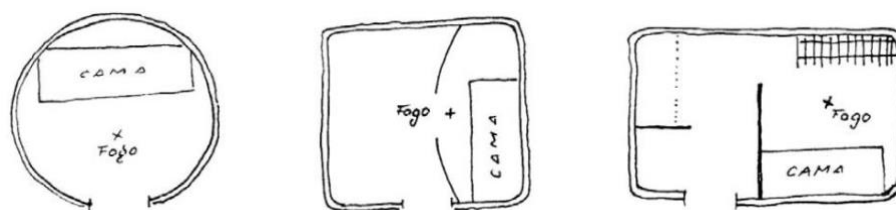


Figura 11- Evolução da habitação nativa angolana. Fonte: (Redinha, 1964).



Figura 12- Imagem comparativa da evolução dos sistemas construtivos da habitação nativa. Pau-a-pique (à esquerda) e adobe (à direita). Fonte: (Daniel, 2019).

Angola é uma sociedade plural constituída por uma grande heterogeneidade etnográfica, ou seja, por vários grupos culturais especificamente 11 grupos em que cada grupo étnico possui características socioculturais específicas e diferentes entre si, espalhados pelas regiões Norte, Centro e Sul. A arquitetura tradicional é diferente em cada região (Figura 13), pois é adaptada segundo às condições climáticas, à envolvente e ao estilo de vida das populações. São utilizados materiais existentes no meio envolvente e que podem ser encontrados facilmente por todo o país (Guedes, 2011).



Figura 13- Habitações nativas de vários grupos étnicos, seguindo a evolução até ao modelo suburbano. Fonte: (Redinha, 1964).

2.2.2 Arquitetura no período colonial

A arquitetura colonial compreende o período das edificações construídas pelos portugueses. Na cidade de Luanda esse período inicia desde a ocupação dos portugueses em 1575 e a fundação da cidade São Paulo de Loanda pelo navegador Paulo Dias de Novais em 1576, até a independência do país em 1975. Como já foi referido no subcapítulo 2.1, a cidade de Luanda estava dividida em cidade baixa e cidade alta. Na cidade alta foram edificadas as instalações públicas civis, militares e religiosas e na cidade baixa eram dedicadas as atividades de comércio de escravos. A Arquitetura estava subdividida em Arquitetura religiosa, militar, pública e doméstica sob os critérios dos movimentos clássicos e barroco e também pela Arquitetura de “transição ou historicismo” que deu lugar ao movimento moderno. No século XVI foram construídas inúmeras igrejas, fortalezas, hospitais e conventos no estilo arquitetónico Barroco que são apresentadas nos subcapítulos seguintes (Batalha, 1966; Correia, 2012; Flora, 2018).

2.2.2.1 Arquitetura religiosa

O fundador da cidade de Luanda Paulo Dias de Novais, quando chegou à Ilha de Luanda na altura pertencente ao Reino do Kongo, já havia encontrado alguns portugueses e oriundos do Reino do Kongo. Segundo, (Correia, 2012) julga-se que os portugueses tenham atracado de frente para o local onde hoje está edificada a Igreja de Nossa Senhora do Cabo, a primeira capela (que anteriormente tinha sido construída com ramos de árvores) onde inclusive Paulo Dias de Novais assistiu a sua primeira missa em Angola e que posteriormente teve a sua construção definitiva em 1726). Em 1576, após a autorização do Rei do N'dongo os portugueses ocuparam um dos pontos mais altos do local e edificaram uma capela também com ramos de árvores em homenagem ao Rei D. Sebastião. A Sé Catedral de Nossa Senhora da Conceição foi edificada na cidade alta em 1590 e foi a primeira Sé Catedral de Luanda edificada, porém arruinada em 1818 e depois de finais do séc. XIX foi demolida. Atualmente resta somente a torre da Igreja (Figura 14) (Correia, 2012).



Figura 14- Fachada frontal da Igreja de Nossa Senhora do Cabo (à esquerda) e a torre da Igreja de Nossa Senhora da Conceição (à direita). Fonte: (Correia, 2012).

Com o aumento da população portuguesa foram aumentando também as edificações religiosas maioritariamente de estilo barroco como a Igreja de Jesus e o antigo Colégio dos Jesuítas. A sua construção teve início em 1605-1607 e concluiu-se em 1636. A sua fachada dá arquitetura de inspiração italiana em que as colunas e outros elementos arquitetónicos dão relevo à composição. Era ricamente ornamentada com destaque nos altares de mármore, os seus retábulos e pinturas de mestres, a sua prataria que justificavam ser considerada na época a maior e mais sumptuosa igreja de Luanda. A Igreja de Nossa Senhora da Misericórdia datada de 1670, sofreu remodelações em resultado de um incêndio em 1894, a fachada frontal de silhueta circular foi conservada, sem ornamentação e relevo (Figura 15)(Batalha, 1966; Correia, 2012).



Figura 15- Fachada da Igreja de Jesus (à esquerda) e o interior em 2013 (à direita). Fonte: (Assunção, 2020; Clara, 2014).

Na cidade baixa foi construída a Igreja de Nossa Senhora dos Remédios entre 1651 até 1670 (séc. XVII) em estilo Barroco, porém reconstruída em 1897, pois encontrava-se num estado de degradação total. A composição da fachada agora apresenta um frontão curvilíneo, duas torres sineiras elevadas e quadrangulares. Foi classificada em 1949 como monumento Nacional e faz parte do Património. A Igreja de Nossa Senhora da Nazaré edificada em 1664, foi o primeiro imóvel a obter a classificação de monumento nacional em 1922 (Figura 16). As restaurações têm permitido a sua conservação (Batalha, 1966; Martins, 2022).



Figura 16- Igreja de Nossa Senhora dos Remédios (à esquerda) e a Igreja de Nossa Senhora da Nazaré. (à direita).
Fonte: (Flickr, 2022).

A Igreja de Nossa Senhora do Carmo (Figura 17) construída de 1660 a 1689 foi também uma das primeiras Igrejas construídas em Luanda. Enquadra-se no estilo barroco construída com requintes, com utilização de cantarias com destaque no portal da fachada. Faz parte do Património e foi classificado como monumento nacional desde 1945 (Batalha, 1966).



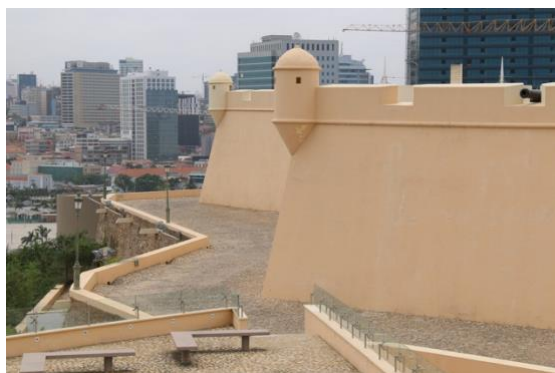
Figura 17- Igreja e Convento de Nossa Senhora do Carmo, 1920 (à esquerda) e a Igreja do Carmo, 2018 (à direita).
Fonte: (HPIP,2021); Ver Angola, 2021.

2.2.2.2 Arquitetura militar

Com a fixação dos portugueses na cidade de S. Paulo de Loanda surgiria então a necessidade de os portugueses criarem um sistema de defesa contra ataques, recorreu-se então a construção de fortificações em vários pontos da cidade e arredores que servisse de proteção. Até ao século XVII, a Arquitetura militar e religiosa foram as que mais predominavam e entre o séc. XVII e XIX passou-se a desenvolver a Arquitetura pública e a civil que inclui as casas típicas sobrados e casas senhoriais (Batalha, 1966; Correia, 2012).

Segundo (Mattoso, 2010): *“a arquitectura militar constitui uma das características dominantes do património arquitectónico de origem portuguesa na África Subsariana ao longo da Idade Moderna, mesmo em comparação com as significativas religiosa e civil. Tal facto pode, em parte, atribuir-se à resistência deste tipo de obras ao desgaste do tempo, permitindo a chegada à atualidade de muitos dos exemplares edificados, mas deve justificar-se sobretudo pelo próprio sistema estratégico e organizativo do império colonial português. Com efeito, o problema da defesa dos povoados e das regiões ocupadas foi fulcral e constante, explicando as sucessivas criações e reconstruções de fortalezas”* (Correia, 2012).

A primeira fortificação erguida foi a Fortaleza de São Miguel no séc. XVI (Figura 18), construída inicialmente por taipa, adobe e barro e a posteriori durante a ocupação do território pelos holandeses começou a ser construída em alvenaria em 1669. Os muros foram construídos por pedra e cal em diferentes épocas e somente concluídos no séc. XX, sendo a maior obra de engenharia militar de Angola e atualmente exerce o papel de museu das forças armadas. E outras fortificações importantes cito a Fortaleza de São Francisco do Penedo construída em 1639, demolida durante a ocupação dos Holandeses em Luanda entre 1641 e 1648, porém reconstruída em 1795 e a Fortaleza de São Pedro da Barra (Batalha, 1966; Martins, 2021).



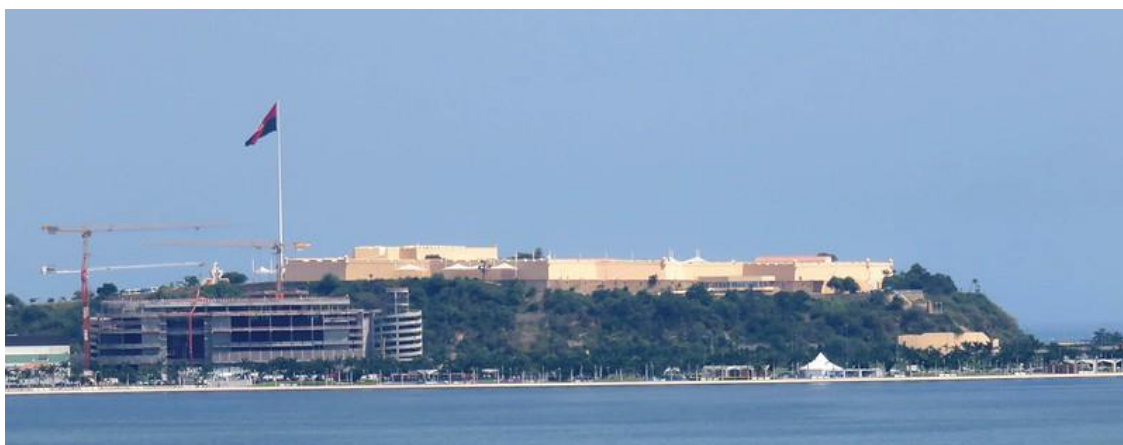


Figura 18- Fortaleza de São Miguel, séc. XX (acima) e séc. XXI (abaixo). Fonte: (Ferreira, 2016; Reis, 2018).

2.2.2.3 Arquitetura pública

Muitas das edificações no período do Séc. XVII até ao séc. XIX tinham características do estilo classicizante frequentemente encontrada em inúmeras obras públicas portuguesas coloniais como o Palácio do Governo-Geral, atualmente designado por Palácio Presidencial, edificado em 1607 a fim de proporcionar uma residência própria aos governadores. O edifício apresentava um estilo neoclássico, porém foi completamente demolido em 1761 por se considerar impróprio para residência de governadores e sofreu transformações com a nova construção da época pombalina ou de estilo classicizante. O edifício do Governo Provincial de Luanda (GPL) foi construído entre 1890 a 1911 composto por fachada de estilo classicizante e encontra-se situado num terreno que lhe concede imponência e notoriedade (Figura 19)(Batalha, 1966; Isabel Martins, n.d.-a).



Figura 19- Palácio Presidencial (à esquerda) e Governo Provincial de Luanda (à direita). Fonte: Jornal o Guardião, 2021; Jornal Notícias ao minuto, 2021.

O edifício dos serviços nacionais de Alfândega foi construído em 1764 e concluído em 1772, sendo considerado uma obra de referência das reformas pombalinas. O Hospital de D. Maria Pia também conhecido como Hospital Josina Machel construído entre 1865 e 1883, o corpo da entrada de estilo neoclássico, na época considerado o melhor e mais importante hospital de toda a África (Figura 20)(Batalha, 1966; I. Martins, 2021a).



Figura 20- Alfândega (à esquerda) e Hospital Josina Machel (Maria Pia) (à direita). Fonte: (HPIP, 2021); Ds Travel Stories, 2021.

O Ministério das Relações exteriores (ex-palácio do Comércio) projetado em 1929 e concluído em 1938, com um carácter clássico enquadra-se na arquitetura do Estado Novo. Esse modelo arquitetónico conhecido também por estilo nacionalista ou tradicionalista criado por portugueses do início até meados do séc. XX, para ser utilizado na construção de edifícios do estado. Inclui-se também o Banco Nacional de Angola (BNA) concluído em 1956, simbolizando a arquitetura do Estado Novo de feição neoclássica e revivalista, sendo um edifício com um grande impacto visual e grandiosidade (Figura 21)(Batalha, 1966; Isabel Martins, n.d.-b, n.d.-a).



Figura 21- Ministério das Relações exteriores (à esquerda) e Banco Nacional de Angola (à direita). Fonte: Jornal Notícias ao minuto, 2021.

2.2.2.4 Arquitetura doméstica

A arquitetura doméstica que passou a ser praticada a partir do Séc. XVII até ao séc. XIX, estava subdividida em casa típica portuguesa, sobrados e casa nobre. Pela falta de materiais, as primeiras habitações dos portugueses em Luanda eram feitas por materiais recolhidos no local como ramos de árvores, colmo, lama e posteriormente com materiais importados de Portugal como a pedra, a madeira do Brasil e cal (produzida pela queima das conchas, que depois são coadas), com a finalidade de proporcionar maior conforto e melhorar a qualidade de vida a fim de tornar a arquitetura semelhante a de Portugal (Batalha, 1966; Correia, 2018).

A evolução das mesmas deu lugar à designada casa típica de construção modesta, cobertura de telhado de quatro águas, de composição simples e simétrica, com uma porta e uma janela; uma porta ao centro e uma janela de cada lado ou duas janelas de cada lado da porta (Figura 22)(Batalha, 1966; Correia, 2018).



Figura 22- Casas típicas portuguesas. Fonte: Google, 2021; (Correia, 2012).

Passado algum tempo, essas habitações passaram a ser recuadas e com um muro no limite do lote ganhando uma varanda, que com o evolução passaram a ser cobertas com telhados de quatro águas (Correia, 2018).

Os sobrados mais antigos são do século XVII, praticamente são a evolução das casas típicas, construídas em pedra, cal e com tecnologia pré-fabricadas; com dois ou três pisos e varandas. Compostas por telhados de quatro águas que correspondiam a cada cómodo da casa ao longo da fachada e que permitia saber o número de cómodos que uma casa tinha. E posteriormente passou a ter uma segunda função: de comércio no piso de rés-do-chão e de habitação no piso de cima. Esses tipos de edificado são denominados também por pombalinos por seguirem o mesmo modelo de fabricação feito em Portugal, após o terramoto em Lisboa em 1755, no mandato de Marques de Pombal. Grande parte

dos sobrados encontram-se em estado de degradação pela ação das chuvas e falta de manutenção como o edifício no largo do Baleizão (Figura 23) e outros sobrados localizados na baixa de Luanda (Figura 25)(Batalha, 1966; Correia, 2012).



Figura 23- Sobrado na zona dos Coqueiros. Fonte: Buala, 2021.

Apesar disso, alguns sobrados têm sido restaurados como o atual Museu de Antropologia de Angola (Figura 24), construção dos finais do século XVIII, outrora casa nobre de um rico comerciante, em 1961 albergou as instalações da Companhia de Diamantes de Angola, num estilo barroco português setecentista, é um modelo representativo de uma casa rica da antiga Luanda. É um edifício distribuído em dois pisos que apresenta uma planta aberta, uma fachada marcada por cinco vãos no piso superior e a cobertura composta por telhados múltiplos de quatro águas, cobertos por telha curva, que remete aos telhados em tesoura portugueses. Em todos os sobrados notam-se as características comuns como o elevado número de vãos e telhados divididos (Batalha, 1966; Isabel Martins, n.d.-b).



Figura 24- Museu de Antropologia de Angola. Fonte: ww.norafica.co.ao consultado em Novembro de 2021.



Figura 25- Sobrados localizados na Baixa de Luanda. Fonte: Flickr, 2021.

As construções do movimento moderno em Luanda teriam iniciado nos anos 50, mas infelizmente estagnaram em 1975. O maior desenvolvimento foi registado no centro histórico da cidade de Luanda em que se assistiu à substituição de sobrados e das casas típicas portuguesas pela arquitetura do movimento moderno para dar lugar às novas edificações modernas (Correia, 2018).

A estrutura dos edifícios era de betão armado com o sistema de laje, pilar e viga (Figura 26) inspirados nos projetos de Le Corbusier, que muitos arquitetos portugueses tiveram como referência. E poucos, como o Arq. Vasco Vieira da Costa e Fernão Lopes Simões de Carvalho, que tiveram a oportunidade de beber do conhecimento no atelier de Le Corbusier em Paris, onde formaram-se, fizeram estágio e puderam contribuir para o desenvolvimento da cidade de Luanda e adaptaram a Arquitetura ao clima de cada região de Angola (Correia, 2018; Isabel Martins, n.d.-b).



Figura 26- Edifício do livro localizado na Maianga (à esquerda) e Edifícios residenciais no Bairro Prenda (à direita). Fonte: Google, 2021.

A linguagem arquitetônica do movimento moderno é descrita pelo piso térreo assente em pilotis, a cobertura plana em terraço, as aberturas de grandes vãos e os *brise-soleil* na fachada. Ao longo do tempo têm sofrido alterações como por exemplo as varandas recuadas atualmente tornam-se espaços fechados como quarto, espaço para arrumos, ou sala, com o intuito de proporcionar mais conforto e atender às necessidades do utilizador (Figura 27)(Isabel Martins, n.d.-b).



Figura 27- Edifício do Ministério do Urbanismo e Obras Públicas (antigamente Edifício Alfredo Matos) (à esquerda) e edifício localizado no largo Amílcar Cabral Serpa Pinto. Fonte: (HPIP,2021); Google, 2021.

2.2.3 Musseques

O termo musseque pertence a uma das línguas nacionais Kimbundu, derivada da palavra “*Mukeses*”, “*Mu*” que significa local e a palavra “*Seke*” que significa areia. E transmitia a ideia de um local com terra vermelha que descrevia as casas de campo ao redor da cidade em terrenos agrícolas de terra vermelha. Porém, o termo passou a ser conotado socialmente como depreciativo e adaptou-se a outros significados como áreas da cidade desprovidas de infraestruturas, é resultado do crescimento explosivo e está relacionada a segregação (Alexandre, 2016; Ferraz, 2005).

Os musseques surgiram no fim do século XIX com a abolição da escravatura (em 1836), em que os escravos que viviam nas propriedades dos seus senhores foram expulsos das suas moradias. Em 1862 passam a introduzir as primeiras normas de construção em que demoliam as cubatas e os seus residentes africanos passaram a ser realojados em comunidades da periferia da cidade formando assim os musseques. No mesmo período, iniciou-se a implantação de infraestruturas urbanas, como rede de abastecimento de

água, sistema de iluminação pública, caminhos-de-ferro (em 1888)(Bettencourt, 2011; Correia, 2018).

A partir de 1945 com a construção de estradas, do porto de Luanda (construído em 1947) e exploração agrícola, a cidade registou um elevado crescimento económico que permitiu o desenvolvimento urbano e levou a um elevado crescimento populacional, em parte pela população nativa, pois a empresa caminho-de-ferro de Luanda necessitava de mão-de-obra e trazia uma oportunidade de trabalho a população autóctone, por outro lado, pela chegada de muitos portugueses à capital em busca de uma vida melhor. Por consequência disso, lhes eram cedidas as casas onde os africanos viviam, que por sua vez eram empurrados das zonas urbanas para as zonas periféricas suburbanas, ou seja, os mesmos passaram a ocupar localidades de distância cada vez maiores. (Bettencourt, 2011; Correia, 2018; Ferraz, 2005).

Ao longo do séc. XX, o aumento da densidade populacional levou a que nos musseques se agravassem as debilidades e contribuísse para a sua desestruturação e descaracterização etno-cultural, levando a um crescimento desordenado, tornando-se mais irregulares, com construções desreguladas feitas pelos próprios moradores sem muitas condições (Figura 28), sem infraestrutura, sem abastecimento de água, distribuição de energia, arborização e pavimentação. O que contribuiu para que os musseques tenham hoje um significado social e arquitetónico pejorativo. Os musseques cujas habitações tinham características da construção tradicional, albergavam a maior parte da população africana (escravos e livres) e alguns europeus com poucos recursos económicos (degradados que haviam sido retirados da Fortaleza de São Miguel e pequenos comerciantes)(Alexandre, 2016; Correia, 2018).



Figura 28- Musseque em meados do século XX e vista aérea do musseque atualmente. Fonte: (Amaral, 1968; Alexandre 2016); Flickr, 2021.

Esta população africana era na sua maioria composta por funcionários domésticos, na indústria, no porto de Luanda e na estrada de ferro que serviam as famílias da baixa de Luanda, quadro que mudou com a industrialização de Luanda, que transformou os habitantes do musseque numa classe mais proletária. Atribuem o nome operário a um bairro, pela atividade que uma boa parte da população que lá habitava tinha, foi um dos primeiros feitos para albergar funcionários da estrada de ferro e do porto. O bairro operário não foi considerado musseque pois tinha algumas condições como vias e as casas bem orientadas, mas não continha asfalto nem infraestruturas (Alexandre, 2016; Correia, 2018).

Enquanto as atividades económicas da cidade desenvolviam-se, os musseques eram cada vez mais habitados por migrantes vindos de áreas rurais, sem acesso as infraestruturas urbanas, nomeadamente rede telefónica, rede de abastecimento de água, abastecimento de energia elétrica e saneamento, razão pela qual abundavam as águas paradas e causavam maus cheiros. Em 1975, com a proclamação da independência, muitos portugueses regressam a Portugal abandonando as suas casas, sendo as áreas residenciais do centro da cidade ocupadas por aqueles que tiveram possibilidade, por pessoas que já tinham uma habitação, mas desejavam ter algo melhor e por populações que saíram de regiões gravemente afetadas pela guerra. Após a independência muitos habitantes dos musseques atingiram os seus objetivos em obter uma casa, conseguir um emprego e acesso ao ensino (Bettencourt, 2011; Correia, 2018).

Entre 1985 e 1995 a área urbana de Luanda estendeu-se para Sul com o desenvolvimento de mais bairros em zonas irregulares, dificultando mais tarde a inserção o programa de reabilitação das estradas. Tal como na cidade se ocupavam as melhores casas, nos musseques as casas abandonadas também foram sendo ocupadas por populações de outras províncias que migraram para Luanda. Resultando numa extensão maciça dos musseques num curto espaço de tempo. Pessoas com poucos recursos económicos recorriam ao único conhecimento construtivo que tinham e sem muita opção de escolha habitavam em qualquer espaço que tivesse desocupado fosse zona de risco como linhas de água, margem de estrada, perto de linhas ferroviárias ou a terrenos reservados a fábricas, ou em lixeiras (Bettencourt, 2011).

