

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ALANA JERÔNIMO DE ALMEIDA

**BIOMIMÉTICA NA ARQUITETURA: PROPOSTA DE ANTEPROJETO
DE UM HOSTEL NA RUA DA AURORA, RECIFE-PE.**

Recife

2019

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Alana Jerônimo de Almeida

**BIOMIMÉTICA NA ARQUITETURA: PROPOSTA DE ANTEPROJETO
DE UM HOSTEL NA RUA DA AURORA, RECIFE-PE.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência parcial para a Graduação no Curso de Arquitetura e Urbanismo, sob orientação da Profa. M^a Fátima Almeida.

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecário Ricardo Luiz Lopes CRB-4/2116

A447b Almeida, Alana Jerônimo de.
Biomimética na arquitetura: proposta de anteprojeto de um
hostel na rua da Aurora, Recife-Pe / Alana Jerônimo de Almeida. -
Recife, 2019.
60 f. : il. color.

Orientador: Prof.^a Ms. Maria Fátima Almeida.
Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia – Arquitetura
e Urbanismo) – Faculdade Damas da Instrução Cristã, 2019.
Inclui bibliografia.

1. Arquitetura. 2. Biomimética. 3. Sustentáveis. 4. Conforto
térmico. Hostel. I. Almeida, Maria Fátima. II. Faculdade Damas da
Instrução Cristã. III. Título

72 CDU (22. ed.)

FADIC (2019.2-380)

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Alana Jerônimo de Almeida

**BIOMIMÉTICA NA ARQUITETURA: PROPOSTA DE ANTEPROJETO
DE UM HOSTEL NA RUA DA AURORA, RECIFE-PE.**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como exigência parcial para a
Graduação no Curso de Arquitetura e
Urbanismo, sob orientação da Profa. M^a
Fátima Almeida.

Aprovado em, ____ de _____ de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Profa. M^a Fátima Almeida, FADIC
Orientadora

Prof. Mércia Carrera
1^a examinadora

Prof. Ricardo Bonilla
2^a examinadora

Recife
2019

Aos meus pais;
razão da minha persistência.

AGRADECIMENTOS

O curso de arquitetura foi, em minha vida, muito além de um curso de ensino superior. Foi um curso de vida. Saí do colégio, entrei na faculdade e me vi em uma situação completamente nova e desafiadora. Aprendendo a projetar, projetei, entre casas e edifícios, uma nova versão minha. O curso de arquitetura me ensinou a trabalhar em equipe, a ter humildade e me obrigou a despertar um lado extrovertido que não sabia que tinha. Foi uma jornada difícil. Perdi as contas de quantas vezes pensei em desistir. A razão da minha persistência é única: meus pais.

Quando estava no último ano do colégio me perguntaram que curso eu pensava em fazer e eu disse: “arquitetura, o que vocês acham?” Eles me olharam como se nenhuma outra resposta fizesse mais sentido. Quando tive dúvidas e perdia as esperanças, eles me seguravam, me lembravam o porquê de eu ter feito essa escolha e me davam forças para continuar. À eles devo, não somente essa conquista, como tudo que sou.

Comecei minha jornada em outra instituição de ensino superior e agradeço a Deus por ter me dado a coragem para reescrever minha história na Faculdade Damas. Foi nela que me senti em casa. Aos professores que tive a oportunidade de conhecer na Faculdade Damas, agradeço e parablenizo a atenção que oferecem a todos os alunos, tratando-os, por vezes, como tratariam membros de suas próprias famílias.

Agradeço aos amigos que me acompanharam nessa jornada. Por fim, agradeço à minha avó, exemplo de força e resiliência. Obrigada.

“Quanto mais o nosso mundo funcionar como o mundo natural, maior a probabilidade de durarmos neste lar que é nosso, mas não só nosso” (BENYUS, 1997).

RESUMO

O estudo da biomimética tem fundamentado cada vez mais soluções arquitetônicas sustentáveis ao redor do mundo. A partir da imitação de organismos vivos e ecossistemas, surgem novas estratégias para criar a relação entre ser humano e meio ambiente mais adequada para ambas as partes, visando menor impacto ambiental, economia e eficiência. Os princípios desse estudo, contudo, ainda são desconhecidos por ampla parte de acadêmicos e profissionais da área de arquitetura. Essa pesquisa aborda essa temática, expondo desde os conceitos da biomimética, aos seus exemplares ao redor do mundo; analisando, especificamente, como essa área da ciência otimiza o conforto térmico, expondo seus benefícios e, como resultado, propondo o anteprojeto arquitetônico de um hostel em Recife-PE, utilizando estratégias expostas no estudo.