Com o rápido crescimento urbano atualmente os musseques representam cerca de 80% da malha urbana da cidade de Luanda, são habitados por pessoas de classe renda baixa e muito baixa sem distinção de origem e de raça e abrangem a maioria da população. Com elevada densidade por aproximadamente 700 pessoas por hectare, ou seja, uma ocupação desordenada, sem infraestruturas básicas - o saneamento, abastecimento de

água potável e energia elétrica (Figura 29). Ressaltar também a falta de espaços públicos e verdes onde os espaços vazios são espaços de circulação e de acesso a moradias. As moradias são construídas por blocos de cimento, tijolos de adobe e nos bairros mais



Figura 29- Musseque denso não estruturado localizado na Chicala (à esquerda) e Musseque denso estruturado não asfaltado (à direita). Fonte: Flickr, 2021.

pobres por chapas de zinco, que segundo Maria Alice Mendes Correia (conversa verbal), as chapas são somente utilizadas no momento de ocupação do terreno após o morador ter total certeza que não será retirado do local, o mesmo inicia a construção. Essas moradias incorporam técnicas de autoconstrução que são o conhecimento empírico transmitido por séculos de geração a geração (Bettencourt, 2011; Daio, 2020).

Essas construções apesar de serem mais económicas por serem utilizados materiais locais e aplicados pelo próprio dono da habitação, podem influenciar no conforto térmico interior como a utilização de chapas metálicas na coberturas que no contexto climático pode gerar sobreaquecimento e não possuem nenhuma durabilidade pela questão das chuvas que posteriormente ficam concentradas e formam águas paradas, atraindo insetos e resíduos, formando um ambiente propício a doenças e constituindo um perigo para a saúde pública (Guedes, 2011; PDGML, 2015).

2.2.4 Arquitetura Contemporânea

A cidade de Luanda após os conflitos armados sofreu grandes transformações económicas, sociais, políticas e urbanas. Com a demolição e destruição de muitos edifícios procedeu-se a construção de outros, dando a cidade uma nova imagem. Essa arquitetura compreende as construções de habitação desenvolvidas após a guerra civil. A baixa de Luanda tem sido o maior foco de transformação pelo acesso as infraestruturas básicas e pela oferta de serviços públicos e por albergar também a sede de grandes empresas (Figura 30)(Daniel, 2019).

Muitos projetos construídos em Luanda são projetos adaptados a outros climas com grandes áreas envidraçadas, logo a radiação solar que penetra pelo envidraçado é excessiva. Para resolver esse problema é utilizado na sua maioria vidros de cores escuras pois a radiação que penetra é menor porque o vidro absorve grande parte dessa energia. Porém, em contrapartida, ao absorver grande parte da energia, o vidro sobreaquece e gera calor dentro do edifício, causando um desconforto térmico no ambiente interior (Corbella & Yannas, 2009).

Devido a utilização de vidros mais escuros, a iluminação natural que penetra é com menos intensidade, razão pela qual recorrem a iluminação artificial durante a maior parte do dia e na utilização massiva de sistemas de climatização, o que resulta num aumento de consumo de energia elétrica (Corbella & Yannas, 2009).



Figura 30- Alguns prédios da cidade de Luanda de Arquitetura contemporânea. Fonte: (Pela autora; 2022); Google, 2021.

Foram criados também alguns projetos habitacionais com finalidade de atingir grupos de rendimento médio e alto pelo governo angolano na tentativa de dar resposta a crise habitacional devido ao desenvolvimento populacional rápido, projetos esses em que apresentam um padrão de arruamentos alinhados como o projeto da Cidade do Kilamba para albergar cerca de 500.000 indivíduos, é até o momento o maior projeto habitacional desenvolvido. Entre outros como a Centralidade do Sequele ou Sekele, Km 44, projeto habitacional Zango que visa realojar famílias removidas dos musseques que se localizavam no centro da cidade e outros projetos de menor escala como o projeto Aldeia Solar construído em 2014 uma comunidade rural e agrícola proporciona qualidade de vida a 50 km de Luanda destinado a famílias de baixo rendimento, autónomas energeticamente, ambiente construído adequado ao uso e ao local (Figura 31)(Alexandre, 2016; Figueira, 2020).



Figura 31- Cidade do Kilamba (à esquerda), Projeto habitacional do Zango (à direita) e Projeto habitacional Aldeia Solar (abaixo). Fonte: (Figueira, 2020); Portal de Angola, 2019; Archdaily, 2021.

O capítulo apresentado apresenta a contextualização geral ao território de Angola, os fatores sociais, históricos e políticos considerados relevantes que servem como base para compreender o país. conhecer o passado, perceber o presente e saber como contribuir para futuros projetos arquitetónicos em Luanda. Portanto, estabelece-se uma linha cronológica da Arquitetura praticada em Luanda desde o período pré-colonial até às tendências contemporâneas do séc. XVI ao séc. XXI. Em resumo, podem ser identificadas três tipologias arquitetónicas antes da ocupação do território (Arquitetura vernacular) caracterizada por serem construções tradicionais em habitats rurais com a

utilização de materiais locais designadas por cubatas. Este tipo de arquitetura apresentou uma evolução desde habitações que serviam somente de abrigo para as chuvas e incidência solar, armazenamento de objetos pessoais e mobiliário à habitações com distribuição de compartimentos como cozinha e WC. Cada tipo de habitação tradicional varia entre grupos étnicos (existem 11 grupos étnicos no país) que possuem características socioculturais específicas e diferentes entre si pois são adaptadas de acordo às condições climáticas, envolvente e estilo de vida das populações.

Durante a colonização (Arquitetura no período colonial) compreende o período das edificações construídas durante a ocupação do território e colonização desde 1576 a 1975. Subdivide-se em arquitetura religiosa, militar, pública (o edifício do palácio presidencial, edifício do Governo Provincial de Luanda, edifício dos serviços nacionais de Alfândega, hospitais, Ministério das relações exteriores, Banco Nacional de Angola) e doméstica (a casa típica portuguesa que evoluíram para sobrados e casas nobres). Durante o século XIX a XX, nascem os musseques que são resultado de um crescimento acelerado e desordenado com construções desreguladas feitas pelos próprios moradores, sem muitas condições: sem infraestrutura, abastecimento de água, distribuição de energia, arborização e pavimentação. Os musseques representam 80% da malha urbana da cidade de Luanda. Simultaneamente no século XX, introduziram às edificações o betão armado com o sistema de laje, pilar e viga que constituíam o movimento moderno que se estagnou em 1975, ano em que se conseguiu alcançar a independência. A guerra civil resulta num atraso ao desenvolvimento, lacunas em inúmeras áreas como comércio, produção agrícola, industrial, mineira e em áreas de administração, destruição e infraestruturas de transportes. Após o conflito armado, muitos edifícios foram demolidos pois encontravam-se em estado de degradação e também por quererem dar uma nova imagem a baixa da cidade, procederam a novas construções em que muitas albergam a sede de grandes empresas (Arquitetura contemporânea) e a construção de vários projetos habitacionais pelo Governo angolano, com a finalidade de atingir classes de rendimento médio e alto para dar resposta a crise habitacional devido ao rápido crescimento populacional.

Capítulo 3 - Sustentabilidade na Arquitetura

O conceito de sustentabilidade evoluiu desde os finais dos anos 70, em que assentava numa visão mais economicista com muito poucas preocupações ambientais (Pinheiro, 2006). No final da década de 80 em que tomou uma definição mais generalizada segundo o Relatório de Brundtland – “O Nosso Futuro Comum” – apresentado em 1987, como “*um desenvolvimento que dê resposta às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras darem resposta às delas*”. Desta feita o termo sustentabilidade aparece associado ao termo desenvolvimento sustentável. Outras definições surgiram mesmo antes do Relatório referido tais como (Pinheiro, 2006):

“1979, (Coomer, 1979)

A sociedade sustentável é aquela que vive dentro dos limites auto-perpetuados do seu ambiente. A sociedade... não é uma sociedade de “não crescimento”. É em vez disso, uma sociedade que reconhece os limites do crescimento... [e] procura formas alternativas de crescimento.

1980, (IUCN et al, 1980)

Desenvolvimento sustentável- manutenção dos processos ecológicos essenciais e sistemas de suporte à vida, a preservação da diversidade genética e a utilização sustentável de espécies e ecossistemas.

1980 (Allen, 1980)

Desenvolvimento sustentável- desenvolvimento que é suscetível de atingir uma satisfação duradoura das necessidades humanas e melhorar a qualidade de vida humana.

Segundo WCCE, 1987 (Brundtland, 1987):

“Desenvolvimento sustentável: A capacidade da Humanidade garantir que responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de assegurarem as suas próprias necessidades. O desenvolvimento sustentável não é um estado fixo de harmonia, mas antes um processo de mudança no qual a exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e

as mudanças institucionais são compatibilizadas com as necessidades futuras assim como com as presentes.”

Após o relatório Brundtland, foi traçada a Agenda 21 em 1992, que seria um programa a ser implementado a nível global, nacional e local com o objetivo de promover a regeneração ambiental e o desenvolvimento social. Em 1996 após a Conferência das Nações Unidas em Istambul é adotada a Agenda Habitat II, com o objetivo de responder ao tema do desenvolvimento sustentável dos aglomerados humanos e do abrigo adequado para todos. Estabelece a promoção local de métodos e técnicas de construção apropriados, seguros, eficientes, ambientalmente sensíveis e aceitáveis economicamente em todos os países, em particular nos países em desenvolvimento, com o uso eficiente dos recursos e a proteção da saúde humana (Pinheiro, 2006).

O Council for Research and Innovation in Building Construction- CIB, é uma organização que desde a década de 80 do século XX está vocacionada a questões ambientais no que concerne a edifícios e construções. Em 1999 a Agenda 21 sobre construção sustentável sofre uma adaptação pela organização e são traçados os maiores desafios do sector da construção civil:

- Promover a eficiência energética;
- Reduzir o uso e consumo de água potável;
- Selecionar materiais com base no seu desempenho ambiental;
- Contribuir para um desenvolvimento urbano sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável baseia-se acima de tudo no presente, na satisfação das necessidades humanas como alimentação, água potável, acesso a saúde. De modo geral, a sustentabilidade abrange três dimensões bem definidas – ambiental, social e económica (Figura 32). Para as necessidades futuras não serem comprometidas é necessário uma consciência sobre o consumo dos recursos no presente, sendo esses recursos: a energia, a água e materiais, de tal maneira que ao mesmo tempo que se consume não causem impactes ambientais significativos (Pinheiro, 2006).

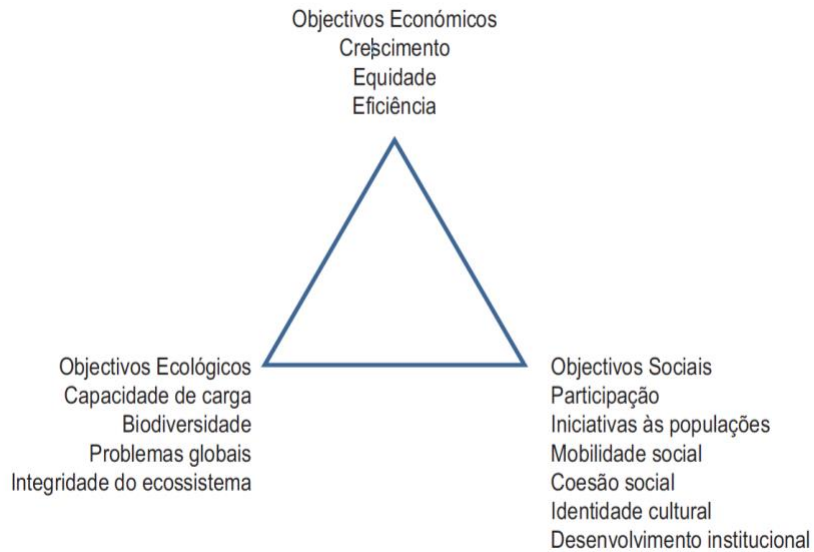


Figura 32- Objectivos da sustentabilidade na sua tripla dimensão. Fonte: (Pinheiro, 2006).

Segundo (Manuel Pinheiro, 2006): *“Por Impacte ambiental entende-se o conjunto das alterações favoráveis e desfavoráveis produzidas em parâmetros ambientais sociais, num determinado período de tempo e numa determinada área (situação de referência), resultantes da realização de um projeto, comparadas com a situação que ocorreria, nesse período de tempo e nessa área, se esse projeto não viesse a ter lugar.”*

A visão ambiental da sustentabilidade tem como objetivo reduzir o consumo de recursos, a produção de resíduos, a preservação da função e biodiversidade dos sistemas naturais, isso porque os problemas ambientais que o nosso Planeta tem enfrentado são causados pela ação do próprio Homem (Pinheiro, 2006).

No entanto, deve-se ter em atenção também aos aspetos sociais para a resolução desses mesmos problemas, pois a satisfação das necessidades humanas não se resume somente a necessidades básicas envolve também a educação, o lazer, um ambiente sadio e etc. Esses aspetos integram o bem-estar de um indivíduo, a cultura, os seus hábitos e valores, que podem permitir ao ser humano desenvolver habilidades para adaptarem-se a programas ambientais. *“Existem diversos exemplos de programas cujos benefícios ficaram aquém das expectativas, por se terem ignorado fatores sociais e por falta de instituições de suporte.”* (Pinheiro, 2006)

Numa visão económica as soluções para a prevenção de problemas ambientais terão de incluir políticas de desenvolvimento económico sustentável de forma a que seja um incentivo para a economia (Pinheiro, 2006).

Todas as atividades humanas das quais resultam diversos produtos geram impactos ambientais de forma geral desde as atividades primárias como alimentação, ao desenvolvimento das mais altas tecnologias. E como o uso dos recursos naturais tem sido cada vez maior, tem excedido a capacidade de regeneração do Planeta. (Serageldin e Steer, 1994; Pinheiro, 2006).

Por exemplo o consumo de água e energia num edifício pelos habitantes produzem gases tóxicos; o processo de extração, refinação e transporte de todos os recursos usados na manutenção e operação de um edifício têm numerosos efeitos ao ambiente (Kim, et al., 1998; Gourgel, 2012).

Os edifícios são responsáveis por 50% do consumo dos recursos mundiais, consumo de 40% de energia para mantê-los, 5% de consumo para a construção, 40% da água utilizada no mundo provém de instalações sanitárias e usos do edifício e emitem 30% dos gases do efeito estufa antropogénico (Daniel, 2019).

Um dos aspetos fundamentais para a sustentabilidade é construir assegurando as condições de durabilidade (que se interliga com a redução dos consumos) de forma a aumentar o período de utilização do edificado ou seja aumentar o ciclo de vida da construção, reduzir substancialmente os impactos ambientais e a procura de materiais (Pinheiro, 2006).

O conceito de sustentabilidade está intrinsecamente ligado à essência da Arquitetura, de uma forma geral, a Arquitetura Sustentável procura minimizar o impacto ambiental negativo dos edifícios e melhorar o uso eficiente dos materiais, energia e desenvolvimento de espaços (Saker, et al., 2010; Gourgel, 2012; Guedes, 2011).

Kim, et al. (1998) propõe á três princípios de Sustentabilidade em Arquitetura (Gourgel, 2012):

1. Economia de recursos: está relacionado a redução do uso dos recursos não renováveis na construção e operação dos edifícios. Existe um chamado fluxo que tem início com a produção dos materiais de construção e dá continuidade com a vida útil do edifício. Os recursos derivam para o edifício como parte do ecossistema do edifício e saem do edifício como saída do ecossistema do edifício; este processo é chamado de lei da conservação do fluxo de recurso;
2. Design do Ciclo de Vida (DCV): está baseado na noção de que um material se desloca de uma forma de vida útil para outra, sem fim de utilidade;

3. Design Humano: tem como foco a habitabilidade de todos os componentes do ecossistema, englobando as plantas e animais selvagens. De forma mais profunda esse princípio da sustentabilidade pretende preservar todos elementos do ecossistema que contribuem para a sobrevivência humana.

A Arquitetura tem como papel fundamental proporcionar ambientes construídos que transmitam segurança, sejam saudáveis, confortáveis a nível psicológico, fisiológico, que geram produtividade aos ocupantes e que não causem danos ao ambiente (com uso excessivo dos recursos naturais e que contribuem para o aumento da poluição) (Gourgel, 2012; Guedes, 2011).

A Arquitetura Sustentável procura por soluções de design que atendam ao programa proposto pelo cliente, seguindo às limitações orçamentais, as condições físicas e sociais locais, as tecnologias disponíveis, à legislação e à antevisão das necessidades durante a vida útil do edifício ou do espaço construído adaptando estratégias com reduzido impacto aos meios sociais e ambientais, construindo espaços confortáveis e sustentáveis com o uso responsável dos recursos e menor consumo de energia, água e outros insumos sem comprometer às gerações futuras (AsBEA, 2012; Pinheiro, 2006).

3.1 Sustentabilidade e Arquitetura tradicional

Como foi referido anteriormente a construção tradicional emprega materiais e recursos locais do próprio ambiente que primam pela simplicidade nos métodos construtivos praticados e materiais renováveis para obter um edifício sustentável.

“Materiais sustentáveis são materiais e produtos construtivos saudáveis, duráveis, eficientes em relação ao consumo de recursos e fabricados de forma a minimizar o impacto ambiental e maximizar a reciclagem.” (Brian Edwards, 2004; Gomes, 2012)

A construção vernácula sempre fez uso desses materiais porém, pelo fato de serem feitas extrações dos recursos da natureza já causa um impacto ambiental por esse ato, por exemplo devem ser evitados o uso de madeiras com elevadas quantidades de fertilizantes, pesticidas ou fungicidas, madeiras transportadas por longas distâncias pelos impactos causados devido ao seu transporte, ou madeiras que causem destruição ou alteração de ecossistemas (Gomes, 2012).

Desde os nossos ancestrais que as construções são feitas por materiais naturais, simplesmente podemos notar diferenças nas técnicas, formas e materiais utilizados e com o passar dos anos foram adaptadas ao clima e ao meio. A construção tradicional é

caracterizada por variedade étnica, cada grupo possui traços socioculturais que diferem entre si (Gomes, 2012).

Atualmente as construções tradicionais estão majoritariamente localizadas no espaço rural. No Norte de África, como em Marrocos, Líbia e Mali, encontramos vários exemplos de soluções construtivas de raiz vernacular em que na sua composição contém terra (Figura 33). Como o clima é quente e seco os vãos apresentam pequenas dimensões para evitar as poeiras indesejáveis e a entrada direta de calor nos dias quentes que sobreaquecem a habitação. Terra é um material com elevada inércia térmica e resulta num maior conforto térmico no interior das habitações (Rodrigues, 2014).



Figura 33- Grande Mesquita de Djenné, Mali. Fonte: Google, 2022.

Por ser um material encontrado no território e que não necessita de ser transformado industrialmente permite economias de energia e por ser um material com elevada inércia térmica não necessita de cozer a alta temperatura como os materiais industrializados, desta forma permite baixas emissões de carbono e baixos níveis de poluição. As construções em terra são de boa durabilidade, as construções mais antigas que perduram até aos dias de hoje são na sua maioria de terra. Porém, requer um solo bem estabilizado para ter boa resistência e não ser vulnerável a impactos mecânicos ou a tempestades. A durabilidade pode ser aumentada com recurso a rebocos que devem ser postos em manutenção periodicamente (Rodrigues, 2014).

A construção em terra tem também como vantagem a redução dos custos de construção quando devidamente empregue; pode ser adaptado a cultura de cada região e reduz os custos para habitações sociais. Concluindo, abrange as diversas áreas económicas, ecológicas, políticas, culturais, sociais e na poupança energética (Gomes, 2012).

Na Ásia também encontramos soluções de construção tradicional especificamente na Indonésia, que é caracterizada por uma arquitetura leve onde os materiais usados são a madeira, o bambu e colmo. As edificações na sua maioria são sobrelevadas do solo com estrutura de madeira de forma a proteger contra as águas pluviais e escoamentos superficiais. O sistema estrutural direciona as cargas para as fundações. Porém o pavimento, pilares, paredes e telhado, portas, janelas e mobiliário podem ser feitos de bambu (Figura 34) por ser um material leve, resistente a tração, compressão e a momentos fletores, serve como ótimo isolante térmico e acústico promovendo ambientes interiores confortáveis e o seu custo é económico. As coberturas de colmo são altas e bastante acentuadas para promover o escoamento das águas (Oliver, 1997; Rodrigues, 2014).



Figura 34- Construção de bambu de uma moradia familiar. Fonte: 2022.

É uma construção prática de desmontar e de ser reconstruída em outro lugar, porém, é um material vulnerável a insetos, fungos e ao fogo. Por consequência disso muitas construções com bambu são temporárias (Gomes, 2012; Rodrigues, 2014).

A madeira é mais um material que pode ser utilizado para obter uma construção mais sustentável quando utilizada de forma consciente. É um material abundante na natureza, ou seja, natural, renovável e utilizado há muitos séculos em construções vernaculares de muitas regiões. O consumo energético é baixo durante o seu processamento, tem baixa emissão de poluentes e tem a possibilidade de ser reutilizado ou reciclado. No entanto, a extração da madeira e o transporte da matéria-prima respondem pela maior parte do consumo energético especialmente quando o trajeto entre a floresta e o local de construção é de longa distância, provocando um consumo excessivo de energia incorporada.

Relativamente a energia incorporada, emissão de gases, poluentes liberados para o ar, produção de resíduos sólidos e produção de poluentes para a água, a madeira apresenta um melhor desempenho segundo a análise do ciclo de vida com relação ao tijolo, cimento, plástico, vidro, aço e alumínio. Para o bom desempenho da madeira é indispensável a correta conceção, montagem e respetiva aplicação em obra e seleção correta principalmente em países tropicais cuja variedade de espécies de árvores é vasta. Para melhor conservação da madeira, é preciso proteger da humidade e de agentes externos (Gomes, 2012).

Para a construção de paredes pode-se utilizar como alternativa a terra, pedras, madeira e bambu. A pedra é um material com durabilidade, resistente ao fogo, resistente à compressão e ao desgaste, não tóxico e natural. Uma construção de pedra dura imensos anos sem grandes manutenções e pode ser reutilizado após o seu ciclo de vida. Os agentes que podem degradar a pedra é o clima, nomeadamente pelas chuvas e ventos e aplicação de cargas excessivas que podem abrir fendas (Gomes, 2012).

De forma geral, as soluções construtivas tradicionais eram feitas de terra, pedras, madeira, bambu e consoante a disponibilidade dos recursos existente na região.

Atualmente o cimento Portland é o ligante mais utilizado na indústria da construção, mas está associado a elevados impactos ambientais pela extração de matérias não renováveis (calcários e argilas) e as elevadas emissões de carbono provenientes da descarbonização do calcário. Além do cimento, os materiais cerâmicos são os que maior impacto ambiental causa pela necessidade de cozedura dos tijolos cerâmicos a elevadas temperaturas, a alvenaria de tijolos cerâmicos apresenta um consumo de quase 300% superior ao consumo energético da alvenaria de blocos de betão. É importante buscar-se por alternativas aos materiais de construção modernos - aço, betão e materiais cerâmicos e optar-se por materiais naturais e ecológicos (Rodrigues, 2014).

3.1.1 Sustentabilidade e Arquitetura tradicional em Angola

Angola é caracterizada pela sua diversidade cultural e isso deve-se aos grupos Bantu que foram ocupando a região, nomeadamente: “*Bakongo*”, “*Ambundo*”, “*Ovimbundo*”, “*Chokwe*”, “*Ganguela*”, “*Herero*”, “*Nhaneca Umbe*”, “*Ovambo*”, “*Ovimbundo*” e “*Xindonga*”, sendo o povo “*Khoisan*” ou “bosquímano” os mais antigos, mas que foram sendo empurrados mais para o Sul no decorrer da ocupação dos grupos (Figura 35). A

construções tradicionais variam não só de região, como também da cultura e o modo de vida de um povo (Correia, 2014).

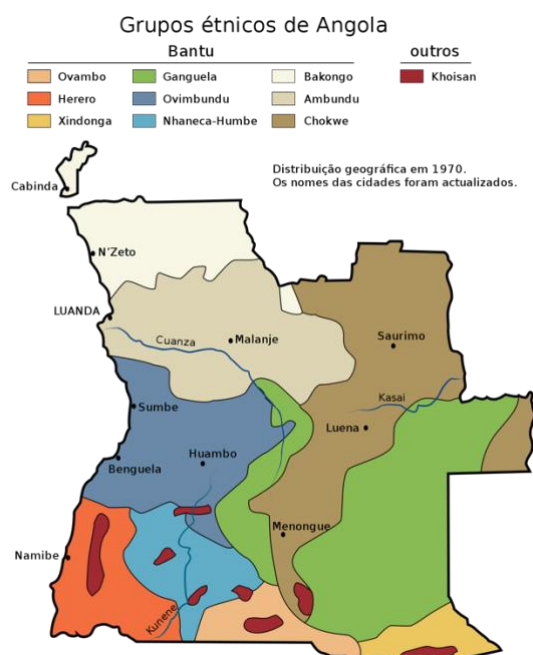


Figura 35- Distribuição étnica de Angola. Fonte: Wikipédia, 2022.

Como já foi referido, a habitação mais antiga é designada por cubata (casa) sendo originalmente de planta circular com cobertura em forma de cúpula de diâmetro reduzido, não mais de 2,5 metros, comumente empregada pelos Khoisans ou bosquímano (segundo designação dos portugueses), povo mais antigo a ocupar a região de Angola (Correia, 2014).

A estrutura resistente das casas é de troncos ou galhos de árvores amarrados entre si, em que por vezes empregavam-se madeiras rachadas. Toda matéria-prima era recolhida no local e utilizada segundo as características mecânicas e biológicas por exemplo a resistência a fungos e térmitas (Weimer, 2014).

A técnica mais usual é a de pau a pique que é uma técnica de construção de paredes por meio da abertura de uma vala, em que são colocadas varas ou galhos em paralelo, que podem ou não ser amarrados na extremidade superior. Em regiões secas, a taipa ou as folhas de árvores/palmeira, podem servir de vedação e podem ser empregadas de diversas formas: em ambos os lados com acabamento liso (alisada à mão ou com alisador de madeira) ou rugoso (Weimer, 2014).

Segundo (CORREIA, 2014):

“A casa inicia a sua construção com paus fortes ao seu redor na vertical, como elementos portantes. Outros mais finos são colocados em paralelo com distâncias aproximadas a 25 cm. Por sua vez são colocados outros paus na horizontal com as mesmas distâncias e amarrados uns aos outros com capim. Em seguida essa superfície é revestida com uma amálgama de areia do local (areia vermelha ou argila) com água e capim por forma a cobrir toda a estrutura com paus. O telhado é suportado por paus também resistentes e ao invés do capim são usadas as telhas de zinco.”

A forma redonda e de pequenas dimensões evoluiu para a planta retangular que na sua simplicidade possuía também um espaço interno único, que ao longo da sua evolução passou a ter um tabique que fazia a divisão dos espaços internos, que posteriormente evoluiu para uma parede (Weimer, 2014).

No Tombwa região da província do Namibe, situada na região sudoeste de Angola, o povo “Khoisan” possui cubatas (casas) de pouca durabilidade (Figura 36), em que a estrutura da casa é feita com troncos de árvores que se fixam no solo e troncos horizontais que formam uma grelha com as devidas amarrações. Sobre a grelha formada, são amarradas esteiras que vedam o exterior e as divisórias da grelha. Essas habitações não são resistentes ao fogo (Correia, 2014).



Figura 36- Habitações tradicionais do povo Khoisan. Fonte: (Correia, 2014).

Em algumas regiões de Angola (ambundas, luenas e lundas) em habitações de pau-a-pique emprega-se o adobe, que é aplicado de diversas formas: rebocado com uma camada de barro fino ou deixado à vista. Em regiões florestais, são elementos resistentes económicos e adaptáveis. No caso de Luanda, o adobe é friável, pouco resistente. O

material mais utilizado para a cobertura é o colmo/capim, a inclinação e a espessura do telhado dependem da qualidade da palha e da quantidade das chuvas. A duração das coberturas pode variar entre dois e seis anos, para evitar o incêndio por vezes são utilizadas varas revestidas de argila. Em Luanda, predomina a cobertura com folha de zinco ondulada, com tijolos ou pedra por cima. A durabilidade das cubatas depende em larga escala das condições do clima, ainda que a escassez de água favoreça a durabilidade das construções (Ferraz, 2005; Weimer, 2014).

Sobre a arquitetura construída pelos portugueses em Luanda, no séc. XVIII, os sobrados construídos na cidade de Luanda tinham coberturas de quatro águas ou chamados também de tetos de tesoura, modelos de casas portuguesas com algumas alterações para proporcionar melhor conforto ambiental. Caracterizados por ter a forma de pirâmide quadrangular, com alta inclinação, os mesmos possibilitavam o aumento da circulação de ar e permitia com que as habitações ficassem mais frescas nas estações quentes. Além disso, os materiais utilizados (pedra, conchas e cal) são incluídos dentro de um sistema de pré-fabricação - estrutura em madeira, com pedra, conchas e cal no interior; e painéis de madeira perfurada estucada e pintada, cobriam a estrutura (Correia, 2012).

3.2 Definição de princípios gerais para construção sustentável em Luanda

No contexto climático angolano é possível atingir um equilíbrio entre o edifício e o clima através da aplicação de uma série de estratégias de design. O nome que se dá a esse design é design bioclimático ou design passivo e um dos objetivos primordiais da Arquitetura Sustentável é a implementação desse design que consiste na elaboração do projeto tendo em conta as características climáticas do meio onde o projeto está inserido, para projetar e proporcionar ambientes interiores confortáveis minimizando a utilização de sistemas mecânicos que são grandes consumidores de energia fóssil e não renovável e a redução da utilização de meios mecânicos de iluminação (Daniel, 2019).

Grande parte das estratégias de design passivo como a ventilação natural, o sombreamento, o uso da inércia térmica, orientação solar, etc. são uma evolução de práticas utilizadas antes do aparecimento do movimento moderno mas que no entanto foram sendo colocadas de lado, com exceção de muitos projetos de arquitetos modernistas como Frank Lloyd Wright e Le Corbusier que tinham como suas preocupações a integração do edifício ao meio natural e solucionavam com recurso ao design passivo (Guedes, 2007).

3.2.1 Projeto Bioclimático

Como foi atrás referido, no processo de conceção da Arquitetura bioclimática é necessário fazer-se uma análise do contexto climático local e a adoção de técnicas durante o processo de conceção que conduzam a uma boa construção e respondam a questões ligadas ao impacto ambiental e socioeconómico do edifício. Optar por materiais de produção é mais económica como construção em adobe, tijolo e taipa provenientes da terra, ou a madeira de florestas sustentáveis, a preferência em recursos materiais e humanos locais para promover o desenvolvimento regional e diminuir o impacto ambiental dos transportes (Guedes, 2007).

Através de estratégias de design passivo pode-se proporcionar ambientes interiores confortáveis e reduzir o consumo energético dos edifícios. O edificado integra-se no meio envolvente e harmoniza desde o ambiente externo ao interno, por meio dessas estratégias dá-se um aumento da eficiência energética da construção que permite a redução do impacto negativo do edificado, como por exemplo o uso de energia fóssil, energia não renovável ou poluentes, é o principal responsável pelo aquecimento global, portanto reduzir o consumo da eletricidade proveniente de energia fóssil contribui em grande escala para a resolução desse problema (Guedes, 2011).

3.2.1.1 Contexto climático

Angola tem uma grande variedade de climas, o clima é classificado como subtropical. Na maior parte do território é quente e húmido e semiárido e sub-húmido seco no Sul e na faixa litoral até a Província de Luanda. Ao se realizar um projeto de arquitetura devem ser analisadas os fatores climáticos como: a orientação do edifício ou casa, os materiais a serem utilizados, a localização geográfica (Guedes, 2011).

3.2.1.2 Localização, forma e orientação

Na fase inicial do projeto, antes de qualquer coisa as primeiras informações que deve-se recolher para o Projeto são as características do lugar onde o mesmo será inserido, a forma e a orientação do edifício. São as primeiras opções a considerar para a otimização da exposição ao trajeto solar e aos ventos dominantes (Figura 37).

Num clima quente como o de Angola, é essencial que a implantação das casas tenha em consideração o regime de ventos, para uma ventilação eficiente e conseqüente melhoria do conforto na habitação. É necessário evitar a implantação de habitações próximo a

linhas de águas, ou em zonas predispostas a inundações e encostas sujeitas a enxurradas (Guedes, 2011).

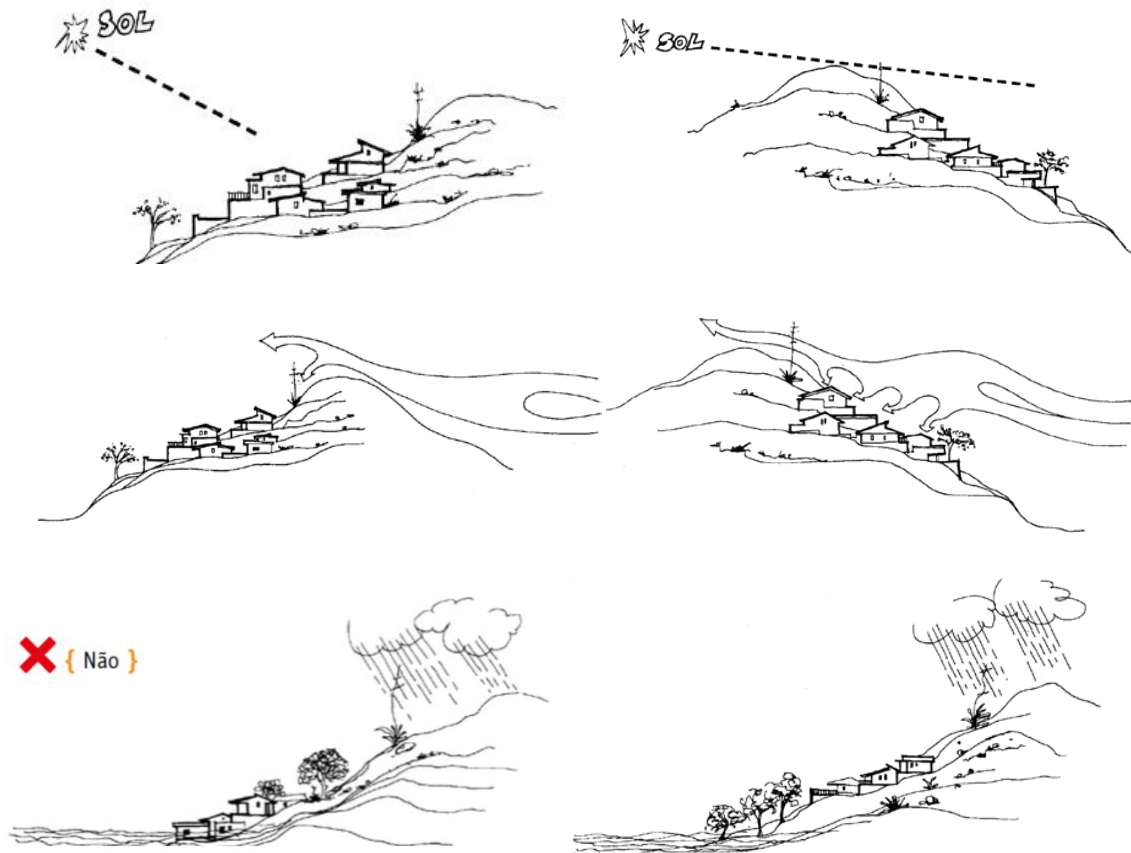


Figura 37- Ilustração da implantação incorreta (à esquerda), de um aglomerado de habitações face à exposição solar, aos ventos dominantes e da ação das chuvas; da correta implantação à direita. Fonte: (Guedes,2011).

Quanto a forma do edifício, a configuração e disposição dos espaços internos de acordo com a função influenciam a exposição à radiação solar incidente, bem como a disponibilidade de iluminação e ventilação natural. No contexto climático angolano, a ventilação tem papel fundamental devendo-se privilegiar soluções para otimizar a circulação do ar. Num edifício compacto, a superfície de exposição solar é relativamente menor. A geminação dos edifícios oferece também vantagens ao diminuir a área de exposição solar, são reduzidos os riscos de sobreaquecimento. Num edifício, as áreas ventiladas e iluminadas naturalmente são chamadas de áreas passivas, o objetivo é sempre maximizar a área passiva, para tal é fundamental definir desde a primeira fase do projeto a forma e a orientação do edifício. A fachada principal poderá ter a melhor orientação solar a $352^{\circ}5'N$, na zona de Luanda (Figura 38). A otimização da orientação e da área passiva contribuem para evitar situações de sobreaquecimento, sendo o passo primordial a promoção de estratégias de proteção e dissipação do calor (Guedes, 2011).

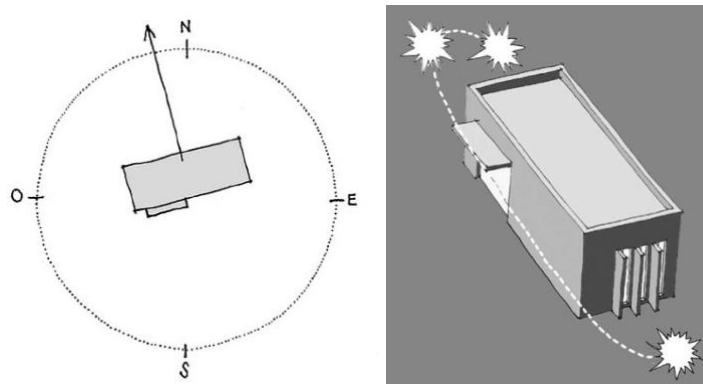


Figura 38- Otimização da orientação solar para a zona de Luanda. Fonte: (Guedes,2011).

3.2.1.3. Sombreamento

Os ganhos de energia através das janelas podem ser significativos visto que têm muito pouca resistência à transferência de calor radiante. O sombreamento é uma estratégia que pode ser utilizada para reduzir a penetração da radiação solar no edifício fornecendo proteção às áreas de envidraçado (janelas). Este mesmo sombreamento pode ser proveniente de vegetação (para sombrear os pisos inferiores do edifício), dispositivos fixos ou ajustáveis internos (cortinas, persianas etc.) ou externos (persianas retrácteis palas ou venezianas ajustáveis etc.), mais ou menos leves (Guedes, 2011).

As varandas, pátios ou átrios podem ser tipologias úteis na proteção solar como forma de sombreamento fixo, se o seu design for adequado. O desempenho do sombreamento depende da configuração do edifício e do desenho das varandas. Portanto, o projeto deve considerar os requisitos de ventilação e iluminação natural para garantir um bom desempenho (Guedes, 2011).

3.2.1.4 Ventilação natural

A ventilação consiste no fluxo de ar entre o exterior e o interior do edifício e tem como objetivos: fornecer ar fresco, remover o calor do edifício e arrefecer o corpo humano por convecção e evaporação. É importante por razões de conforto térmico e para arrefecimento de ambientes (Guedes, 2011; Mascarello, 2005).

A ventilação e arejamento dos espaços são essenciais para a boa qualidade do ar interior e para a manutenção dos parâmetros de conforto dos utilizadores, o arejamento é possível devido às correntes de ar. A ventilação tem origem em duas forças naturais: por diferenças de pressão criadas pelo vento em redor do edifício – chamado também de

ventilação por ação do vento; e por diferenças de temperatura – chamado também de ventilação por “efeito de chaminé” (Amaral, 2010; Guedes, 2011).

A intensidade e a direção do vento, as obstruções decorrentes dos prédios e vegetação envolvente são fatores que influenciam a ventilação por pressão do vento. Para uma ventilação eficiente há que se ter em conta a distribuição, dimensão e forma dos vãos, o dimensionamento das plantas também influencia na circulação do ar. Os vãos devem ser amplos e distribuídos nas diferentes fachadas de modo que se obtenha um sistema de ventilação em que o ar percorre o espaço ocupado. A ventilação por pressão do vento apresenta as seguintes características (Figura 39): ventilação unilateral– em que a ventilação é fornecida por aberturas em apenas um lado da fachada; ventilação cruzada– em que a ventilação provem de aberturas localizadas em ambos lados do edifício; torres de vento- é um dispositivo utilizado para canalizar ventos quando o edifício está localizado numa posição favorável ao sentido dos ventos e brisas predominantes (Guedes, 2011).

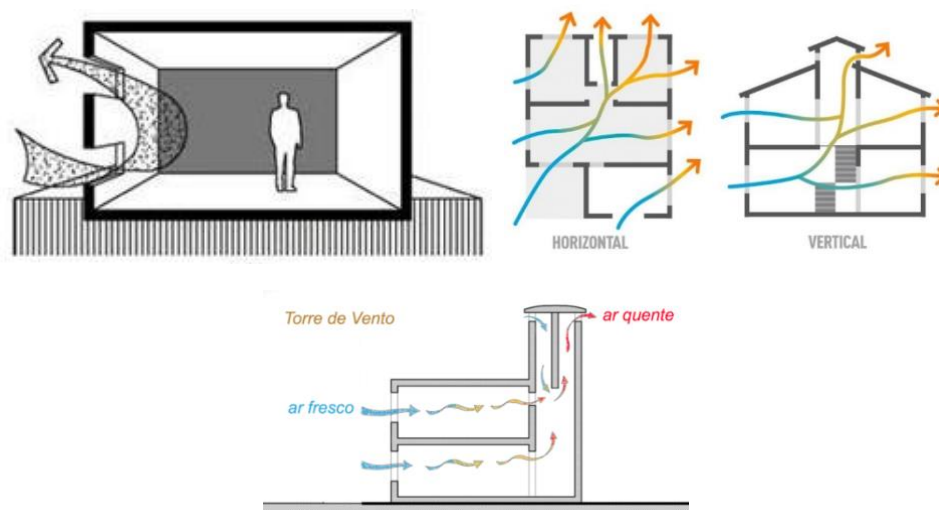


Figura 39- Ventilação unilateral (à esquerda) e cruzada (à direita); e torre de vento (abaixo). Fonte: (Souza, Amparo & Gomes, 2011; Nunes, 2014).

Para edifícios em altura e principalmente em situações em que o vento não consegue proporcionar um movimento de ar adequado, a ventilação apropriada é a que resulta do “efeito chaminé” em que o ar mais fresco penetra no edifício em níveis de solo, enquanto o ar quente sobe e sai do topo das aberturas. A ventilação por “efeito de chaminé” (Figura 40) apresenta aberturas duplas de um único lado (aberturas com posições baixa e alta, numa janela ou parede); átrios; chaminés solares; e paredes com cavidade ventilada (Guedes, 2011).

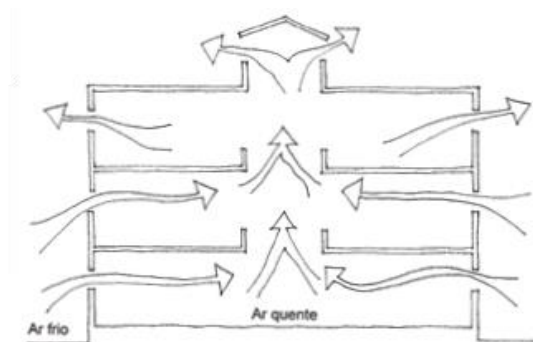


Figura 40- Esquema de ventilação por efeito de chaminé num edifício de átrio. Fonte: Google, 2022.

Em climas quentes como o de Luanda a ventilação natural pode ser reforçada por intermédio de ventoinhas, que são dispositivos mecânicos de refrigeração de baixo consumo energético. Ou, em casos em que a ventilação natural não é suficiente mesmo com recurso aos sistemas de ventilação de baixo consumo, é aconselhável o uso dos sistemas de modo misto em que utilizam os sistemas de climatização somente quando existir a necessidade para tal (Guedes, 2011).

3.2.1.5. Iluminação natural

A iluminação natural é um fator fundamental para o conforto visual e bem-estar dos usuários de um espaço, bem como para a manutenção dos níveis de conforto visual e psicológico. A luz natural também nos permite ter a pequena percepção do tempo – cronológico e climático- em que se vive, ao contrário da iluminação artificial que não varia conforme as horas do dia, porém também é importante para o fim da tarde e/ou períodos da noite, ou quando o céu está cerrado, portanto ambas se complementam (Corbella & Yannas, 2009).

Beneficiar de luz natural diminui o consumo de luz artificial e de dispositivos mecânicos de climatização. No entanto, a luz também é uma radiação transformada em calor ao ser absorvida pelas superfícies, o espaço acaba por ser afetado pelo calor ao ser beneficiado pela luz (Marberry, 1995; Peccin, 2002; Mascarello, 2005).

A luz artificial que por sua vez se converte em energia térmica, somada ao calor produzido pelos usuários e pelos equipamentos, aumenta a temperatura do ambiente interno e a sensação de desconforto térmico. De forma geral, a iluminação tem efeito psicológico e económico porque contribui para a diminuição do consumo de energia através do uso da luz solar. O tipo, disposição e área dos vãos, as cores das superfícies internas, tipo de vidro utilizado nas janelas, as superfícies refletoras externas

influenciam no nível e na qualidade da iluminação natural (Corbella & Yannas, 2009; Mascarello, 2005).

3.2.1.6. Isolamento térmico

O isolamento é um material isolante que atenua as trocas térmicas do interior para o exterior e vice-versa, funciona também como uma proteção do edifício que evita os ganhos de calor durante as estações quentes e é uma medida simples e eficaz que reduz a necessidade de sistemas de arrefecimento. Para um melhor funcionamento da envolvente externa deve-se colocar um material de isolamento pelo exterior da parede ou entre as paredes duplas (Guedes, 2011; Mascarello, 2005).

3.2.1.7. Vãos envidraçados

As áreas envidraçadas contribuem significativamente para os ganhos de calor interno de um edifício, visto que as janelas oferecem pouca resistência à transferência de calor. A escolha do vidro adequado (como por ex.: o vidro duplo, vidro de baixa emissividade) é determinante para a penetração da radiação, o dimensionamento e orientação dos vãos envidraçados podem determinar a penetração da radiação solar no edifício.

Para evitar ganhos solares excessivos dos envidraçados devem ser projetados sistemas de sombreamento. Os sistemas de sombreamento fixo cortam a incidência dos raios solares antes de atravessarem o vidro, evitando o efeito de estufa. Apesar de os sombreamentos servirem como solução deve-se ter em consideração que o próprio elemento de sombra também capta radiação térmica, portanto, deve-se garantir alguma distância entre os vãos envidraçados e o elemento de sombreamento para que a radiação captada não seja transmitida para o interior do edifício (Guedes, 2011).