Palavras-chave: biomimética, sustentáveis, conforto térmico, hostel.

ABSTRACT

The study of biomimetics has increasingly been used to support sustainable architectural solutions around the world. By mimicking living beings and ecosystems, new strategies emerge in order to create a relationship between human beings and environment more suitable for both parts, aiming on lower environmental impact, economy and efficiency. The principles of this study, however, are still unknown to a vast number of architecture scholars and professionals. This research addresses this theme, exposing since concepts of biomimetics, to its examples around the world; analyzing, specifically, how this area of science optimized thermal comfort, exposing its benefits and, as result, proposing the project of a hostel in Recife-PE, adopting approaches exposed in the study.

Keywords: biomimetics, sustainable, termal comfort, hostel.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Trem-bala e Martim-Pescador	17
Figura 2 – Velcro	17
Figura 3 – Carrapicho	17
Figura 4 – Pássaro no gelo	18
Figura 5 – Funcionamento dos Vasos sanguíneos	18
Figura 6 – Design de trocador de calor	18
Figura 7 – Diagrama de pensamento da biomimética	19
Figura 8 – Terminal Internacional	23
Figura 9 – Escamas do Pangolim	23
Figura 10 – CH2 Building	24
Figura 11 – Cupinzeiro	24
Figura 12 – Proposta de projeto de biomimetismo à nível de ecossistema	25
Figura 13 – Masterplan da ilha de Zira	29
Figura 14 – Esquema de funcionamento da ilha de Zira	30
Figura 15 – Estratégia de resfriamento inspirada nos caracóis do deserto	32
Figura 16 – Eastgate Building	33
Figura 17 – Cupinzeiro Africano	33
Figura 18 – Mapeamento dos túneis de ar do cupinzeiro africano	33
Figura 19 – Esquema de funcionamento dos túneis de ar do cupinzeiro africano	33
Figura 20 – Esquema de funcionamento das torres de ar do Eastgate Building	34
Figura 21 – Esquema de funcionamento das saídas de ar	35
Figura 22 – Votu Hotel	36
Figura 23 – Cão da pradaria	36
Figura 24 – Tucano	36
Figura 25 – Cactos	36
Figura 26 – Esquema de funcionamento da ventilação das suítes	37
Figura 27 – Esquema de funcionamento das tocas do cão da pradaria	37
Figura 28 – Esquema de funcionamento do resfriamento da cozinha	38
Figura 29 – Castelo de Altena	39
Figura 30 – Estratégia Sustentável HI	42
Figura 31 – Wadi Hostel	43

Figura 32 – Quarto do hostel	45
Figura 33 – Fachada	45
Figura 34 – Jardim de inverno	45
Figura 35 – Eco Lodge Pakowhai	45
Figura 36 – Cabines externas	46
Figura 37 – Apollo Bay Eco YHA	46
Figura 38 – Cozinha compartilhada	47
Figura 39 – Quarto compartilhado	47
Figura 40 – Mapa com a Região Política Administrativa 1 – RPA1 destacada	48
Figura 41 – Localização do terreno	50
Figura 42 – Insolação Fachada Rua da Aurora	51
Figura 43 – Insolação Fachada Rua Capitão Lima	51
Figura 44 – Ventilação do terreno	51

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Estrutura para aplicação da biomimética

TABELA 2 – Funções do ecossistema para o ambiente construído imitar

TABELA 3 – Estratégias de processo em biomimética de ecossistema

TABELA 4 – Dimensionamento Hostel

TABELA 5 – Dimensionamento Café.

LISTA DE ABREVIATURAS

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

HI – Hostelling International

IYHF – International Youth Hostel Federation

FBAJ – Federação Brasileira de Albergues da Juventude

MTUR – Ministério do Turismo

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OMT – Organização Mundial do Turismo