No contexto climático de Angola, é importante evitar grandes vãos de envidraçado nas fachadas, visto que conduz ao sobreaquecimento do edifício e a utilização de aparelhos de arrefecimento. Em suma, considerando que os envidraçados têm respetivo sombreamento adequado, a área de envidraçado não deve ser superior a 30% da área das fachadas a Norte e a Sul e 20% para as fachadas Nascente e Poente. No lugar de vidro fumado e reflexivos - porque reduzem a incidência de luz natural, pode-se utilizar vidro translúcido (Guedes, 2011).

3.2.1.8. Controlo de ganhos internos

Os ganhos internos de calor contribuem significativamente para o sobreaquecimento no interior de um edifício. As principais fontes de calor no interior são: a iluminação elétrica, a concentração dos ocupantes e os equipamentos que estes utilizam (Figura 41). Os ganhos de calor podem ser controlados por intermédio de algumas estratégias: evitar o uso excessivo de iluminação artificial; otimizar a utilização da luz natural; evitar ganhos excessivos de calor de ocupantes e equipamentos; minimizar a energia solar absorvida pelas paredes externas; implementação de isolantes térmicos nas superfícies que recebem mais radiação solar (paredes ou teto) (Corbella & Yannas, 2009; Guedes, 2011).

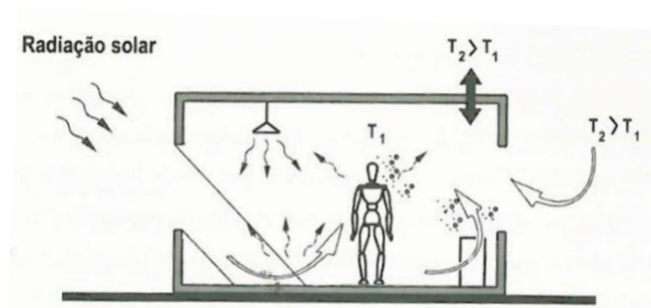


Figura 41- Controle dos ganhos de calor e unidade. Fonte: (Corbella & Yanna, 2009).

3.3 Sistemas de avaliação da Construção sustentável e certificação ambiental do edificado

3.3.1 Surgimento dos instrumentos de avaliação

Foi a partir dos anos 70 do século passado, a nível internacional, que foram se desenvolvendo iniciativas de avaliação com enfoque em questões energéticas e em edifícios. Mais concretamente nos finais dos anos 80 que os estudos de impacto ambiental (EIA) passaram a ser sistematicamente utilizados e em alguns empreendimentos de construção efetuaram-se a avaliação de impacto ambiental, por meio de medidas para atenuar os impactos ambientais negativos e potenciar os impactos positivos. As principais fases dos estudos de impacto ambiental EIA's consistem na caracterização do projeto, caracterização do ambiente afetado, na avaliação de impactos e medidas, na gestão ambiental, na apresentação e definição de conclusões (Leite, 2011; Pinheiro, 2006).

Simultaneamente, surgem abordagens sobre o ciclo de vida de produtos e materiais, pois surgiu a preocupação de se avaliar as características desses mesmos produtos e materiais com a finalidade de se fazer a escolha ambientalmente adequada. Daí, surge a avaliação de ciclo de vida (ACV) como um procedimento que permite analisar formalmente, a complexa interação de um sistema - que pode ser um material, produto, processo, atividade, ou conjunto de atividades – com o meio ambiente, ao longo de todo o seu ciclo de vida, ou seja antes, durante e após a sua vida útil. Este procedimento é feito através da identificação e quantificação das emissões ambientais, dos consumos de energia e matéria. No caso de um produto, a ACV é feita desde a extração e processamento de matérias-primas; a transformação; o transporte e a distribuição; o uso, a reutilização e manutenção; a reciclagem e a deposição final (Figura 42)(Pinheiro, 2006).



Figura 42- Esquema representativo das diferentes fases da Avaliação de Ciclo de Vida. Fonte: Adaptado de (Pinheiro, 2006).

Para edifícios, as fases do ciclo de vida vão desde a ideia e conceito; conceção; construção; operação; renovação; e demolição. Na fase de ideia e conceito decide-se o tipo de edifício, a sua função e os critérios que se pretende que sejam correspondidos, podem ser determinados materiais com baixa manutenção ou de fontes recicláveis, para ser alcançado o desempenho que se pretende. Na fase de conceção é efetuado uma síntese do projeto, na qual são aplicadas as ferramentas de ACV (Leite, 2011; Pinheiro, 2006).

A terceira fase que é de construção, utiliza-se a informação proveniente da síntese de projeto para se criar estratégias ambientais a serem implementadas na construção, a fim de minimizar o maior impacto ambiental nessa fase que é o consumo de materiais e a produção de resíduos por meio de guias que definem como minimizar, reutilizar e reciclar resíduos. A fase 4 compreende as operações e renovação; na operação o impacto ambiental a ser reduzido é o dos gastos energéticos, de água e produção de resíduos; e os impactos mais importantes na fase de renovação é respetivo aos materiais escolhidos para a renovação do edifício ao longo do seu tempo de vida. A última fase é a de demolição ou fim de vida do edifício. As ferramentas de ACV orientam na devida reutilização, reciclagem e no descarte das componentes do edifício de maneira mais eficiente (Pinheiro, 2006).

Com o aumento das preocupações ambientais, surgiram guias, critérios, indicadores e processos para melhorar e avaliar o desempenho ambiental da construção. Na década de 90 do século passado, surge o conceito de construção sustentável e as indicações para a correta implementação, avaliação e o reconhecimento das características ambientais da construção (Pinheiro, 2006).

Múltiplos são os países que têm desenvolvido sistemas próprios de certificação ambiental e avaliação dos edifícios, no sentido de dar resposta às necessidades de avaliação e certificação ambiental. Os sistemas mais divulgados são: o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) no Reino Unido; o BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria) no Canadá que foi encerrado em 1993; o HQE (Haute Qualité Environnementale des Bâtiments) em França; o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) nos Estados Unidos da América; o NABERS (National Australian Buildings Environmental Rating System) na Austrália; o LiderA em Portugal. O LEED é o sistema aplicado ao objeto de estudo, será melhor aprofundado no capítulo 4 (Leite, 2011; Pinheiro, 2006).

O Green Building Tool (GBTool) foi criado por um consórcio internacional que na etapa de desenvolvimento inicial envolveu 15 países e culminou em uma conferência internacional- a GBC'98, no Canadá, país que financiava integralmente a etapa inicial do projeto. Durante as etapas seguintes o governo de Canadá deixou de ser responsável pela gestão do processo, passando a coordenação para a Internacional Initiative for Sustainable Built Environment (iiSBE) em 2000. Atualizado para Sustainable Building Tool (SBTool) para os métodos de avaliação do desempenho servirem não somente a edifícios verdes, mas também a edifícios sustentáveis. Fazem agora parte 20 países, mantém-se o objetivo principal de avaliar o desempenho sustentável de edifícios e outros projetos a nível internacional (Barbosa, 2008; Silva, 2007; Suzer, 2015).

Tabela 1– Sistemas de certificação ambiental.

Sistema	País de origem	de Ano de lançamento	de Organismo de certificação	Nº de certificações
BREEAM	Reino Unido	1990	BRE	600.695 (93 países)
BEPAC	Canadá	1993	---	---
GBTool	Internacional	1995	iiSBE	---
HQE	França	1996	Associação HQE	380.000

LEED	EUA	1998	USGBC	159.200 (162 países)
CASBEE	Japão	2002	JSBC	+ de 450
Green Star	Austrália	2003	GBCA	1460
LiderA	Portugal	2005	LiderA	60
DGNB	Alemanha	2008	DGNB	+ 1300

Fonte: Adaptado de (BRE, 2022; Silva, 2007; Barbosa, 2008; Pires, 2017).

3.3.2 Objetivo e características dos sistemas de avaliação

Os sistemas de avaliação são um conjunto de métodos que têm como objetivo o desenvolvimento de soluções, utilizadas por proprietários e pela equipa de projetistas, construtores, para a realização de projetos e construções mais sustentáveis, respeitando as propriedades pretendidas pelo dono de obra (Barbosa, 2008).

A consciencialização de todos os envolvidos no processo construtivo da importância em reduzir o impacto ambiental gerado pelo empreendimento, por meio de ações concretas que permitam a redução no uso dos recursos naturais; a redução nos custos operacionais que reflete no aumento do conforto e da qualidade de vida dos usuários, do meio ambiente, pois a redução do custo de uma família significa a redução do consumo de água, energia e emissão de gases (Barbosa, 2008).

A avaliação do desempenho ambiental é feita a partir de indicadores que classificam os principais problemas ambientais locais. Os sistemas de avaliação têm em comum os seguintes aspetos avaliativos (Leite, 2011):

- Os impactos no meio urbano representado por itens gerados pela execução, acessibilidade, erosão do solo, poeira e outros;
- Uso racional da água, tendo como objetivo a redução do consumo de água potável por meio de equipamentos que auxiliam na economia da água; captação de água da chuva, tratamento de esgoto;
- Consumo de energia, emissões atmosféricas, iluminação e outros;
- Consumo de materiais, emprego de materiais de baixo impacto;
- Gestão de resíduos, reutilização e deposição final;
- Conforto do ambiente interno, qualidade do ar e conforto ambiental.

De forma geral, os requisitos abordam questões climáticas, ambientais, aspectos construtivos; ou seja os requisitos levam em conta o edifício, a sua envolvente, a relação com a cidade e com o ambiente global, para que desde a fase de projeto seja possível assumir medidas e práticas que destina-se a melhorar o desempenho (Leite, 2011).

A maioria dos sistemas já referidos foram criados com base no país de origem, nas práticas e condições existentes na região de origem (Pinheiro, 2006).

3.3.3 Metodologia dos sistemas de avaliação

Os sistemas de avaliação constituem uma forma de avaliar o desempenho ambiental através de um conjunto de critérios bem estruturados, que atribuem pontos em função do cumprimento de respetivos requisitos e a medida que se atinge um determinado nível obtém-se uma pontuação (Pinheiro, 2006).

A metodologia de avaliação utilizada para análise das informações sobre o edifício a ser analisado varia entre os sistemas de avaliação:

BREEAM- a avaliação é feita com base em várias categorias, cada categoria é subdividida em uma série de questões de avaliação em que cada uma tem os seus objetivos, metas e parâmetros de referência. A medida que uma meta é alcançada os pontos atribuídos são chamados de créditos, a pontuação é calculada de acordo com o número de créditos alcançados e pela ponderação de categoria que reflete a importância relativa de cada categoria. Por fim, a classificação final é determinada pelo somatório das pontuações das categorias ponderadas, que a posterior são convertidas em uma classificação (Certificado, Bom, Muito bom, Excelente ou Excepcional) (BRE, 2022; Pires, 2017);

GBTool- o sistema de avaliação baseia-se na comparação do edifício avaliado com um edifício considerado referência nas práticas ambientais locais. A avaliação ambiental e o desempenho do edifício são realizados através de sete questões gerais subdivididas em várias categorias de desempenho que definem o desempenho global do edifício. O desempenho do edifício e o seu impacto ambiental absoluto é estabelecido por uma escala de desempenho (que varia entre -2 e +5)(Pinheiro, 2006);

HQE- o sistema de avaliação não se baseia em pontuação, mas sim num sistema de gestão de operação. Em que o sistema auxilia o empreendedor na elaboração de um perfil ambiental desejado, de modo adequado às suas especificidades e aos seus

aspectos ambientais significativos e o sistema faz o acompanhamento para alcançar o perfil estabelecido. As preocupações ambientais estão distribuídas entre 14 categorias denominadas por “*cibles*”, as quais deverão ter uma performance igual ou superior quando comparados à empreendimentos exemplares de excelência ambiental, ou possuir pelo menos um desempenho superior ao das práticas usuais. Quando as expectativas são cumpridas, a certificação é atribuída e atinge-se um nível ambiental (Certificado, Bom, Muito bom, Excelente ou Excepcional)(Pires, 2017; Silva, 2007);

LEED- através uma lista de verificação “*checklist*” que contém categorias que abordam sobre carbono, energia, água, resíduos, transporte entre outras. As quais são atribuídos pré-requisitos e créditos e em função da aplicação de determinadas estratégias de projeto se recebe determinados pontos já estipulados na “*checklist*”. E o somatório dos pontos determina a pontuação final, quanto maior a pontuação, maior é o nível de certificação alcançado (Certificado, Prata, Ouro e Platina)(U.S. Green Building Council, 2021);

CASBEE- os resultados de cada item avaliado são dados num formulário de pontuação em que constam as duas categorias avaliadas: Qualidade e Cargas ambientais. Além dos valores numéricos, os resultados são sumarizados em gráficos de radar, colunas e no diagrama de BEE, o desempenho do edifício é classificado em níveis (S, A, B+, B- e C), sendo S o nível superior (Silva, 2007);

Green Star- combina aspectos dos sistemas BREEAM (nomeadamente as categorias de avaliação, atribuição de pesos e utilização de pontuação global) e LEED (a pontuação para a categoria de inovações de projeto e construção). A avaliação é feita segundo uma série de critérios-chave agrupadas em oito categorias. A classificação final é feita por níveis de pontuação (1 a 6 estrelas) quanto menor o número de estrelas, menor é a sustentabilidade (Silva, 2007);

LiderA- através de comparação com diferentes valores de referência de desempenho global de edifícios, atribuir uma etiqueta de desempenho ambiental. O sistema procede a avaliação de diversos critérios por intermédio de diferentes soluções. Estas soluções permitem alcançar um desempenho ambiental associados ao contexto/envolvente, sistemas que dispõe o edifício e seus utilizadores. A classificação final resultante da avaliação feita, mede o desempenho do projeto numa escala de níveis de desempenho global (A, B, C, D, E, F e G) sendo A mais eficiente e G menos eficiente (Barbosa, 2008; Pinheiro, 2006);

DGNB- o sistema desenvolveu um conjunto de esquemas de certificação denominado CORE14, em que certifica diferentes tipos de projetos, seja em construção operação, reabilitação, bairros urbanos ou zonas industriais. A classificação atribuída aos projetos certificados vai de Bronze, Prata, Ouro, Platina (Pires, 2017).

Em resumo, o BREEAM foi o pioneiro e lançou as bases de todos os sistemas de avaliação que foram posteriormente sendo desenvolvidos em todo o mundo. Os sistemas BREEAM, LEED e o LiderA baseiam-se numa “*checklist*” que reúne uma série de pré-requisitos e pontuações associadas a determinados objetivos de projeto e de desempenho. A avaliação dos sistemas GBTool e o HQE baseia-se na comparação do desempenho do edifício, ao nível de cada parâmetro com casos de referência. Em conclusão os sistemas possuem a mesma base de conceitos para avaliação da sustentabilidade e certificação ambiental e as áreas de verificação de cada sistema são pouco distintas, sendo o maior objetivo atingir as metas ambientais propostas (Barbosa, 2008).

Capítulo 4 - Estudo do Sistema de avaliação

LEED: conceitos gerais

Como já foi abordado no capítulo anterior, existem vários sistemas de avaliação de sustentabilidade de edifícios. Neste capítulo, será apresentado em pormenor o sistema de avaliação LEED desde o seu objetivo, como o sistema está organizado por meio de categorias, como ocorre o processo de certificação, o nível de pontuação e em que tipo de projeto o LEED pode ser implementado. Para a análise ao caso de estudo foi utilizado o sistema LEED, pelo fato de ser o sistema de classificação de edifícios mais utilizado mundialmente para conseguir projetar edifícios com melhor desempenho.

Nos Estados Unidos foi desenvolvido um sistema de avaliação ambiental dos edifícios, pelo United States Green Building Council (USGBC) que foi fundado em 1993. O USGBC foi criado com o intuito de promover e fomentar práticas de construções sustentáveis, tendo como objetivo promover edifícios eficientes bem como lugares saudáveis para viver e trabalhar. Conjuga mais de 4000 organizações, desde profissionais da indústria da construção, Arquitetos, até universidades, passando por organizações não governamentais, Instituições federais, estaduais e locais (Pinheiro, 2006; U.S Green Building Council, 2021).

O sistema criado pelo USGBC criado em 1998, é conhecido pelo acrónimo de LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*, que pela tradução significa Liderança em Energia e Design Ambiental, que buscava ser um meio para orientar e certificar que um determinado edifício cumpriria com os princípios sustentáveis na Construção civil, durante a fase de conceção do projeto, durante a sua construção, após a sua conclusão e possível demolição, ou seja, considerando o ciclo de vida do mesmo (Pinheiro, 2006; U.S Green Building Council, 2021).

O sistema destina-se a Arquitetos, Engenheiros, Construtores, proprietários e todos que possuem interesse no mercado da Construção civil, que buscam conceder e concretizar projetos eficientes, económicos e sustentáveis.

4.1 Objetivos do LEED

Os sistemas de classificação LEED têm o intuito de promover práticas que causem impactos positivos no sector da construção por meio de estratégias para atingir seis objetivos (U.S. Green Building Council, 2019a, 2021):

- Reduzir a contribuição para a mudança climática global;
- Melhorar a saúde humana e o bem-estar individual do ocupante;
- Proteger e restaurar os recursos hídricos;
- Proteger, melhorar e restaurar a biodiversidade e os serviços do ecossistema;
- Promover ciclos de recursos de materiais sustentáveis e regenerativos;
- Melhorar a equidade social, a justiça ambiental, saúde comunitária e qualidade de vida.

O LEED é um sistema que analisa todos os elementos que se consideram críticos para conseguir um edifício com o melhor desempenho possível (Figura 43). Visa otimizar o uso de recursos naturais promovendo estratégias regenerativas e restaurativas, permitindo maximizar as consequências positivas e minimizar as consequências ambientais e humanas negativas do sector da construção; fornecer qualidade de ambientes internos para os ocupantes do edifício (U.S. Green Building Council, 2021).

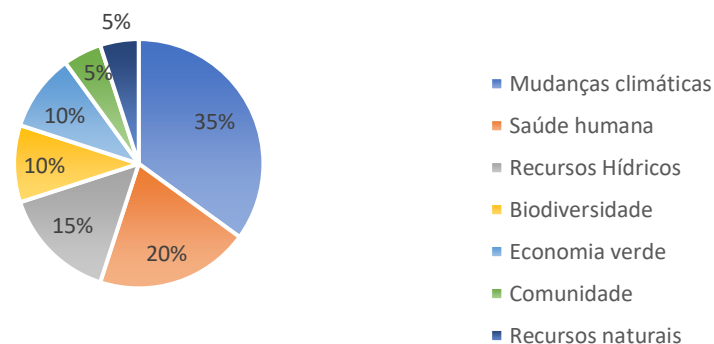


Figura 43- Distribuição dos pesos e ponderações entre os créditos do LEED. Fonte: Adaptado de (USGBC, 2021).

4.2 Categorias do sistema de avaliação LEED

Os objetivos acima descritos servem de base para os pré-requisitos e créditos do LEED. A certificação LEED de um projeto é feita através da obtenção de uma pontuação mínima que é o resultado do somatório de pontos, relativo à informações sobre o desempenho do edifício, distribuídos em diversos requisitos propostos (pré-requisitos e créditos), os quais se agrupam em nove categorias (Figura 44) (U.S. Green Building Council, 2019a):

- Processo Integrado (IP);
- Localização e Transporte (LT);
- Terrenos Sustentáveis (SS);
- Uso Racional da Água (WE);
- Energia e Atmosfera (EA);
- Materiais e Recursos (MR);
- Qualidade do Ambiente Interior (EQ);
- Inovação (IN);
- Prioridade Regional (RP);



Figura 44- Categorias do sistema de avaliação LEED. Fonte: (Adaptado pela autora, 2022).

4.3 Processo de certificação

O processo de obtenção da certificação divide-se em quatro etapas principais (Figura 45)(U.S. Green Building Council, 2019a, 2020):

- 1- **Registo do projeto:** consiste em verificar o cumprimento dos requisitos mínimos do projeto, em seguida o proprietário do projeto deve selecionar o sistema de classificação apropriado ao seu projeto, realizar o registo no “LEED online” e fazer o pagamento da taxa de inscrição e da taxa de certificação com base no tamanho do projeto e o tipo de sistema de classificação;
- 2- **Verificação:** devem reunir-se os documentos que comprovam o cumprimento dos pré-requisitos e créditos no nível de certificação que se pretende alcançar e ao longo da construção serão feitas visitas de verificação ao local;
- 3- **Análise:** nesta fase o projeto passa por revisões preliminares e pela revisão final (opcional), pela Green Business Certification Inc. (GBCI), instituição encarregue de certificar o projeto, no qual pode ser necessário o envio de documentos, informações adicionais ou esclarecimentos e aconselhamento técnico sobre os créditos que requerem trabalho adicional para serem cumpridos;

- 4- Certificação: após a revisão final do material enviado e o resultado ser aceite pela equipa do projeto obtém-se o relatório final de certificação que contém a pontuação final do projeto e o nível certificação correspondente.



Figura 45- Etapas do processo de certificação. Fonte: (Elaborado pela autora, 2022).

Para a obtenção de pontos cada uma das oito categorias possui um conjunto de pré-requisitos e créditos. Os pré-requisitos são de cumprimento obrigatório para a certificação e os créditos, quando cumpridos, são o que realmente dão pontuação e que contribuem para a atribuição do nível ou selo de certificação desejado. O LEED estabelece 4 níveis diferentes, denominados como selos, que são atribuídos com base no número de pontos alcançados nas diferentes categorias. Sendo estes os níveis ou selos (Figura 46)(U.S. Green Building Council, 2021):

- Certified- Certificado (40-49 pontos);
- Silver- Prata (50-59 pontos);
- Gold- Ouro (60-79 pontos);
- Platinum- Platina (80 a 110 pontos);



Figura 46- Selos de certificação LEED. Fonte: [Google](#), 2021.

4.4 Tipologias do LEED

Existem disponíveis, um conjunto de tipologias de avaliação LEED destinadas a diferentes utilizações para cada tipo de projeto, nomeadamente (Figura 47)(U.S. Green Building Council, 2021):

- LEED Building Design and Construction (BD+C) (Design e Construção): a sua aplicação serve para novas construções ou grandes renovações, envolvente e

núcleo do edifício. A sua aplicação serve para: escolas, lojas de retalho, centros de dados, armazéns e centros de distribuição, edifícios dedicados à hospedagem e unidades de saúde;

- LEED Interior Design and Construction (ID+C)(Design de interiores e Construção) : para projetos de interiores em edifícios comerciais, lojas de retalho, edifícios dedicados à hospedagem e hospitais;
- LEED Operations and Maintenance (O+M)(Operações e Manutenção): para edifícios existentes que estão em obras, pouca ou nenhuma construção. A sua aplicação serve para: escolas, lojas de retalho, hospitais, centros de dados e armazéns e Centros de Distribuição;
- LEED Neighborhood Development (ND) (Desenvolvimento de Bairros): para novos projetos de desenvolvimento em bairros ou projetos de re-desenvolvimento contendo usos residenciais, usos não residenciais ou uma mistura, a fim de tornar bairros mais sustentáveis. Os projetos podem estar em qualquer estágio do processo de desenvolvimento, desde o planeamento conceptual até a construção;
- LEED Homes (Casas): para residências unifamiliares, multifamiliares de altura reduzida (um a três andares) ou multifamiliares de alturas intermédias (quatro a seis andares).



Figura 47- Os tipos de sistema LEED adequados a cada tipo de projeto. Fonte: (Adaptado pela autora, 2021).

O LEED para cidades e comunidades visa apoiar, planejar e projetar fases de desempenho de cidades novas, cidades existentes e em desenvolvimento, para construir cidades e infraestruturas eficientes e de alto desempenho. E para medir o desempenho das condições sociais, económicas e ambientais a nível comunitário. Gerir o consumo de água, o uso de energia, o desperdício, o transporte, de cidades e subseções de uma cidade. O LEED Zero serve para projetos com emissões líquidas zero em carbono, desde o consumo de energia e transporte de ocupantes até às emissões de carbono evitadas ou compensadas em um período de 12 meses (U.S. Green Building Council, 2021).

4.5 LEED Casas: edifícios multifamiliares v4.1

Este sistema de classificação LEED fornece aos residentes e proprietários as ferramentas para melhorarem o desempenho dos edifícios fornecendo espaços internos com qualidade: ar fresco e limpo, menor exposição à toxinas e poluentes no ar, luz natural e o uso de materiais de construção seguros para garantir conforto e saúde. Ajuda também a reduzir os consumos de energia e água, o que conduz a contas de serviços públicos mais reduzidas. O LEED foca em estratégias e resultados sustentáveis de forma a garantir um melhor desempenho, com o cumprimento dos pré-requisitos e créditos de cada categoria.

Esta tipologia de classificação aplica-se a todos os tipos de projetos residenciais:

- Casas unifamiliares: aplicável a novas residências unifamiliares isoladas ou anexas, de um a três andares);
- Edifícios multifamiliares: aplicável a todos edifícios multifamiliares de 4 a 6 andares;
- Edifícios multifamiliares (envolvente e estrutura principal): aplicável a projetos de construção nova ou grandes reformas para unidades mecânicas, elétricas e hidráulicas. Apropriado para projetos em que mais de 40% da área bruta do piso está incompleta na altura da certificação.

Edifícios multifamiliares com mais de 6 andares utilizam o Sistema de classificação: LEED para Projeto e Construção de Edifícios ou LEED BD+C (Building Design and Construction).

4.5.1 Categorias de avaliação do sistema LEED Casas: edifícios multifamiliares v4.1

O tipo de classificação para o LEED residencial desenvolve programas de manutenção local no exterior da construção, uso racional de água e energia, produtos de limpeza que não poluam o meio ambiente, gestão de resíduos e qualidade ambiental interna. As categorias dessa tipologia do LEED são nove: Processo Integrado (IP), Localização e Transporte (LT), Terrenos Sustentáveis (SS), Uso Racional da Água (WE), Energia e Atmosfera (EA), Materiais e Recursos (MR), Qualidade do Ambiente Interior (EQ), Inovação (IN) e Prioridade Regional (RP) e o somatório que resulta na pontuação final é de 110 pontos (Figura 48), sendo a categoria “EA” a que contém maior número de pontos e a categoria “PI” a que contém apenas um ponto (U.S. Green Building Council, 2019b).

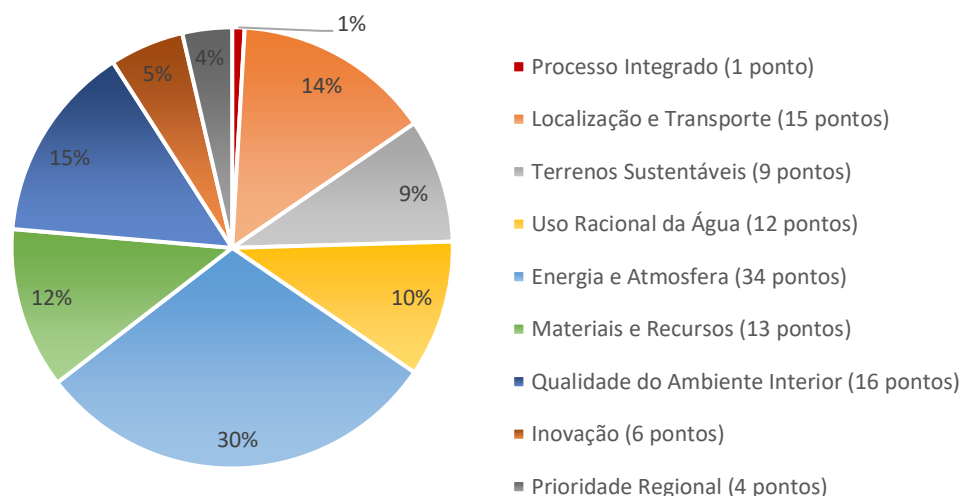


Figura 48- Pesos de categoria. Fonte: (Elaborado pela autora, 2022).

4.5.1.1 Processo Integrado (IP)

Crédito: Processo integrado- por meio de uma análise prévia dos inter-relacionamentos entre sistemas relacionados à água e energia, tem o intuito de apoiar resultados de projetos económicos de alto desempenho (U.S. Green Building Council, 2019).

Tabela 2 - Requisitos da categoria “Processo Integrado” baseado na checklist “LEED v4.1 Casas: Edifícios multifamiliares.

Processo Integrado	
Pré-requisitos/Créditos	Pontuação
Crédito: Processo integrado	1
Total:	1

4.5.1.2 Localização e Transporte (LT)

Está relacionada a localização do projeto/edifício e de como a localização afeta o deslocamento dos ocupantes. O sector dos transportes é responsável por cerca de 1/4 das emissões de gases de efeito de estufa relacionadas à energia em todo o mundo. Os deslocamentos efetuados por um veículo de ocupação única - deslocamentos convencionais, contribuem maioritariamente para o aumento dessas emissões (U.S. Green Building Council, 2019a) (U.S. Green Building Council, 2014).

Crédito: Localização do LEED Neighborhood (Bairros)- o objetivo desse crédito é de evitar a implantação de projetos em terrenos inadequados; incentivar as atividades físicas diárias reduzindo a distância que é percorrida por veículos (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Proteção de áreas sensíveis- reduzir o impacto ambiental produzido num local inserido num terreno e evitar projetos inseridos em terrenos ambientalmente sensíveis (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Local de alta prioridade- tem como objetivo promover a saúde nos arredores de uma área com restrições de desenvolvimento, a fim de incentivar a localização do projeto nestes locais (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Densidade da envolvente e usos diversos- objetivo é de reduzir o uso de veículos, proporcionando a locomoção a pé, a eficiência de transportes públicos de forma a melhorar a saúde pública e servir de incentivo às atividades físicas. Incentivar que os projetos sejam construídos em áreas em que existem infraestruturas, de forma a preservar as terras agrícolas e o habitat de vida animal (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Acesso a transporte de qualidade- várias opções de transporte ou uso reduzido de veículos motorizados tornam-se numa estratégia para contribuir para a melhoria do desempenho ambiental reduzindo os efeitos da poluição atmosférica e a melhoria da saúde pública sendo que existem vários danos causados pelo uso de veículos (U.S. Green Building Council, 2014).

Crédito: Instalações para bicicletas- permitir a locomoção feita por bicicletas a fim de reduzir o uso de veículos motorizados. Melhorar a saúde humana incentivando as atividades físicas (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Área de estacionamento reduzida- reduzir a área de parque de estacionamento e promover estacionamento a veículos de transporte gratuito. Com o simples objetivo de minimizar o uso de veículos particulares (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Veículos elétricos- reduzir a poluição promovendo alternativas a veículos movidos a combustível (U.S. Green Building Council, 2019).

Tabela 3- Requisitos da categoria “Localização e Transporte” baseado na checklist “LEED v4.1 Casas: Edifícios multifamiliares”.

Localização e Transporte	
Pré-requisitos/Créditos	Pontuação
Crédito: Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	15
Crédito: Proteção de áreas sensíveis	2
Crédito: Local de alta prioridade	1
Crédito: Densidade da envolvente e usos diversos	5
Crédito: Acesso a transporte de qualidade	3
Crédito: Instalações para bicicletas	1
Crédito: Área de estacionamento reduzida	1
Crédito: Veículos elétricos	2
Total:	15

4.5.1.3 Terrenos Sustentáveis (SS)

Está relacionada a envolvente do edifício, com foco no restauro dos elementos do local onde o projeto está inserido e na integração dos ecossistemas locais e regionais com o local, com objetivo de preservar a biodiversidade da qual dependem os sistemas naturais. Os métodos de desenvolvimento são de baixo impacto para minimizar a poluição provocada pela construção, reduzem os efeitos de ilhas de calor, poluição luminosa e recorrem a simulações padrão do fluxo de água natural para gerir o escoamento da água da chuva (U.S. Green Building Council, 2019a).

Pré-requisito: Prevenção da poluição na atividade de construção- controlar a erosão do solo por meio de um plano de controle de erosão e sedimentação para as atividades de construção relacionadas ao projeto (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Avaliação do terreno- as condições do terreno devem ser avaliadas antes do projeto ser implementado e permitir que as opções sustentáveis sejam verificadas (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Proteção ou restauro do habitat- proporcionar um bom habitat e promover a biodiversidade e preservação de áreas naturais (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Espaço aberto- num empreendimento ou projeto é importante identificar oportunidades que permitam acessibilidade e um bom acesso à espaços abertos, por meio de transportes públicos, ciclismo, caminhadas e providenciar um bom acesso a

pessoas com mobilidade reduzida. Portanto, este crédito visa fornecer espaços abertos com destino a recreação, atividades físicas e para promover a convivência social, como também a ligação à áreas verdes para garantir o contacto com a Natureza (Local Authority Building Control (LABC), n.d.; U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Gestão de águas pluviais- quando ocorrem eventos de chuvas o solo retém uma parte da água e a quantidade restante escoar pela superfície. Esse crédito tem como objetivo a redução do volume de escoamento superficial e a melhoria da qualidade da água com base em condições históricas e ecossistemas não desenvolvidos na região (U.S. Green Building Council, 2018).

Crédito: Redução de ilhas de calor- ilhas de calor é um fenômeno climático que ocorre quando uma cidade apresenta temperaturas acima da média em comparação com outras áreas urbanas e rurais próximas. Alguns fatores como falta ou pouca vegetação e poluição do ar contribuem para a retenção de calor e redução da humidade do ar. Portanto, este crédito visa reduzir o efeito de ilhas de calor minimizando os efeitos em microclimas em habitats dos seres vivos (U.S. Green Building Council, 2018).

Crédito: Redução da poluição luminosa- a poluição luminosa é aquela gerada pelo excesso de luz artificial. Aplicando as exigências desse crédito será possível aumentar a visibilidade do céu noturno e reduzir as consequências da poluição para proporcionar uma boa qualidade de vidas às pessoas e animais (U.S. Green Building Council, 2018).

Tabela 4 -Requisitos da categoria “Terrenos Sustentáveis” baseado na checklist “LEED v4.1 Casas: Edifícios multifamiliares”.

Terrenos Sustentáveis

Pré-requisitos/Créditos	Pontuação
Pré-requisito: Prevenção da poluição na atividade de construção	Obrigatório
Crédito: Avaliação do terreno	1
Crédito: Proteção ou restauro do habitat	1
Crédito: Espaço aberto	1
Crédito: Gestão de águas pluviais	3
Crédito: Redução de ilhas de calor	2
Crédito: Redução da poluição luminosa	1
Total:	9

4.5.1.4 Uso Racional da Água (WE)

Aborda sobre o consumo de água e a sua medição seja para uso externo ou interno. Para isso, cada pré-requisito considera a eficiência da água e as reduções apenas no uso de água potável e para cada crédito considera a medição e redução do consumo de água não potável. Em geral, esta categoria incentiva a utilizar todos os recursos para reduzir significativamente o consumo total de água (U.S. Green Building Council, 2019a).

Pré-requisito: Redução do uso de água- reduzir o consumo da água exterior e interior do edifício (U.S. Green Building Council, 2019).

Pré-requisito: Medição de água do edifício- por intermédio desse pré-requisito é possível fazer uma melhor gestão da água utilizada e identificar possíveis alternativas para reduzir o consumo de água utilizando contadores permanentes (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Redução do uso de água- para obtenção de pontos adicionais (possibilidade obter até dez pontos) para reduzir o consumo de água deve-se utilizar equipamentos de alta eficiência e utilizar práticas eficientes de paisagismo por meio de plantas nativas ou adaptadas à região para reduzir o consumo total de água (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Medição de água- para obtenção de pontos adicionais (possibilidade obter até dois pontos), para medir a água deve-se utilizar contadores para irrigação das áreas ajardinadas (U.S. Green Building Council, 2019).

Tabela 5- Requisitos da categoria “Uso Racional da Água” baseado na checklist “LEED v4.1 Casas: Edifícios multifamiliares.

Uso Racional da Água	
Pré-requisitos/Créditos	Pontuação
Pré-requisito: Redução do uso de água	Obrigatório
Pré-requisito: Medição de água do edifício	Obrigatório
Crédito: Redução do uso de água	10
Crédito: Medição de água	2
Total:	12

4.5.1.5 Energia e Atmosfera (EA)

Aborda as questões da eficiência energética nas edificações por meio de estratégias simples e também inovadoras, como medições e utilização de equipamentos mais eficientes para a redução do consumo de energia. Sendo que nos dias de hoje os recursos energéticos estão mais voltados para a utilização de petróleo, carvão e gás natural sendo estes recursos de fontes não renováveis. O uso de fontes não renováveis não é sustentável e requer processos de extração que destroem o Planeta. A medição e a monitorização contínua a sistemas relacionados a energia, permitem acompanhar o consumo de energia de forma que seja mais eficiente e identificar o surgimento de problemas (GBC Brasil, 2015) (U.S. Green Building Council, 2019a).

Pré-requisito: Testagem e verificação de sistemas fundamentais- para apoiar o design, construção e possíveis operações de um projeto para irem de encontro com os requisitos do proprietário do projeto, no que se refere a energia, água, qualidade do ambiente interno e durabilidade. Tem como objetivo testar e avaliar áreas comuns ou espaços compartilhados no edifício, como corredores, salas comuns e etc.; avaliar os sistemas de mecânica, elétricos, hidráulicos e de energia renovável conforme diretrizes da ASHRAE 1.1.2007 para sistemas AVAC (U.S. Green Building Council, 2019).

Pré-requisito: Desempenho mínimo de energia- estabelecer um nível mínimo de desempenho de energia para o edifício a fim de reduzir os danos ambientais e económicos do uso excessivo de energia (U.S. Green Building Council, 2019b).

Pré-requisito: Medição de energia- por intermédio da gestão de energia identificar possíveis alternativas para reduzir o consumo de energia do edifício (U.S. Green Building Council, 2019).

Pré-requisito: Gestão fundamental de gases refrigerantes- a camada de ozono protege a Terra da ação de raios ultravioletas e está localizada cerca 10% na primeira camada que envolve a Terra: a troposfera; 90% na segunda camada: a estratosfera; situada à até 50 km de distância da Terra. E os gases refrigerantes chamados também de fluidos são gases utilizados em sistemas de arrefecimento que destroem a camada de ozono, desse modo o objetivo desse crédito é reduzir a destruição da mesma (Luduvic, 2018; U.S. Green Building Council, 2018).

Crédito: Monitorização aprimorada- para apoiar o design, a construção e operação de um projeto que atenda aos requisitos do proprietário do projeto para a energia, água, qualidade do ar interior e durabilidade (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Otimizar o desempenho energético- além da norma do pré-requisito de “Desempenho mínimo de energia” este crédito tem como objetivo tornar constante o aumento do desempenho energético a fim de reduzir os danos ambientais e económicos (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Relatório e monitorização da energia total do edifício- esse crédito tem como objetivo apoiar a gestão de energia total do edifício por meio de contadores de energia novos ou existentes que possam ser agregados para medir todo o consumo de energia desde a eletricidade ao gás natural (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Harmonização da rede- uso de tecnologias e programas que possam tornar os sistemas de geração e distribuição de energia mais eficientes e que permitam a redução de emissões de gases de efeito de estufa (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Energia renovável- a fim de reduzir os danos ambientais e económicos relacionados com a utilização de energia de combustíveis fósseis e promover a energia renovável (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Gestão Avançada de Gases Refrigerantes- além de reduzir a destruição da camada de ozono promover conformidade com o Protocolo de Montreal e minimizar as contribuições diretas para as mudanças climáticas (U.S. Green Building Council, 2018).

Crédito: Sistemas eficientes de distribuição de água quente- tem como objetivo aumentar a eficiência da distribuição de água quente de forma a reduzir o consumo de energia, reduzir a carga nos sistemas de abastecimento de água e drenagem de águas residuais (U.S. Green Building Council, 2019).

Tabela 6- Requisitos da categoria “Energia e Atmosfera” baseado na checklist “LEED v4.1 Casas: Edifícios multifamiliares”.

Energia e Atmosfera

Pré-requisitos/Créditos	Pontuação
Pré-requisito: Testagem e verificação de sistemas fundamentais	Obrigatório
Pré-requisito: Desempenho mínimo de energia	Obrigatório
Pré-requisito: Medição de energia	Obrigatório
Pré-requisito: Gestão fundamental de gases refrigerantes	Obrigatório
Crédito: Monitorização aprimorada	6
Crédito: Otimizar o desempenho energético	18
Crédito: Relatório e monitorização da energia total do edifício	1
Crédito: Harmonização da rede	2

Crédito: Energia renovável	5
Crédito: Gestão avançada de gases refrigerantes	1
Crédito: Sistemas eficientes de distribuição de água quente	1
Total:	34

4.5.1.6 Materiais e Recursos (MR)

Tem como objetivo incentivar o uso de materiais de baixo impacto ambiental como recicláveis/reciclados ou de reuso, servir de apelo à consciência e a prática da reciclagem e reduzir o volume de resíduos gerados nos aterros sanitários (GBC Brasil, 2015; U.S. Green Building Council, 2019a).

Pré-requisito: Depósito e recolha de materiais recicláveis- reduzir os resíduos produzidos pelos ocupantes dos edifícios (U.S. Green Building Council, 2019b).

Pré-requisito: Plano de gestão de resíduos de construção e demolição- tem como objetivo a redução dos resíduos de construção e demolição que são despejados em aterros sanitários e promover a reutilização e reciclagem de materiais (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Redução do impacto do ciclo de vida do edifício- visa promover o reuso de produtos e materiais para reduzir os danos ambientais e minimizar os impactos ambientais em todo o ciclo de vida do edifício (desde a conceção, construção, uso, manutenção até à demolição) (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Produtos preferencialmente ecológicos- promover a utilização de produtos que minimizem os danos ambientais e optar por produtos e materiais recicláveis, recuperados, reconicionados ou reutilizados (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Gestão de resíduos de construção e demolição - apesar de ser também um pré-requisito, este crédito serve para a obtenção de pontos extras. Reforça o mesmo objetivo que é a redução dos resíduos de construção e demolição que são despejados em aterros sanitários e a reutilização e reciclagem de materiais não perigosos (U.S. Green Building Council, 2019b).

Tabela 7- Requisitos da categoria “Materiais e Recursos” baseado na checklist “LEED v4.1 Casas: Edifícios multifamiliares”.

Materiais e Recursos

Pré-requisitos/Créditos	Pontuação
Pré-requisito: Depósito e recolha de materiais recicláveis	Obrigatório
Pré-requisito: Plano de gestão de resíduos de construção e demolição	Obrigatório
Crédito: Redução do impacto do ciclo de vida do edifício	5
Crédito: Produtos preferencialmente ecológicos	6
Crédito: Gestão de resíduos de construção e demolição	2
Total:	13

4.5.1.7 Qualidade do Ambiente Interior (EQ)

Aborda sobre práticas que promovem a qualidade do ar interno, conforto térmico e visual para contribuir para a satisfação, saúde e bem-estar dos ocupantes. Ambientes internos de boa qualidade promovem a produtividade e agregam valor ao edifício, portanto o objetivo é incentivar a escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis e a priorizar espaços com vista externa e com luz natural (GBC Brasil, 2015; U.S. Green Building Council, 2019a).

Pré-requisito: Desempenho mínimo da qualidade do ar interior- estabelece padrões mínimos para saber até que ponto está o desempenho do edifício a respeito da qualidade do ar interior e contribuir para o conforto e bem-estar dos ocupantes do edifício (U.S. Green Building Council, 2019b).

Pré-requisito: Ventilação contra combustão- tem como objetivo limitar a libertação de gases de combustão dentro de espaços ocupados da casa (U.S. Green Building Council, 2019b).

Pré-requisito: Proteção contra emissão de poluentes de garagens- este pré-requisito visa minimizar a exposição dos ocupantes a poluentes provenientes de garagens adjacentes, (U.S. Green Building Council, 2019b)

Pré-requisito: Construção resistente ao radão- tem o objetivo de reduzir a exposição dos ocupantes ao gás radão e outros gases contaminantes do solo. Estabelece padrões de técnicas de construção resistentes ao radão (para novas construções) e testagem do edifício ao radão para determinar se o edifício necessita de técnicas de construção resistentes ao radão (para renovações em edifícios existentes)(U.S. Green Building Council, 2019b).

Pré-requisito: Gestão da humidade interior- esse pré-requisito visa promover o desempenho e durabilidade dos revestimentos do edifício por meio de um projeto com a devida seleção de materiais e práticas de construção.

Pré-requisito: Controle ambiental do fumo de tabaco- minimizar a exposição do fumo de tabaco ou prevenir o mesmo dos ocupantes do edifício, superfícies internas e sistemas de distribuição e ventilação do ar (U.S. Green Building Council, 2019b).

Pré-requisito: Compartimentação- visa minimizar a exposição dos ocupantes aos poluentes do ar interno, compartimentar as unidades residenciais para minimizar a transmissão entre as unidades (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Compartimentação aprimorada- compreende os mesmo objetivos que do pré-requisito para obtenção de pontos extras, reduzir a exposição dos ocupantes do edifício aos poluentes do ar interior e prevenir a transferência do ar entre as unidades (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Eliminação de fumo de tabaco no ambiente- compreende os mesmo objetivos que do pré-requisito para a obtenção de pontos extras, que é minimizar a exposição do fumo de tabaco por meio de algumas medidas como proibição de fumar dentro do edifício, inclusive dentro das unidades residenciais bem como em todas varandas privadas (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Estratégias avançadas de qualidade do ar interior- tem como objetivo promover o conforto e bem-estar dos ocupantes e proporcionar uma qualidade de vida melhorada (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Materiais de baixa emissão- visa reduzir os efeitos ambientais e implementar práticas eficazes para contribuir para redução da concentração de contaminantes químicos que podem comprometer a saúde humana, a qualidade do ar, a produtividade e o meio ambiente (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Avaliação da qualidade do ar interior- tem como objetivo proporcionar uma boa qualidade de ar interior após a construção do edifício ou durante a ocupação. Por meio de limpeza, medições do ar na unidade habitacional, por meios de dispositivos apropriados (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Conforto térmico- promover o conforto e bem-estar dos ocupantes proporcionando conforto térmico de qualidade, por meio de instalação de controles de aquecimento e arrefecimento (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Luz natural e vistas de qualidade- tem como objetivo permitir que os ocupantes do edifício estejam conectados a alguma área externa, a fim de obterem luz natural no espaço e reduzir o consumo de iluminação elétrica. Proporcionar também vistas com clareza para o exterior por intermédio de vãos, a fim de promover a produtividade e conforto dos ocupantes (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Desempenho acústico- promover aos ocupantes conforto e bem-estar providenciando um design acústico eficaz. As paredes, pavimento/teto, janelas, portas de entrada das unidades habitacionais devem atender às avaliações da classe de transmissão de ruído (U.S. Green Building Council, 2019b).