EMBRATUR – Instituto Brasileiro de Turismo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 BIOMIMÉTICA.....	15
2.1 Conceitos e aplicações	15
2.2 Biomimética na arquitetura.....	19
2.2.1 Níveis de biomimetismo.....	22
2.2.2 Estratégias da biomimética para otimização do conforto térmico.....	25
2.2.2.1 Abordagem para obtenção de conforto térmico através do biomimetismo de ecossistemas.....	26
2.2.2.2 Abordagem para obtenção de conforto térmico em climas quentes através do biomimetismo de organismo.....	31
2.2.2.3 Aplicação de biomimética à nível de comportamento.....	32
2.2.2.4 Aplicação de biomimética à nível de organismo e comportamento	35
3 HOSTEL	38
3.1 Origem e conceito	38
3.2 Turismo sustentável	41
3.2.1 Hostels eco-friendly	43
4 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIA BIOMIMÉTICA: OTIMIZAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM HOSTEL	48
4.1 Etapas pré projetuais	48
4.1.1 Localização e caracterização do bairro	48
4.1.2 O terreno e seu entorno	49
4.1.3 Legislação	52
4.2 Programa de necessidades e dimensionamento	53
4.3 Memorial Justificativo	55
4.4 Apresentação gráfica	56
5 CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS	58
APÊNDICES.....	
APÊNDICE A - Mapa de usos	
APÊNDICE B - Planta Baixa de Coberta	
APÊNDICE C - Planta Baixa Pavimento Térreo	
APÊNDICE D - Planta Baixa 1º Pavimento	
APÊNDICE E - Planta Baixa 2º Pavimento	
APÊNDICE F - Cortes AA / BB / CC	
APÊNDICE G - Fachadas	
APÊNDICE H - Perspectivas	
APÊNDICE I - Corte Esquemático	

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com temas associados à sustentabilidade é crescente e evidencia não só o gradativo processo de conscientização e mudança de pensamento da população, mas a tangível necessidade de se repensar a relação do ser humano com a natureza – que deve ser de harmonia e não de domínio. Seja no campo da ciência, da construção, da tecnologia ou do empreendedorismo, discorre-se acerca do futuro do planeta e de como os impactos ambientais o afetam.

Pouco foi feito em prol da sustentabilidade na segunda metade do século XX e as consequências desse comportamento são, não só visíveis, como irreparáveis. Estudos realizados anualmente pela organização Global Footprint Network comprovam que humanos consomem matéria-prima mais rápido do que o planeta consegue regenerar. O pós-guerra, a economia de consumo e a concepção errônea de que a matéria-prima da Terra é infinita podem ser citadas como alguns dos principais motivos da estagnação da humanidade diante o cenário de devastação e desperdício sustentado pela era industrial.

O setor da construção é gerador de diversos impactos ambientais negativos ao meio ambiente – sejam durante a obra, por escolha de materiais e abordagens inadequados ou decorrentes de erros projetuais. Durante o uso, um edifício consome água, energia e gás; assim como emite gases e efluentes líquidos, como o esgoto. Quando esses aspectos são desconsiderados ou desvalorizados durante a fase projetual de uma edificação, os impactos passam a ser gerados em volumes expressivos, atacando o meio ambiente. Por outro lado, ao projetar de forma sustentável, esses aspectos são levados em consideração e busca-se minimizá-los ou evitá-los completamente; fazendo uso de materiais e técnicas menos agressivos ou até positivos para o ecossistema do entorno.

Abordar novas estratégias, técnicas e metodologias sustentáveis é um compromisso do arquiteto contemporâneo. O presente trabalho atende esse compromisso ao trazer à discussão o estudo da biomimética e suas aplicações na arquitetura. Podendo ser aplicada em variados setores e situações, essa área da ciência busca na natureza as respostas para seus problemas e apresenta princípios e estratégias envolvendo desde captação e armazenamento de água à resfriamento e aquecimento passivos. Especificamente, nessa pesquisa, questiona-se: como a biomimética pode otimizar o conforto térmico de uma edificação em clima quente?

Essa pesquisa trabalha com a hipótese de que existem abordagens disponíveis no estudo da biomimética com o intuito de obter conforto térmico de forma sustentável e inovadora.

Será apresentada uma compilação de estratégias da biomimética aplicadas em projetos para otimização do conforto térmico. Após a conclusão da compilação, será apresentada uma proposta de anteprojeto arquitetônico, utilizando estratégia exposta no estudo.

Tendo em vista o caráter inovador do tema da pesquisa, é importante planejar a melhor forma de aplica-lo em um projeto, escolhendo uso, local de implantação e público alvo adequados, afim de fortalecer sua consolidação e estimular a adoção de sua prática; esses aspectos serão abordados durante a pesquisa com intuito de comprovar a relevância da proposta de anteprojeto sugerida: um hostel com princípios biomiméticos, mantendo turistas como público alvo.