Tabela 8- Requisitos da categoria “Qualidade do Ambiente Interior” baseado na checklist “LEED v4.1 Casas: Edifícios multifamiliares”.

Qualidade do Ambiente Interior

Pré-requisitos/Créditos	Pontuação
Pré-requisito: Desempenho mínimo da qualidade do ar interior	Obrigatório
Pré-requisito: Ventilação contra combustão	Obrigatório
Pré-requisito: Proteção contra emissão de poluentes de garagens	Obrigatório
Pré-requisito: Construção resistente ao radão	Obrigatório
Pré-requisito: Gestão de humidade interior	Obrigatório
Pré-requisito: Controle ambiental do fumo de tabaco	Obrigatório
Pré-requisito: Compartimentação	Obrigatório
Crédito: Compartimentação aprimorada	1
Crédito: Eliminação de fumo de tabaco no ambiente	1
Crédito: Estratégias avançadas de qualidade do ar interior	4
Crédito: Materiais de baixa emissão	4
Crédito: Avaliação da qualidade do ar interior	2
Crédito: Conforto térmico	1
Crédito: Luz natural e vistas de qualidade	1
Crédito: Desempenho acústico	2
Total:	16

4.5.1.8 Inovação (IN)

Está relacionado a informações sobre edifícios verdes e a adaptação de medidas não propostas nas categorias do LEED (GBC Brasil, 2015). Pela constante evolução das estratégias e pela implementação de tecnologias que contribuem para a melhoria das operações e manutenção dos edifícios, esta categoria vem dar lugar às ideias ou práticas inovadoras não mencionadas em nenhuma das restantes categorias de créditos, mas que geram benefícios ambientais (U.S. Green Building Council, 2019).

Crédito: Inovação- tem como objetivo incentivar projetos ou medidas inovadoras para atingir desempenhos ambientais inovadores no projeto, utilizando estratégias que não constam no sistema de classificação LEED, a fim de obter até cinco pontos adicionais (U.S. Green Building Council, 2019b).

Crédito: Profissional acreditado LEED- é atribuído um ponto adicional se a equipa do projeto for constituída por pelo menos um profissional credenciado LEED (AP) com uma especialidade apropriada para o projeto (U.S. Green Building Council, 2019).

Tabela 9- Requisitos da categoria “ Inovação” baseado na checklist “LEED v4.1 Casas: Edifícios multifamiliares”.

Inovação	
Pré-requisitos/Créditos	Pontuação
Crédito: Inovação	5
Crédito: Profissional acreditado LEED	1
Total:	6

4.5.1.9 Prioridade Regional (RP)

As equipas de projeto devem sempre procurar utilizar estratégias inovadoras que possuam benefícios ambientais. Os créditos definidos como prioridade regional são específicos para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e económicas existentes em cada local (Ferreira, Neto, & Demetrio, 2017).

Crédito: Prioridade regional- encorajar projetos a alcançar um desempenho inovador; abordar sobre prioridades no local onde o projeto está inserido. Sendo essas prioridades específicas do meio ambiente, equidade social e saúde pública (U.S. Green Building Council, 2019).

Tabela 10- Requisitos da categoria “ Inovação” baseado na checklist “LEED v4.1 Casas: Edifícios multifamiliares”.

Prioridade Regional	
Pré-requisitos/Créditos	Pontuação
Crédito: Prioridade regional	4
Total:	4

Capítulo 5 - Aplicação do LEED Casas: edifícios multifamiliares ao caso de estudo

O edifício estudado localiza-se num centro urbano localizado na província de Luanda, município de Cacuaco, distrito urbano do Sequele, a 38-45 km da cidade de Luanda (Figura 49). Surge por parte do Programa Nacional de Habitação de forma a impulsionar a criação de novos núcleos urbanos e impedir um crescimento desordenado na cidade.



Figura 49- Localização do projeto. Fonte: (Adaptado pela autora, 2021).

A centralidade é fruto de um planeamento financiado pelo Estado Angolano, constituída por 426 edifícios multifamiliares de 5 a 9 andares. As tipologias dos apartamentos variam de 3 a 5 quartos, totalizando 10.008 fogos (Figura 50). A empresa (Imogestin) anteriormente gestora imobiliária durante a construção da centralidade referiu que a urbanização possui uma área de 3.317,36 ha, com capacidade de albergar 60.648 habitantes (Figueira, 2020).



Figura 50- Centralidade do Sequele. Fonte: (Figueira, 2020).

Do ponto de vista urbano desenvolve-se numa malha reticulada que define quarteirões, daí foram construídos 12 sectores urbanos (blocos)(Figura 51). Além das moradias e respetivas infraestruturas internas o projeto inclui espaços verdes em todos os blocos e inclui também todas as infraestruturas urbanas: rede viária, rede de energia elétrica e iluminação pública, abastecimento de água potável, rede de drenagem de águas residuais e pluviais e rede de telecomunicações (Figueira, 2020).



Figura 51- Vista aérea da centralidade do Sequele. Fonte: Googlemaps, 2021.

Equipada com infraestruturas de apoio como estações de tratamento de água potável e residual, bem como equipamentos sociais e de serviços como duas esquadras policiais, três jardins-de-infância, uma escola primária e outra secundária, um centro comercial, um mercado, uma igreja, quatro edifícios administrativos e 178 lojas. Os edifícios foram inaugurados a 12 de Agosto de 2014. Desde essa data até aos dias atuais a construção de serviços e equipamentos aumentou consideravelmente (Figueira, 2020).

5.1 Descrição do edifício

O objeto de estudo é constituído por dois blocos de apartamentos A e B, dispostos em formato retangular (Figura 52). O edifício compreende 5 andares contando com o rés do chão e em que cada bloco contém 10 apartamentos de tipologia T4.



Figura 52- Edifício em estudo.

5.2 Metodologia aplicada

A metodologia que foi utilizada para proceder à aplicação do sistema de avaliação de sustentabilidade consistiu numa análise teórica na qual são definidas as estratégias LEED, que se forem colocadas em prática permitiriam que o objeto de estudo obtivesse um melhor desempenho.

As etapas para a realização dessa pesquisa foram iniciadas com a revisão bibliográfica acerca da Centralidade na qual o objeto de estudo está inserido. Selecionou-se o sistema de certificação apropriado que no caso é o “*LEED Casas: edifícios multifamiliares*” na versão mais recente que é v4.1 (LEED Homes: Multifamily) por ser o sistema indicado a habitações multifamiliares de 1 a 6 andares. Após a escolha do sistema a ser aplicado, foi feita uma análise da checklist (disponível para consulta na secção dos anexos) correspondente ao sistema selecionado fornecida pelo site da USGBC.

Com auxílio do Guia de Referência em inglês “*LEED v4.1 Residential BD+C Multifamily Homes*” (U.S. Green Building Council, 2020) e do guia em português “*LEED v4 para projeto e construção de edifícios*” (USGBC, 2014), foram identificados os critérios – pré-requisitos e créditos – e foram analisadas as informações quanto à aplicação de cada uma das categorias para o edifício multifamiliar em estudo.

Para a recolha de dados foram consultados os documentos “*Projeto de Habitação Social de Angola-Cacuaco Dande Fase I*” (Imogestin, 2016) e “*Regulamento do Plano de Urbanização do Sequele*” (Diário da República, 2011). Foi feita uma visita de campo à centralidade e ao edifício e recorreu-se a conversas verbais com moradores, tendo como base de conversa o conforto e bem-estar e as dificuldades vividas como moradores. Sendo

estes os principais instrumentos de recolha de dados utilizado nesta pesquisa para a avaliação seguindo os critérios do sistema LEED.

Por norma o cumprimento dos pré-requisitos é obrigatório, porém a aplicação será feita no sentido de verificar a adequabilidade de cada pré-requisito e crédito. Relativamente aos créditos a obrigatoriedade pode ser única quando há somente uma opção de obter pontos, ou pode ser variada quando existem duas ou mais opções. Nesse último caso, quando o crédito possui mais de uma opção para obter pontuação existe a possibilidade de cumprimento das duas opções ou de somente uma delas (Figura 53).

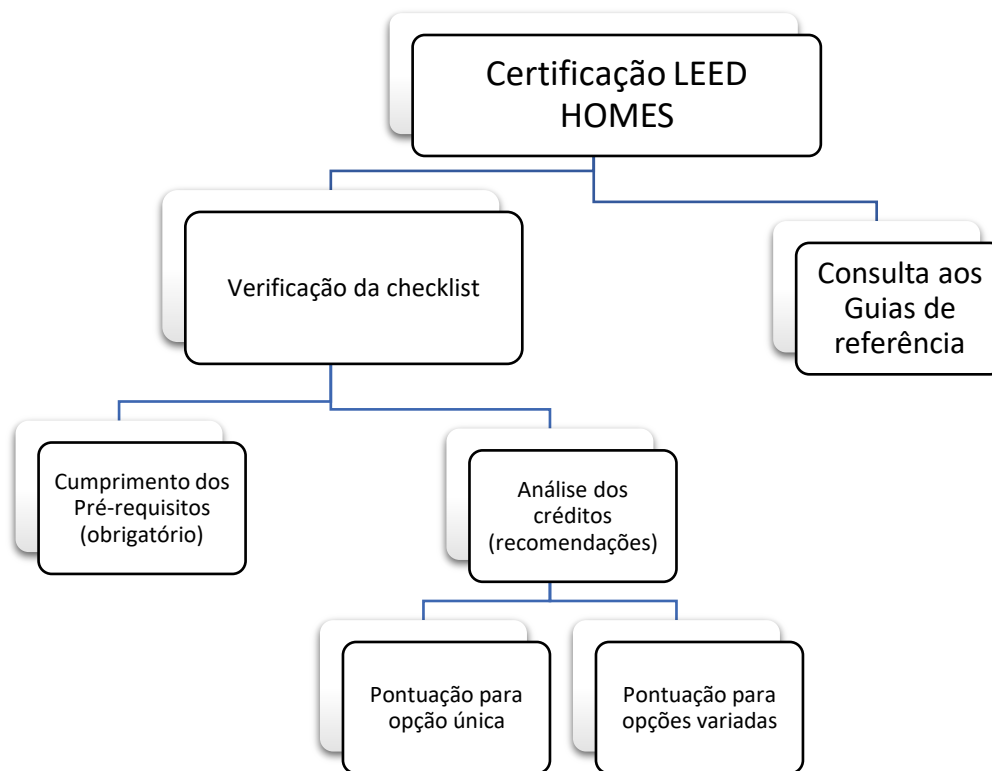


Figura 53- Esquemática da metodologia aplicada. Fonte: (Elaborado pela autora, 2021).

5.3 Tratamento dos dados

O tratamento e análise dos dados foram efetuados em função dos pré-requisitos e créditos de cada categoria do sistema de certificação na qual se enquadra o edifício, que é o “*LEED Casas: edifícios multifamiliares*” como já foi mencionado anteriormente.

Os pré-requisitos e créditos de cada categoria estão listados em tabela na lista de verificação do projeto (checklist), fornecida pelo site da USGBC. No final do

preenchimento obtém-se o total de pontos e o resultado correspondente ao possível nível de certificação ou a não certificação.

Foi feita primeiramente uma análise do edifício no seu estado atual a fim de perceber as medidas ecológicas já implementadas no objeto de estudo. A pontuação obtida dessa análise denominou-se como “*Pontuação da avaliação inicial*”.

Após essa pontuação, foi feita uma segunda análise para a aplicação do sistema LEED ao objeto de estudo. A aplicação consistiu em: identificar as fragilidades dos edifícios e áreas com maior deficiência; definir as estratégias mais adequadas ao contexto local de acordo com critérios propostos pelo LEED, verificar a pontuação correspondente a estratégia do LEED. A pontuação obtida pela aplicação destas estratégias do LEED denominou-se como “*Pontuação após alterações*”.

Relativamente a pontuação dos créditos há que se considerar o seguinte:

- Os pontos que provêm dos créditos LEED são números inteiros positivos, ou seja, não existem valores negativos ou frações;
- Os créditos valem um ponto no mínimo;
- Não existe pontuação relativa para as pontuações acima de dois pontos, ou seja, quando se satisfaz os critérios indicados pelo crédito é atribuída a pontuação inteira. E nos créditos em que o resultado da pontuação é medido em percentagem são especificadas, no Guia de Referência, a quantidade de pontos correspondente a cada percentagem.

5.4 Análise de dados, resultados e discussões

5.4.1 Aplicação e resultados

A primeira categoria a ser analisada é “*Processo Integrativo*”. Possui apenas um crédito e tem como objetivo a realização de análises preliminares do projeto, sobre sistemas relacionados à energia (análise sobre como reduzir as cargas de energia no edifício e como atingir metas relacionadas a sustentabilidade) e a água (análise sobre o orçamento de água antes da conclusão do projeto, avaliar e estimar as potenciais fontes de abastecimento de água não potável do projeto).

Por não ter sido possível obter dados sobre as análises preliminares considerou-se a pontuação nula. Não é possível aplicar os critérios do sistema LEED ao objeto de estudo

porque o projeto já foi concluído e está em fase de operações. Porém, se fossem aplicados os critérios referidos nas análises preliminares a classificação seria de 1.

Tabela 11- Pontuação obtida na categoria de Processo Integrado.

Processo Integrado			
Créditos	Pontuação LEED	Pontuação da avaliação inicial	Pontuação após alterações
Crédito: Processo integrado	1	0	1
Total:	1	0	1

Localização e Transporte (LT)

A categoria em análise contém oito créditos. No entanto há duas opções para o cumprimento dos mesmos. A primeira opção é de pontuar somente no primeiro crédito “*Localização do LEED Neighborhood (Bairros)*” e obter até 15 pontos. E a segunda opção é cumprir os sete créditos (exceto o primeiro) e obter até 15 pontos. Como o projeto nunca obteve uma certificação prévia pelo LEED Neighborhood não é possível aplicar a primeira opção que permitiria obter a pontuação máxima. Desta feita, serão analisados cada um dos créditos.

Para obtenção de pontos no crédito de “*Proteção de áreas sensíveis*” há duas opções: pela implantação do projeto em terrenos previamente desenvolvidos ou por evitar terrenos sensíveis. Portanto, pelo objeto de estudo não estar implantado em terra agrícola, numa área de risco de inundação, ou num habitat de espécies ameaçadas de extinção, obtém um ponto.

Para obter pontuação no crédito de “*Local de alta prioridade*” existem três opções. A primeira é de o objeto de estudo estar localizado em um distrito histórico; a segunda opção é de estar localizado em locais denominados como de prioridade (como projetos financiados pelo Estado) e a última opção é de o estar num localizado num terreno abandonado ou contaminado. O objeto de estudo enquadra-se na segunda opção e obtém um ponto.

O acesso principal do objeto de estudo fica uma distância de caminhada de 800 metros de diversos usos, obtendo dois pontos para o crédito de “*Densidade da envolvente e usos diversos*”.

Para o crédito de “*Acesso a trânsito de qualidade*” realizou-se uma pesquisa sobre os padrões de transporte utilizados pelos ocupantes do edifício (sendo o nº de ocupantes estimado), constatou-se que uma parte considerável dos ocupantes dos edifícios pertence a classe social baixa à classe social média. A maioria dos ocupantes utilizam transportes públicos para as suas deslocações diárias e a minoria utiliza veículos individuais. No entanto, a quantidade de autocarros e de viagens oferecida não corresponde a demanda, ou seja, a pontuação que o objeto de estudo tem na situação atual é nula.

Como o único tipo de transporte são os autocarros coletivos e táxis informais, seria possível obter pelo menos um ponto se fossem fornecidas paragens de autocarros a uma distância a pé de 400m da entrada de acesso aos edifícios. E se fossem atendidas no mínimo 72 viagens de autocarro durante a semana e 30 viagens ao fim de semana. Seria possível obter uma pontuação maior se existissem alternativas de transporte como metro, elétricos, comboio e ‘*ferry*’, que resultaria num número maior de viagens.

O objeto de estudo não possui instalações para bicicletas. Para obtenção de ponto no crédito de “*Instalações para bicicletas*” deve ser instalado armazenamento para bicicletas para pelo menos 15% de todos os ocupantes regulares do objeto de estudo e no mínimo um espaço de armazenamento para cada três apartamentos. O armazenamento de bicicletas deve estar a uma distância de caminhada de 90 metros do acesso principal do edifício.

Para obtenção de ponto no crédito de “*Área de estacionamento reduzida*” há quatro opções: não fornecer estacionamento na via pública; redução do estacionamento a 30%; fornecer estacionamento para veículos de partilha de viagem; implementar uma taxa de pagamento de estacionamento. Analisando a situação atual do objeto de estudo cada apartamento possui um lugar de estacionamento privado, dá um total de 20 lugares de estacionamento. O projeto possui também lugares limitados de estacionamento em espaços de utilização pública. Para obtenção de ponto neste crédito é necessário que se forneça uma vaga de estacionamento para veículos de viagens partilhadas, para cada 100 ocupantes se o número de ocupantes for menor que 100 pode também ser fornecido uma vaga de estacionamento.

Não há infraestruturas de carregamento de veículos elétricos. Para se obter pontuação no crédito de “*Veículos elétricos*” seria necessário instalar-se equipamentos para carregamento de veículos elétricos em 2% de todas as vagas de estacionamento, para obter

um ponto. E/ou fornecer infraestruturas de carregamento de veículos elétricos para obter um ponto, porém se as estratégias forem combinadas obtém dois pontos.

Na categoria de “*Localização e Transporte*” o objeto de estudo poderia obter até 9 de 15 pontos possíveis.

Tabela 12- Pontuação obtida na categoria de Localização e Transporte

Localização e Transporte			
Créditos	Pontuação LEED	Pontuação da avaliação inicial	Pontuação após alterações
Crédito: Localização do LEED Neighborhood (Bairros)	15	N/A	N/A
Crédito: Proteção de áreas sensíveis	2	1	1
Crédito: Local de alta prioridade	1	1	1
Crédito: Densidade da envolvente e usos diversos	5	2	2
Crédito: Acesso a transporte de qualidade	3	0	1
Crédito: Instalações para bicicletas	1	0	1
Crédito: Área de estacionamento reduzida	1	0	1
Crédito: Veículos elétricos	2	0	2
Total:	15	4	9

Terrenos Sustentáveis (SS)

A categoria em análise contém um pré-requisito e seis créditos. Para atender o pré-requisito de “*Prevenção da poluição na atividade de construção*” a fim de controlar a erosão do solo, devem ser cumpridos os seguintes requisitos:

- 1- Fazer o controle do caminho e da velocidade do escoamento com vedações de lodo ou medidas semelhantes;
- 2- Deve-se proteger as entradas de esgotos, riachos e lagos com fardos de palha, vedações de lodo, sacos de lodo, filtros de rocha ou medidas semelhantes;
- 3- Fornecer valas para desviar a água de superfície das encostas;
- 4- Utilizar camadas, mantas de erosão, mantas de compostagem, meias de filtro, bermas ou medidas semelhantes para estabilizar solos em qualquer área com inclinação de 15% ou mais que seja perturbada durante a construção.

Pode-se verificar que foram traçadas diretrizes para o cumprimento obrigatório a todas as intervenções que digam respeito à conceção do espaço urbano, o uso do solo, as condições gerais da edificação, do espaço de utilização público e dos espaços livres. Portanto, pode-se considerar que o objeto de estudo satisfaz esse pré-requisito e também obteria pontos no crédito “*Avaliação do terreno*” assumindo que as condições do terreno foram avaliadas antes do projeto ser implementado, apesar de não ter acesso disponível a documentação sobre a topografia, hidrologia, o clima, a vegetação, os solos, o uso humano (vistas, infraestruturas de transporte, usos diversos) e de efeitos na saúde humana.

Para obtenção de pontos no crédito de “*Proteção ou restauro do habitat*” deve-se fazer um restauro de 25% utilizando vegetação nativa ou adaptada nos locais identificados como danificados. E restaurar todos os solos no local que foram perturbados ou substituir todos os solos removidos pelas atividades de construção, para obtenção de um ponto.

Obtém um ponto no crédito de “*Espaço aberto*” pelo objeto de estudo estar dentro de 800 m de um espaço aberto acessível ao público ou comunitário, com área de pavimentação ou paisagem destinada a pedestres que incentiva a recreação, atividades físicas e sociais ao ar livre. E a área de vegetação compreende dois ou mais tipos de vegetação.

Para obtenção de pontos no crédito de “*Gestão de águas pluviais*” devem ser utilizadas técnicas de desenvolvimento de baixo impacto (LID) para minimizar a quantidade de água da chuva que sai do local. Se a área permeável do lote, incluindo a área sob o telhado (se for também permeável ou que possa direcionar a água para um meio de captação ou infiltração de água) for entre 50-64% (pode obter-se 1 ponto), 65%-79% (2 pontos) e acima de 80% (3 pontos). Algumas estratégias LEED que podem ser aplicadas são:

- 1- Minimizar o total de áreas impermeáveis no sistema viário (ruas, estradas, áreas de estacionamento) como estreitamento das vias, implantação de passeios em apenas um dos lados das vias com 2 m de largura;
- 2- Utilização de pavimentos urbanísticos em betão, ou betão poroso pois reduz a velocidade e a quantidade do escoamento superficial das águas pluviais e até minimiza outras obras de drenagem local como pontos de retenção de águas, valas entre outros;
- 3- Direcionar o fluxo de água de áreas impermeáveis para áreas de vegetação ou direcionar as águas que passam pelas valas para trincheiras de infiltração, poços

de infiltração ou cisternas localizadas estrategicamente para reter o escoamento antes que este alcance as áreas de vegetação;

- 4- Áreas com vegetação nativa ou adaptada;
- 5- Instalação de cobertura verde.

Para obtenção de pontos no crédito de “*Redução de ilhas de calor*” analisou-se a cobertura do objeto de estudo: a cobertura não é verde e sim de betão armado não há informação sobre o tipo de revestimento utilizado, para saber os índices de refletância solar. É sabido que quanto maior o índice de refletância solar, mais frio o material. Para obtenção de um ponto no crédito de “*Redução de ilhas de calor*” para a área de cobertura podem ser instaladas coberturas verdes e para áreas sem cobertura as soluções são:

- 1- Utilizar vegetação existente ou instalar plantas e árvores que forneçam sombra sobre áreas pavimentadas no terreno em até 10 anos após o plantio;
- 2- Proporcionar sombras por intermédio de estruturas cobertas por sistemas de geração de energia, como painéis solares, fotovoltaicos e turbinas eólicas;
- 3- Utilizar materiais de pavimentação com cor clara;
- 4- Utilizar um sistema de pavimentação de blocos vazados.

As características externas do objeto de estudo não satisfazem os requisitos para o crédito de “*Redução da poluição luminosa*”. Para atingir os requisitos do LEED é necessário cumprir os requisitos sobre a iluminação e transmissão de luz pelo método de classificação ou pelo método de cálculo. Aplica-se a todas as luminárias externas localizadas dentro dos limites do projeto, com base nas características fotométricas de cada luminária e a zona de iluminação do limite da propriedade.

Na categoria de “*Terrenos Sustentáveis*”, consegue-se obter 8 de 9 pontos possíveis.

Tabela 13- Pontuação obtida na categoria de Terrenos Sustentáveis.

Terrenos Sustentáveis			
Pré-requisitos/Créditos	Pontuação LEED	Pontuação da avaliação inicial	Pontuação após alterações
Pré-requisito: Prevenção da poluição na atividade de construção	Obrigatório	Satisfaz	N/A
Crédito: Avaliação do terreno	1	1	1
Crédito: Proteção ou restauro do habitat	1	0	1
Crédito: Espaço aberto	1	1	1
Crédito: Gestão de águas pluviais	3	1	3
Crédito: Redução de ilhas de calor	2	0	1

Crédito: Redução da poluição luminosa	1	0	1
Total:	9	3	8

Uso Racional da Água (WE)

A categoria em análise tem dois pré-requisitos e dois créditos em que funcionam como uma medida reforçada dos pré-requisitos.

O primeiro pré-requisito é “*Redução do uso de água*” em que deve-se reduzir o consumo total do edifício a 20% ou ganhar três pontos no crédito de “*Redução do uso de água*” (este crédito atribui até dez pontos), por meio de duas opções (Figura 54). O objeto de estudo não é pré-requisito e nem o crédito em questão, pois os mesmos estão interligados.

Para o objeto de estudo poder satisfazer o pré-requisito e também obter pontos nos créditos é necessário aplicar-se os critérios do sistema LEED.

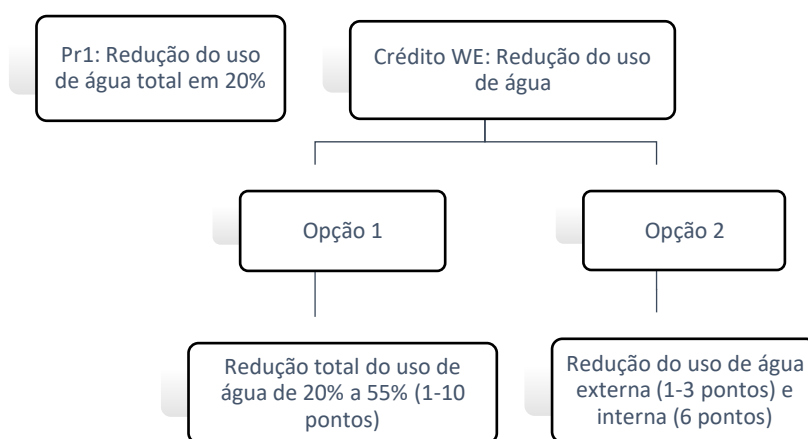


Figura 54- Esquemática para obtenção de pontos do crédito WE: Redução do uso de água. Fonte: (Elaborado pela autora, 2022).

Para a redução do uso de água interna é necessário saber os consumos base para cada tipo de equipamento para ir de encontro aos consumos que o LEED referencia, citados na tabela 13 e a pontuação é obtida consoante os consumos estipulados pelo LEED.

Tabela 14- Consumos de referência atribuído pelo LEED.

Equipamentos	Consumos		Pontuação atribuída
	L	L/min	
Autoclismo	4,1 - 4,8 L	-	1-1 pontos
Torneira de lavatório	-	5,6 L	1 ponto

Chuveiro

-

7,5 L/min- 6,6
L/min)

1-2 pontos

Fonte: USGBC, 2021.

- 1- Para não se recorrer à substituição dos equipamentos existentes por novos, é possível recorrer a medidas mais práticas como por exemplo: substituir o mecanismo de descarga simples pelo mecanismo de dupla descarga ou com interrupção de descarga; ou ajustar o autoclismo para o volume de descarga mínimo;
- 2- Nos chuveiros pode-se utilizar cabeças de chuveiro que possam economizar a água ou adquirir redutores de caudal para a mangueira flexível ou para a ponta da torneira (aplicado também a torneiras de lavatório).

Para a redução do uso de água externa, a vegetação existente é 60% nativa ou adaptada a região permitindo que o objeto de estudo obtenha 2 pontos. Além disso, deve-se utilizar uma ferramenta para calcular o consumo de água externo recomendável e comparar com o consumo de água utilizado.

No objeto de estudo não existe um sistema de irrigação das áreas ajardinadas, a irrigação é feita manualmente através de uma mangueira localizada no piso térreo. Para obter uma redução em mais de 50% da área de vegetação pode-se pontuar 2 pontos aplicando as seguintes estratégias LEED:

- 1- Pode-se proceder a instalação de um sistema inteligente de controle de irrigação baseado no clima no terreno ou um sistema de controle de sensor de umidade do solo;
- 2- Instalar um sistema de captação, armazenamento e tratamento de água da chuva para a reutilização para fins não potáveis como irrigação de áreas ajardinadas, lavar a loiça, lavagem de automóveis;
- 3- Dar-se continuidade a reutilização das águas residuais por intermédio da estação de tratamento de águas já existente no objeto de estudo e utilizar para irrigação das áreas ajardinadas;

O segundo pré-requisito “*Medição de água do edifício*” e crédito “*Medição de água*”: em que deve-se ter instalados contadores de água permanentes para medir o consumo total de água potável no objeto de estudo. O mesmo satisfaz esse pré-requisito por ter instalado contadores de água permanentes no edifício para medir mensalmente o consumo total de água potável, durante um ano de forma a reduzir o consumo de água.

Porém, o sistema de abastecimento de água potável apresenta falhas diariamente. A água não está acessível 24/24h, existe um intervalo de tempo não fixo para o fornecimento de água potável (porém constatou-se que esse facto não acontece em todos os edifícios localizados na mesma área). Como solução a este problema os residentes adquirem reservatórios de água de 50 L e os enchem para o seu consumo durante o período que lhes é cortado o fornecimento de água. Não é possível medir com exatidão o consumo feito pelos residentes.

Como foi mencionado anteriormente a irrigação é feita manualmente através de uma mangueira esta prática faz com que se gaste mais água por minuto e não há um contador para a medição da água consumida. Portanto é uma prática que deve ser evitada e aplicando as estratégias LEED:

- 1- Deve-se utilizar mangueiras com dispositivo de controlo de caudal;
- 2- Instalar um contador para a irrigação, para a água quente doméstica, para as águas recuperadas.

Na categoria de “*Uso Racional da Água*”, consegue-se obter 7 de 12 pontos possíveis.

Tabela 15- Pontuação obtida na categoria de Uso Racional da Água.

Uso Racional da Água			
Pré-requisitos/Créditos	Pontuação LEED	Pontuação da avaliação inicial	Pontuação após alterações
Pré-requisito: Redução do uso de água	Obrigatório	Não satisfaz	Satisfaz
Pré-requisito: Medição de água do edifício	Obrigatório	Satisfaz	Satisfaz
Crédito: Redução do uso de água	10	0	5
Crédito: Medição de água	2	0	2
Total:	12	0	7

Energia e Atmosfera (EA)

A categoria em análise possui quatro pré-requisitos e sete créditos. O objeto de estudo no seu estado atual satisfaz um pré-requisito de três. Para satisfazer o pré-requisito de “*Testagem e verificação de sistemas fundamentais*” e o crédito “*Monitorização*”

aprimorada” deve ser contratado um profissional qualificado com experiência em monitorização em pelo menos dois projetos de construção com objetivo de trabalho semelhante. O profissional deve concluir as seguintes tarefas fundamentais de teste e verificação:

- 1- Desenvolver e implementar um plano de monitorização dos sistemas fundamentais;
- 2- Verificação e certificação da instalação e manutenção dos sistemas fundamentais; dos espaços compartilhados no edifício (corredores, salas comuns).

Os sistemas a serem monitorizados: sistemas de aquecimento, ventilação e exaustão, ar-condicionado (AVAC) instalações elétricas e iluminação e sistemas de aquecimento de água.

Para satisfazer o pré-requisito de “*Desempenho mínimo de energia*” e para obter pontos no crédito de “*Otimizar desempenho energético*”, é necessário realizar uma simulação de energia das unidades habitacionais para grandes renovações: que é de realizar uma simulação de energia e alcançar uma classificação de no mínimo 85 equivalente ao índice HERS para projetos fora dos Estados Unidos, para obtenção de um ponto. Os eletrodomésticos (frigorífico, máquina de lavar loiça e de lavar roupa) serem certificados pela Energy Star ou por um desempenho equivalente. Pelo menos um dos eletrodomésticos instalado (frigorífico, máquina de lavar roupa e loiça) deve ser certificado pela Energy Star.

Satisfaz o pré-requisito de “*Medição de energia*” por ter contadores de energia instalado para medir o consumo de energia do objeto de estudo. Para obter ponto no crédito “*Relatório e monitorização da energia total do edifício*” além de ter contadores de energia instalados, deve-se enviar os dados de consumo de energia para o USGBC por um período de cinco anos a partir da data que o projeto aceita a certificação LEED. O consumo deve ser monitorizado em intervalos de um mês.

A maioria dos equipamentos utilizados são de baixa qualidade, portanto ainda utilizam refrigerantes à base de clorofluorcarboneto (CFC). Para satisfazer o pré-requisito de “*Gestão fundamental de gases refrigerantes*”, é necessário que implementem política de proibição de utilização de gases refrigerantes prejudiciais em sistemas de aquecimento, ventilação, ar-condicionado e refrigeração (AVAC). Para obtenção de pontos no crédito de “*Gestão avançada de gases refrigerantes*” não devem ser utilizados gases

refrigerantes, ou devem ser utilizados somente gases que o potencial de destruição da camada de ozono é igual a zero e um potencial de aquecimento global menor que 50.

Para obtenção de pontos no crédito de “Energia renovável” é necessário utilizar sistemas de energia renovável (solar, hidroelétrica, eólica, geotérmica e da biomassa) para diminuir os custos de energia, podem ser utilizadas uma ou mais estratégias para aquisição de energia renovável. Como por exemplo, painéis fotovoltaicos, para obtenção de energia solar. Os pontos foram obtidos conforme a percentagem de energia renovável obtida fora do local de projeto (40%).

No objeto de estudo o fornecimento de água quente é disponível para o lava-loiça da cozinha, chuveiro e banheira no WC. Para obtenção de pontos no crédito “Sistemas eficientes de distribuição de água quente” na fase de construção do objeto seria necessário isolar todas as tubagens de água quente sanitária.

Na categoria de “Energia e Atmosfera”, consegue-se obter 9 de 34 pontos possíveis.

Tabela 16- Pontuação obtida na categoria de Energia e Atmosfera.

Energia e Atmosfera			
Pré-requisitos/Créditos	Pontuação LEED	Pontuação da avaliação inicial	Pontuação após alterações
Pré-requisito: Testagem e verificação de sistemas fundamentais	Obrigatório	Não satisfaz	Satisfaz
Pré-requisito: Desempenho mínimo de energia	Obrigatório	Não satisfaz	Satisfaz
Pré-requisito: Medição de energia	Obrigatório	Satisfaz	Satisfaz
Pré-requisito: Gestão fundamental de gases refrigerantes	Obrigatório	Não satisfaz	Satisfaz
Crédito: Monitorização aprimorada	6	0	3
Crédito: Otimizar desempenho energético	18	0	1
Crédito: Relatório e monitorização da energia total do edifício	1	0	1
Crédito: Harmonização da rede	2	0	-
Crédito: Energia renovável	5	1	2
Crédito: Gestão avançada de gases refrigerantes	1	0	1
Crédito: Sistemas eficientes de distribuição de água quente	1	0	1
Total:	34	1	9

Materiais e Recursos (MR)

Nesta categoria apresentam-se dois pré-requisitos e três créditos.

O primeiro pré-requisito é o de “*Depósito e recolha de materiais recicláveis*”. O objeto de estudo fornece um local de depósito e recolha de resíduos, porém não faz a separação do material reciclável. Para satisfazer o primeiro pré-requisito deve-se aplicar as seguintes estratégias LEED:

- 1- Fornecer áreas acessíveis aos transportadores de resíduos e ocupantes para fazerem o armazenamento e devida recolha de materiais recicláveis;
- 2- Implementar programas de reciclagem locais e determinar quais materiais (entre papel, vidro, plástico, metal e resíduos orgânicos) serão armazenados separadamente dentro e fora do local;
- 3- Implementar medidas apropriadas para a recolha, o armazenamento e o descarte seguro de baterias, lâmpadas que contém mercúrio e lixo eletrônico.

Para satisfazer o segundo pré-requisito de “*Plano de gestão de resíduos de construção e demolição*”, assume-se que durante a fase de construção foi desenvolvido e implementado um plano de gestão de resíduos de construção e demolição. Segundo o regulamento do Plano de urbanização do Sequele no capítulo II, artigo 8º na alínea c) diz: “*É interdita a instalação de depósitos de resíduos sólidos, produtos explosivos, inertes e ainda de produtos inflamáveis por grosso bem como, parques de sucata.*”

Os créditos desta categoria estão relacionados a efeitos ambientais reduzidos por meio do uso de materiais durante a análise do ciclo de vida do projeto, a utilização de produtos e materiais com pelo menos 25% de material reconicionado ou reutilizado e pelo menos 50% dos resíduos de construção e demolição devem ser reciclados; utilização de materiais e produtos com certificação ambiental. Todos os créditos estão relacionados a fase de construção, exceto o crédito de “*Produtos preferencialmente ecológicos*” em que poderia ser feita uma reabilitação do objeto de estudo e obter dois pontos.

Portanto, na categoria de “*Materiais e Recursos*”, obtém pontuação de 4 pontos de 13 possíveis.

Tabela 17- Pontuação obtida na categoria de Materiais e Recursos.

Materiais e Recursos

Pré-requisitos/Créditos	Pontuação LEED	Pontuação da avaliação inicial	Pontuação após alterações
Pré-requisito: Depósito e recolha de materiais recicláveis	Obrigatório	Não satisfaz	Satisfaz
Pré-requisito: Plano de gestão de resíduos de construção e demolição	Obrigatório	Satisfaz	Satisfaz
Crédito: Redução do impacto do ciclo de vida do edifício	5	0	2
Crédito: Produtos preferencialmente ecológicos	6	0	2
Crédito: Gestão de resíduos de construção e demolição	2	0	-
Total:	13	0	4

Qualidade do Ambiente Interior (EQ)

A categoria em questão contém sete pré-requisitos e oito créditos. De todas as categorias é a que contém mais pré-requisitos e o objeto de estudo no seu estado atual não tem nenhuma estratégia aplicada que satisfaça os mesmos. A ventilação ocorre por intermédio das janelas e para satisfazer o primeiro pré-requisito desta categoria: “*Desempenho mínimo da qualidade do ar interior*” seria necessário instalar-se um sistema de ventilação para a cozinha e casas de banho.

Devido ao irregular fornecimento de eletricidade em Luanda, é utilizado como alternativa de energia geradores a gasolina ou gasóleo e o uso de geradores tem impactos negativos no meio ambiente, são responsáveis pela poluição sonora e também são fontes de gases de combustão que poluem o ar e consequentemente prejudicam a saúde da população. Para satisfazer o pré-requisito de “*Ventilação contra combustão*” não devem ser instalados equipamentos cujo processo de combustão ocorra dentro dos espaços internos das residências (exceto fornos e fogões) e deverá ser instalado um monitor de monóxido de carbono (CO) em cada piso que compõem o objeto de estudo para medir a concentração do gás na atmosfera.

O pré-requisito de “*Proteção contra emissão de poluentes de garagens*” não é aplicável pois os apartamentos não têm acesso a uma garagem adjacente.

O objeto de estudo não se encontra numa área de alto risco para radão. Porém, para satisfazer o pré-requisito de “*Construção resistente ao radão*” deve-se realizar testes para

verificar os níveis de radão. Se os resultados forem inferiores ao estipulado não é necessário aplicar técnicas de construção resistentes ao radão. o pré-requisito de

Para satisfazer o pré-requisito de “*Gestão de humidade interior*” é necessário cumprir com as medidas obrigatórias de controle de humidade interior para edifícios, para determinados locais ou equipamentos:

- 1- Utilizar piso resistente à água; não instalar carpete a 900 m da entrada da porta externa de acesso ao objeto de estudo;
- 2- Utilizar piso resistente à água; não colocar tapete em Cozinha, banheiro, lavanderia, área de spa;
- 3- Deve ser instalado mangueira se for instalado máquina de lavar roupa convencional; ou ralo de pavimento de máquina de lavar roupa;
- 4- Se for instalada máquina de secar roupa, a exaustão deve ser diretamente para o exterior;
- 5- Após a conclusão da construção devem ser feitos testes para verificar se não há vazamento de água nos sistemas de encanamento para construção e irrigação.

Para satisfazer o pré-requisito de “*Controle ambiental do fumo de tabaco*” e o crédito de “*Eliminação de fumo de tabaco no ambiente*” deve ser proibido fumar em todas as áreas comuns do objeto de estudo, fora do prédio próximo as entradas de ar externas e janelas, nos apartamentos e inclusive nas varandas privadas. Além de se estabelecer essa política deve-se comunicar a mesma nos contratos de arrendamento ou compra dos apartamentos, nas associações de condomínio/prédio e disponibilizar sinalização da proibição de fumar.

Para satisfazer o pré-requisito de “*Compartimentação*” requer vedar penetrações em paredes, tetos e pisos; isolar todas as portas das unidades residenciais que dão acesso aos corredores comuns para minimizar a transferência de ar entre as unidades habitacionais; fazer vedação em portas externas e janelas contra as tempestades. E elaborar um documento com todos os elementos que foram isolados.

Para obter pontos no crédito de “*Estratégias avançadas de qualidade do ar interior*” é necessário fazer uma combinação de estratégias tais como: para espaços comuns, a entrada de acesso exterior comum deve-se instalar permanentemente uma esteira de retenção de sujidade e instalar um sistema de controlo de exaustão no WC com sensor de ocupação ou exaustor de funcionamento contínuo, para obtenção de dois pontos.

No crédito de “*Materiais de baixa emissão*” é necessário que os materiais utilizados em cada categoria de produto (tintas e revestimentos; adesivos; pisos; teto; isolamento;

acabamentos de parede) atendam aos critérios de baixa emissão: fontes não emissoras de compostos orgânicos voláteis – VOC em inglês; materiais recuperados e reutilizados, avaliação de emissões de VOC. Se em pelo menos duas categorias se atender os requisitos de avaliação de VOC, obtém-se dois pontos.

O crédito de “*Avaliação da qualidade do ar interior*” implica que todas as atividades de construção devem ser concluídas incluindo a limpeza nas unidades habitacionais e todos os acabamentos internos como portas e pinturas. Além disso, após a construção e durante a ocupação deve-se realizar a limpeza do ar na unidade habitacional com um dispositivo de filtragem de ar. Não está disponível informação que demonstre que tais medidas foram implementadas após a construção, mas para obter a pontuação seria necessário cumprir as medidas durante a ocupação das unidades habitacionais.

Para pontuar no crédito de “*Conforto térmico*” é necessário fornecer controle de conforto térmico individuais para pelo menos 50% dos espaços individuais ou compartilhados a ajustar em pelo menos uma das seguintes opções no ambiente local: temperatura do ar, velocidade do ar e humidade.

Os espaços regularmente ocupados nas unidades habitacionais possuem janela que permitem obter uma imagem clara do exterior e permite que os ocupantes estejam conectados a área externa e permite também que obtenham luz natural no espaço, obtém um ponto no crédito de “*Luz natural e vistas de qualidade*”.

Para obtenção de pontos no crédito de “*Desempenho acústico*” seria necessário isolar as paredes, divisórias, piso/teto que separam as unidades habitacionais entre si, podendo obter 1 ponto.

Portanto, na categoria de “*Qualidade do ambiente interior*” o objeto de estudo obtém 9 de 16 pontos possíveis.

Tabela 18- Pontuação obtida na categoria de Qualidade do Ambiente Interior.

Qualidade do Ambiente Interior			
Pré-requisitos/Créditos	Pontuação LEED	Pontuação da avaliação inicial	Pontuação após alterações
Pré-requisito: Desempenho mínimo da qualidade do ar interior	Obrigatório	Não satisfaz	Satisfaz
Pré-requisito: Ventilação contra combustão	Obrigatório	Não satisfaz	Satisfaz
Pré-requisito: Proteção contra emissão de poluentes de garagens	Obrigatório	N/A	N/A

Pré-requisito: Construção resistente ao radão	Obrigatório	Não satisfaz	Satisfaz
Pré-requisito: Gestão de humidade interior	Obrigatório	Satisfaz	Satisfaz
Pré-requisito: Controle ambiental do fumo de tabaco	Obrigatório	Não satisfaz	Satisfaz
Pré-requisito: Compartimentação	Obrigatório	Não satisfaz	Satisfaz
Crédito: Compartimentação aprimorada	1	0	0
Crédito: Eliminação de fumo de tabaco no ambiente	1	0	1
Crédito: Estratégias avançadas de qualidade do ar interior	4	0	2
Crédito: Materiais de baixa emissão	4	0	2
Crédito: Avaliação da qualidade do ar interior	2	0	1
Crédito: Conforto térmico	1	0	1
Crédito: Luz natural e vistas de qualidade	1	1	1
Crédito: Desempenho acústico	2	0	1
Total:	16	1	9

Inovação (IN)

A categoria em questão possui apenas dois créditos. Para obter pontos no crédito de “*Inovação*” a equipa de projeto deve propor estratégias sustentáveis não propostas nas categorias do LEED, mas que geram benefícios ambientais. A intenção do crédito deve ser identificada, os seus requisitos, as propostas e as estratégias para atender os requisitos. Cada proposta equivale a um ponto.

Para obter pontuação no crédito de “Profissional acreditado LEED” pelo menos um participante da equipa de projeto deve ser um profissional credenciado no LEED (AP) com uma especialidade que seja apropriada para o projeto, para obter um ponto.

Tabela 19- Pontuação obtida na categoria de Inovação.

Pré-requisitos/Créditos	Inovação		
	Pontuação LEED	Pontuação da avaliação inicial	Pontuação após alterações
Crédito: Inovação	5	0	-
Crédito: Profissional acreditado LEED	1	0	1
Total:	6	0	1

Prioridade Regional (PR)

Para obtenção de pontos na categoria em questão é necessário que a equipa de projeto estabeleça prioridades ambientais, da equidade social e saúde pública geograficamente específicas, o que não aconteceu nem é possível agora corrigir.

Tabela 20- Pontuação obtida na categoria de Prioridade Regional.

Prioridade Regional			
Pré-requisitos/Créditos	Pontuação LEED	Pontuação da avaliação inicial	Pontuação após alterações
Crédito: Prioridade regional	4	0	-
Total:	4	0	-

5.4.2 Conclusão sobre a aplicação do sistema LEED

Após a análise feita ao objeto de estudo em todas as categorias, nos respetivos pré-requisitos e nos créditos, pode-se constatar que sem as estratégias propostas pelo LEED a pontuação obtida na avaliação inicial foi de 9. Após as alterações feitas ao objeto de estudo poderia obter uma pontuação de 48 e obter o selo “*Certificado*”.

Na categoria de “*Processo integrado*” se o objeto de estudo estivesse em fase de análise preliminar obteria a pontuação máxima 1 ponto.

Analisando as questões relacionadas a categoria de “*Localização e Transporte*”, o objeto de estudo no seu estado atual obteria apenas 4 pontos, porém utilizando as estratégias propostas pelo sistema LEED poderia obter até 9 de 15 pontos possíveis.

Na categoria de “*Terrenos Sustentáveis*”, antes da aplicação das estratégias o objeto de estudo tem 3 pontos, aplicando o sistema conseguiria obter 8 de 9 pontos possíveis.

Na categoria de “*Uso Racional da Água*”, sem a aplicação de estratégias do LEED o objeto de estudo não obtém pontuação alguma. O que significa que na questão de redução e medição de água necessita de adotar estratégias para reduzir o consumo de água. Aplicando tais estratégias conseguiria obter 7 pontos de 12 pontos possíveis.

O objeto de estudo na categoria de “*Energia e Atmosfera*” analisando as estratégias já implementadas obtém somente um ponto, aplicando as estratégias do sistema LEED conseguiria obter 9 de 34 pontos possíveis.

Na categoria de “*Materiais e Recursos*” obtém pontuação de 4 pontos de 13 possíveis. Na categoria de “*Qualidade do ambiente interior*” o objeto de estudo obtém 9 de 16 pontos possíveis. Na categoria de Inovação obtém um ponto e na categoria de “Prioridade Regional” não pontua.

5.4.3 Crítica face à aplicação do sistema LEED ao caso de estudo

Categoria de “*Localização e Transporte*”

No crédito de “*Veículos elétricos*” este ponto é para reduzir o estacionamento à veículos movidos a combustível sua implementação é possível, porém, implicaria financiamento por parte do Estado e incentivo às populações de classe média e média alta a obterem veículos elétricos.

No crédito de “*Área de estacionamento reduzida*” é necessário fornecer uma vaga para veículos de partilha de viagem que é denominado por “*carpooling*”. É uma alternativa de mobilidade urbana que se resume em partilhar o veículo próprio com outros passageiros e partilhar as despesas relacionadas à viagem. Adaptando ao contexto sociocultural, poderia ser a partilha de viagens e despesas entre conhecidos de forma a ser mais seguro. O objetivo é reduzir o número de circulação de carros como também reduzir as emissões de CO₂.

Categoria de “*Terrenos Sustentáveis*”

No crédito de “*Redução da poluição luminosa*” poderiam ser instalados sensores para detetar o movimento quando alguém está a passar, em vez de ter áreas permanentemente iluminadas que também permitem que malfeitores procurem pontos fracos na segurança de cada unidade habitacional (como as janelas, varandas) ou do objeto de estudo em geral (a porta de entrada).

Categoria “*Uso eficiente de Água*”

Aproveitamento de águas pluviais podiam ser efetuados por dispositivos de rejeição, como um tubo vertical que recolhe e filtra com as primeiras águas antes de encaminharem para o reservatório ou recorrer a utilização de um filtro interior para o

reservatório, com um sistema de autolimpeza para diminuir as necessidades de manutenção.

Categoria de “Energia e Atmosfera”

Pré-requisito de “*Testagem e verificação de sistemas fundamentais*” e crédito de “*Monitorização aprimorada*” é necessário contratar um profissional para supervisionar o projeto e monitorar todos os sistemas mecânicos por um período de dez meses. Este crédito implica que os sistemas mecânicos devem ser incorporados no projeto do edifício e os recursos financeiros disponíveis para manter os sistemas são muitas vezes limitados.

Pré-requisito de “*Desempenho mínimo de energia*” e crédito de “*Otimização aprimorada*” no ato de entrega dos apartamentos, os mesmos não estavam equipados com eletrodomésticos. A maior parte dos utilizadores adquiriu posteriormente frigorífico e máquinas de lavar roupa com auxílio de um técnico procederam à instalação. Para atingir esse requisito os utilizadores teriam que substituir um ou mais aparelhos com o selo da Energy Star, em que esse tipo de aparelho é mais caro e muitos talvez não teriam possibilidade em adquiri-los.

No crédito de “*Gestão fundamental de gases refrigerantes*” e no crédito de “*Gestão avançada de gases refrigerantes*” a estratégia proposta pelo LEED é impedir o uso de refrigerantes CFC (utilizado como por exemplo em aparelhos de ar-condicionado). A substituição dos aparelhos instalados atualmente nos edifícios em estudo, por aparelhos novos provavelmente representaria um custo elevado, além dos custos de manutenção necessários. Porém, seria uma medida que iria reduzir a destruição da camada de ozono.

No crédito de “*Sistemas eficientes de distribuição de água quente*” o tubo de fornecimento de água quente e fria dos apartamentos é de PPR. Este tipo de tubo trabalha preservando a temperatura da água por mais tempo, o que reduz a necessidade de um isolamento térmico. Em alternativa para instalar o isolamento R-4 em todas as tubagens de água quente sanitária, poderia ser fornecido água quente para o lavatório do WC e inserir o isolamento térmico somente neste tubo.

Categoria de “Materiais e Recursos”

A grande maioria dos requisitos são aplicáveis na fase de construção. Além disso, é exigida muita documentação como a necessidade de fornecimento detalhado de materiais, por exemplo no crédito de “*Produtos preferencialmente ecológicos*” é exigido o uso de materiais que possuem declaração ambiental de produtos (DAP), porém, fica

condicionado pois dificilmente essas informações são dadas e normalmente compra-se de qualquer fornecedor sem ser feita nenhuma exigência sobre o ciclo de vida do produto.

Capítulo 6 - Conclusões e trabalhos futuros

6.1 Resumo do Trabalho Realizado

Após o desenvolvimento deste trabalho pode-se novamente afirmar que a indústria da construção civil é um dos sectores da economia que mais afeta o meio ambiente, e que é urgente a necessidade de se impor o uso de soluções construtivas mais eficazes e em simultâneo a consciencialização das populações para os problemas decorrentes das práticas do sector da construção. E que o desenvolvimento sustentável é benéfico nas dimensões económicas, sociais e ambientais.

Antes de abordar sobre o sistema estudado, foi necessário apresentar a contextualização geral do território angolano para se perceber o contexto social, histórico, geográfico do país, bem como as tipologias arquitetónicas que evoluíram desde o período pré-colonial até às tendências contemporâneas (século XVII ao séc. XXI) e as construções feitas após a guerra civil, de vários projetos habitacionais pelo Governo angolano para dar resposta a crise habitacional. Apresentou-se a contextualização dos conceitos do desenvolvimento sustentável e as estratégias definidas para uma construção sustentável em climas tropicais, de acordo com os pilares do design bioclimático ou passivo.

Foi feita uma abordagem introdutória sobre os vários sistemas de certificação de sustentabilidade que existem, desde o surgimento, objetivos, características principais e metodologia utilizada em cada sistema. Nesta breve análise, verificou-se que o LEED é o sistema de classificação de edifícios mais utilizado mundialmente para conseguir projetar edifícios com melhor desempenho.

O LEED é um sistema que possui um conjunto de tipologias que permite certificar vários tipos de projetos: novas construções ou grandes remodelações; projetos de interiores em edifícios comerciais; para edifícios existentes que estão em obras; edifícios unifamiliares e multifamiliares entre outros tipos de projetos. Razão pela qual ter sido apresentado um estudo aprofundado sobre o sistema, desde os objetivos, o processo de certificação, a definição de cada categoria do sistema, os respetivos pré-requisitos e créditos e todos os critérios que compõem o sistema, bem como a pontuação correspondente a cada cumprimento.

A análise ao objeto de estudo foi realizada nas nove categorias LEED: Processo Integrativo; Localização e Transporte; Terrenos Sustentáveis; Uso eficiente da Água; Energia e Atmosfera; Materiais e Recursos; Qualidade do Ambiente interior; Inovação e Prioridade Regional.

6.2 Principais Conclusões

Após a análise feita ao objeto de estudo nas mencionadas categorias, nos respetivos pré-requisitos e nos créditos, pode-se verificar que o objeto de estudo não tem em prática muitas estratégias sustentáveis, razão pela qual somente obtém 9 pontos. Porém, se aplicasse as estratégias do LEED introduzindo as alterações sugeridas conseguiria obter uma pontuação de 48 pontos e poderia alcançar o nível de “*Certificado*” que exige uma pontuação mínima de 40 pontos.

O LEED institui vários créditos que podem ser cumpridos, para projetos de edificações multifamiliares por meio de estratégias como: fornecer instalações para bicicletas; espaços de lazer; áreas de vegetação nativa; captação de águas pluviais para usos externos; medição do uso de água interna e externa; redução do consumo de água; o controlo do conforto térmico com a utilização de estores reguláveis pelo utilizador; evitar a utilização excessiva de iluminação artificial; otimizar o uso de iluminação natural e reduzir os ganhos de calor no interior provocados pelos ocupantes e equipamentos utilizados pelos mesmos entre outros.

Pode-se verificar também que o LEED dificilmente se adaptaria a projetos de baixa renda pois requer um poder económico para cumprimento de vários créditos e requisitos como: é necessário efetuar o pagamento de taxas para iniciar o registo; a realização dos passos para obtenção da certificação é complexa e complicada sem o auxílio de uma consultoria especializada que não existe no país, o que significaria um custo para contratarem uma equipa estrangeira para fazer o acompanhamento. Seria muito útil iniciar-se a formação de peritos nesta atividade para que seja possível alterar a situação.

Faz-se notar que se trata de um sistema complexo de aplicar alguns créditos como por exemplo na categoria de “Materiais e Recursos” em que foi uma das mais complexas de

se analisar a adaptabilidade pois exige muita documentação e conhecimento como obter certificação junto dos projetistas e fornecedores. As informações sobre os materiais sustentáveis está ainda numa fase pouco desenvolvida. O sector da construção civil em Angola não possui ainda declarações ambientais de produtos. É necessário que essa temática seja conhecida e elaborada pelos projetistas, fornecedores, de forma a facilitar a escolha dos materiais para a construção.

Apesar das dificuldades expostas para a aplicação do sistema a busca pela sustentabilidade possui inúmeros benefícios. Foi possível atingir os objetivos traçados no início deste trabalho. Foram identificadas as categorias prioritárias e significativas com base nos resultados obtidos e percebeu-se que todas as categorias são de facto importantes e contribuíram para atingir a classificação de “Certificado”. Foi possível determinar quais estratégias sustentáveis devem ser adotadas para contribuir para o desempenho do edifício e da possibilidade de se adaptar o sistema LEED em edificações multifamiliares na cidade de Luanda. Porém, poderia ser criado um sistema específico para países que se encontram em desenvolvimento e que fossem elaboradas estratégias que requerem menor poder económico, para poderem ser enquadradas num cenário económico possível de as colocar em prática.

Este trabalho pode ser um instrumento muito útil pois se resume a um guia para ser utilizado para os proprietários dos edifícios em estudo como também outros edifícios em que Arquitetos, Engenheiros, construtores, proprietários e interessados que buscam conceder projetos eficientes, económicos e sustentáveis. E para quem se pretenda introduzir nesta temática que nos parece ser de maior importância para o futuro.

6.3 Trabalhos Futuros

Como sugestão para trabalhos futuros, poderia ser interessante associar a análise teórica feita neste trabalho a um estudo e aplicação prática na qual deve-se introduzir as alterações sugeridas aos edifícios o que consequentemente resultaria numa reabilitação, de forma a obter uma melhoria no desempenho e no bem-estar e na qualidade de vida humana e do meio ambiente. E também seria fundamental prever os custos que a utilização de um sistema de certificação poderia traduzir ao nível e projeto e construção.

Referências Bibliográficas

- Aleixo, J. R. S., & Guedes, M. C. (2010). Low cost sustainable building solutions: A study in Angola. *Portugal Sb10: Sustainable Building Affordable to All - Low Cost Sustainable Solution*, 157–162.
- Alexandre, L. H. S. (2016). *Luanda, da Arquitetura Vernácula ao séc. XXI*. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.
- Amaral, L. R. D. do. (2010). *Arquitetura Para Uma Sustentabilidade: Tecnologias, Formas E Materiais – Conceito*. Retrieved from https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2241/1/_Dissertação.Lydia.pdf
- AsBEA. (2012). *Sustentabilidade na Arquitetura - Guia*. São Paulo. Retrieved from www.asbea.org.br
- Barbosa, I. S. (2008). Aplicação de programas de cálculo ao estudo da sustentabilidade de edifícios de habitação.
- Batalha, F. (1966). *A arquitetura em Angola: Arquitetura antiga de Luanda* (Vol. 4).
- Bettencourt, A. C. de A. (2011). *Qualificação e reabilitação de áreas urbanas críticas: Os musseques de Luanda*.
- BRE. (2022). BREEAM 's performance rating and stars. Retrieved from <https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/>
- Corbella, O., & Yannas, S. (2009). *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental*. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=TdRcAAAAMAAJ&pgis=1>
- Correia, M. A. V. de A. M. (2012). O “Patrimônio” Do Movimento Moderno Em Luanda (1950 – 1975). 1–226.
- Correia, M. A. V. de A. M. (2014). *Paisagem Cultural: Encontros, trocas e hibridismos o caso Angola/Luanda*.
- Correia, M. A. V. de A. M. (2018). *O Modelo do urbanismo e da arquitetura do movimento moderno Luanda - 1950/1975*. 1–513.
- Cruz, D. A. (2012). *Memórias de um Mercado Tropical*.
- Daio, I. (2020). Angola informal: um olhar sobre os musseques de Luanda.
- Daniel, A. F. J. (2019). *Arquitetura tradicional em Angola: Estratégias de Sustentabilidade*.
- Diário da República. (2011). *Regulamento do Plano de Urbanização do Sequele*.
- Electroforce. (2021). O Nosso Mercado.
- Ferraz, S. (2005). *Espaço Público de Luanda. Património arquitectónico colonial angolano e português*. Universidade do Porto.
- Ferreira, L. A., Neto, A. F. V., & Demetrio, J. C. C. (2017). Análise da Aplicação da Metodologia LEED em uma Obra na Cidade de São Luís-MA. *International Workshop Advance in Cleaner Production*, 6.
- Figureira, M. B. (2020). *Novas centralidades na área metropolitana de Luanda: A cidade de Sequele como estudo de caso* (Universidade Nova de Lisboa; Vol. 68). Universidade Nova

- de Lisboa. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.ndteint.2014.07.001>
<https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2017.12.003>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2017.02.024>
- Flora, Y. A. M. (2018). *Bairro das ingombotas, em Luanda: herança Urbanística e Arquitetónica*.
- GBC Brasil. (2015). *Você conhece as 7 dimensões avaliadas nos empreendimentos pelo LEED?*
- Gomes, T. H. N. (2012). *Sustentabilidade nas construções em ambiente tropical*. Retrieved from <http://run.unl.pt/handle/10362/8773>
- Gourgel, M. A. P. (2012). *A importância da arquitetura sustentável nos países de clima tropical* *Arquitetura*.
- Governo Provincial de Angola. (n.d.). Sobre Angola. Retrieved from Portal Oficial do Governo da República de Angola website: <https://governo.gov.ao/ao/angola/sobre-angola/>
- Guedes, M. C. (2007). *Arquitetura Sustentável: Oportunidades e Desafios*. *Revista Lusófona de Arquitectura e Educação*, 107–109. Retrieved from <https://recil.ensinulusofona.pt/handle/10437/396>
- Guedes, M. C. (2011). *Arquitetura Sustentável em Angola (Manual de boas práticas)*.
- Imogestin. (2016). *Projeto de Habitação Social de Angola-Cacuaco Dande Fase*.
- International Energy Agency. (2013). *Transition to Sustainable Buildings: Strategied and Opportunities to 2050*. In *Transition to Sustainable Buildings*. <https://doi.org/10.1787/9789264202955-en>
- IPGUL. (2015). *IPGUL Planeamento | Gestão Urbana | Arquitectura | Urbanismo*. 46.
- Leite, V. F. (2011). *Certificação Ambiental Na Construção Civil – Sistemas Leed E Aqua*. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Local Authority Building Control (LABC). (n.d.). *Architect 's Guide to Sustainable Design and Construction*.
- Luduvicé, M. (2018). *A proteção da camada de ozônio no Brasil*. Brasília.
- Martins, I. (2021a). Alfândega. Retrieved from Heritage of Portuguese Influence Portal website: <https://hPIP.org/pt/heritage/details/63>
- Martins, I. (2021b). Fortaleza de São Miguel. Retrieved from Heritage of Portuguese Influence Portal website: <https://hPIP.org/pt/heritage/details/55>
- Martins, I. (2022). Igreja de Nossa Senhora dos Remédios. Retrieved from Heritage of Portuguese Influence Portal website: <https://hPIP.org/pt/Heritage/Details/58>
- Martins, Isabel. (n.d.-a). Palácio do Governador-Geral.
- Martins, Isabel. (n.d.-b). Património de influência Portuguesa. Retrieved from Heritage of Portuguese Influence Portal website: <https://hPIP.org/pt/heritage/details/55>
- Mascarello, V. L. D. (2005). *Princípios bioclimáticos e princípios de Arquitetura moderna-Evidências no Edifício hospitalar*.
- PDGML, P. D. (2015). *Plano Luanda. Viva a nossa cidade vol. 1*. Retrieved from www.planoluanda.com
- Pinheiro, M. D. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável* (2006th ed.; Instituto do Ambiente, Ed.). I.

- Pires, A. R. (2017). *Modelos de Certificação da Sustentabilidade dos Edifícios Análise Comparativa dos Processos de Certificação*. Retrieved from <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1407770020546015/Tese.pdf>
- Redinha, J. (1964). *A Habitação Tradicional Em Angola. Aspectos da sua evolução*. Luanda.
- Rodrigues, J. E. O. (2014). *Soluções Construtivas nas Regiões Tropicais : Caso de Moçambique*.
- Silva, V. G. da. (2007). Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica. In *Habitação mais Sustentável*.
- Suzer, O. (2015). A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. *Journal of Environmental Management*, 154, 266–283. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.029>
- Teixeira, M., & Valla, M. (1999). *O urbanismo Português: séculos XIII-X- VIII Portugal-Brasil*. Lisboa: Livros Horizonte.
- U.S. Green Building Council. (2014). *LEED v4 para Operação e Manutenção de edifícios (LEED v4 for Building Operations and Maintenance)*. 1–125.
- U.S. Green Building Council. (2018). *LEED v 4 for Building Operations And Maintenance*. 116.
- U.S. Green Building Council. (2019a). *LEED: Reference guide for building Operations and Maintenance*.
- U.S. Green Building Council. (2019b). *LEED v4.1: Residential BD+C Multifamily Homes*. Retrieved from <https://www.usgbc.org/credits/new-construction-commercial-interiors-core-and-shell-schools-new-construction-retail-new-c-8?return=/credits>
- U.S. Green Building Council. (2020). Guide to Certification: Residential. Retrieved from Us gbc website: <https://www.usgbc.org/tools/leed-certification/homes>
- U.S. Green Building Council. (2021). LEED - rating system. Retrieved from <https://www.usgbc.org/leed>
- U.S Green Building Council. (2021). Mission and vision.
- USGBC. (2014). *LEED v4 para Projeto e construção de edifícios (Building Design and Construction)*.
- Weimer, G. (2014). *Inter-relações afro-brasileiras na arquitetura*.
- Wheeler, D., & Pélissier, R. (2009). *História de Angola*. Lisboa: Tinta-da-China.

Anexos



LEED v4.1 Casas: Edifícios Multifamiliares

Lista de verificação do Projeto

Nome do projeto:
Data:

S	?	N		
			Crédito	Processo Integrado 1
0 0 0 Localização e Transporte 15				
			Crédito	Localização do LEED Neighborhood (Bairros) 15
CAMINHO PRESCRITIVO				
			Crédito	Proteção de áreas sensíveis 2
			Crédito	Local de alta prioridade 1
			Crédito	Densidade do entorno e usos diversos 5
			Crédito	Acesso a transporte de qualidade 3
			Crédito	Instalações para bicicletas 1
			Crédito	Área de estacionamento reduzida 1
			Crédito	Veículos elétricos 2
0 0 0 Terrenos Sustentáveis 9				
S			Pré-req	Prevenção da poluição na atividade de construção Obrigatório
			Crédito	Avaliação do terreno 1
			Crédito	Proteção ou restauro do habitat 1
			Crédito	Espaço aberto 1
			Crédito	Gestão de águas pluviais 3
			Crédito	Redução de ilhas de calor 2
			Crédito	Redução da poluição luminosa 1
0 0 0 Uso Racional da Água 12				
S			Pré-req	Redução do uso de água Obrigatório
S			Pré-req	Medição de água do edifício Obrigatório
			Crédito	Redução do uso de água 10
			Crédito	Medição de água 2
0 0 0 Energia e Atmosfera 34				
S			Pré-req	Testagem e verificação de sistemas fundamentais Obrigatório
S			Pré-req	Desempenho mínimo de energia Obrigatório
S			Pré-req	Medição de energia Obrigatório
S			Pré-req	Gestão fundamental de gases refrigerantes Obrigatório
			Crédito	Monitorização avançada 6
			Crédito	Otimizar desempenho energético 18
			Crédito	Relatório e monitorização da energia 1
			Crédito	Harmonização da rede 2
			Crédito	Energia renovável 5
			Crédito	Gestão avançada de gases refrigerantes 1
			Crédito	Sistemas eficientes de distribuição de água quente 1
0 0 0 Materiais e Recursos 13				
S			Pré-req	Depósito e recolha de materiais recicláveis Obrigatório
S			Pré-req	Plano de gestão de resíduos de construção e demolição Obrigatório
			Crédito	Redução do impacto do ciclo de vida do edifício 5
			Crédito	Produtos preferencialmente ecológicos 6
			Crédito	Gestão de resíduos de construção e demolição 2
0 0 0 Qualidade do Ambiente Interior 16				
S			Pré-req	Desempenho mínimo da qualidade do ar interior Obrigatório
S			Pré-req	Ventilação contra combustão Obrigatório
S			Pré-req	Proteção contra emissão de poluentes de garagens Obrigatório
S			Pré-req	Construção resistente ao radão Obrigatório
S			Pré-req	Gestão de humidade interior Obrigatório
S			Pré-req	Controle ambiental do fumo de tabaco Obrigatório
S			Pré-req	Compartimentação Obrigatório
			Crédito	Compartimentação aprimorada 1
			Crédito	Eliminação de fumo de tabaco no ambiente 1
			Crédito	Estratégias avançadas de qualidade do ar interior 4
			Crédito	Materiais de baixa emissão 4
			Crédito	Avaliação da qualidade do ar interior 2
			Crédito	Conforto térmico 1
			Crédito	Luz natural e vistas de qualidade 1
			Crédito	Desempenho acústico 2
0 0 0 Inovação 6				
			Crédito	Inovação 5
			Crédito	Profissional acreditado LEED 1
0 0 0 Prioridade Regional 4				
			Crédito	Prioridade regional 4
0 0 0 TOTAIS Pontos possíveis 110				

Certificado: 40 a 49 pontos, Prata: 50 a 59 pontos, Ouro: 60 a 79 pontos, Platina: 80 a 110