Esse trabalho tem como objetivo geral a aplicação de uma estratégia da biomimética para otimização do conforto térmico em um projeto arquitetônico, na cidade do Recife-PE. E como objetos específicos: estudar e expor exemplos de aplicação da biomimética na arquitetura; identificar, no estudo da biomimética, estratégias utilizadas para otimização do conforto térmico; propor anteprojeto arquitetônico de um hostel, com princípios da biomimética para otimização do conforto térmico, na rua da Aurora, Recife-PE. Como apoio teórico foram adotados os conceitos da biomimética, com embasamento em autores como Janine Benyus, Petra Gruber e Pedersen Zari. O método de abordagem adotado para o desenvolvimento do trabalho de graduação foi o hipotético-dedutivo de Bunge (1980); o método de procedimento foi o monográfico; e o tipo da pesquisa foi exploratória. As técnicas de pesquisa seguidas foram: bibliográfica, em fontes como livros, sites e artigos e pesquisa documental.

Sendo uma área da ciência em fase de difusão ao redor do mundo, a biomimética é, até então, desconhecida por ampla parte de acadêmicos e profissionais na área de arquitetura. Sua disseminação é valorosa para a propagação de seus princípios sustentáveis, assim como para a formação de uma nova geração de arquitetos e cidadãos conscientes do impacto de suas ações e intervenções no meio ambiente.

No que se refere a sua estruturação, excetuando-se a introdução, este trabalho está estruturado em quatro capítulos, seguidos pelas conclusões:

O capítulo 2, biomimética, aborda desde os conceitos da biomimética, à sua aplicação na arquitetura, apresentando abordagens e aplicações da mesma no âmbito do conforto térmico.

O capítulo 3, hostel, apresenta a origem e o conceito do tema, assim como hostels eco-friendly ao redor do mundo.

O capítulo 4, proposta de aplicação da biomimética: otimização do conforto térmico em hostel, apresenta os estudos pré projetuais, memorial justificativo e a apresentação gráfica do anteprojeto.

Em conclusões, referente ao capítulo 5, serão expostas as considerações finais, assim como informações acerca da validação da hipótese da pesquisa.

2 BIOMIMÉTICA

2.1 Conceitos e aplicações

De origem grega, Biomimética significa imitação da vida. Trata-se de uma área da ciência que busca soluções sustentáveis na natureza, estudando seus modelos e, imitando-os ou inspirando-se neles ou em seus processos. A escritora, bióloga e responsável pela popularização da biomimética, Janine Benyus (2016), define a área de estudo como a imitação consciente da genialidade da vida, onde:

Consciente: significa ter consciência.
 Imitação: significa aprender com os seres vivos e aplicar essas ideias aos desafios que os humanos desejam resolver.
 Gênio da vida: significa reconhecer que as formas de vida chegaram a soluções bem adaptadas que resistiram ao teste do tempo, dentro das restrições de um planeta com recursos finitos. (adaptado de BIOMIMICRY TOOLBOX, 2019).

Benyus (2016) menciona a natureza, com seus 3,8 bilhões de anos de evolução desde as primeiras bactérias, como modelo, medida e mentora; acreditando que nela encontram-se os recursos e conhecimentos necessários para a transição da era industrial para a era ecológica da humanidade. A natureza torna-se professora e os humanos alunos que, perguntam para a mesma: o que funciona? O que é apropriado? O que dura? O ponto de partida para quem deseja encontrar essas respostas, encontra-se nos 9 princípios da natureza:

A natureza é movida a energia solar.
 A natureza usa apenas a energia de que precisa.
 A natureza adapta a forma à função.
 A natureza recicla tudo.
 A natureza recompensa a cooperação.
 A natureza confia na diversidade.
 A natureza exige conhecimento local.
 A natureza inibe excessos
 A natureza explora o poder dos próprios limites.
 (BENYUS, 2016)

Com intuito de propagar o estudo da Biomimética, suas abordagens e soluções, assim como para estimular a adoção de soluções inspiradas na natureza, em 2006, Benyus e Bryony Schwan fundaram o Biomimicry Institute; em 2008 criaram,

também, a plataforma AskNature; um catálogo online de soluções para desafios de design que vem auxiliando estudantes e praticantes em busca de soluções sustentáveis (Biomimicry Institute, 2019).

Levando em consideração que os seres humanos estão na terra há 200 mil anos – período curto em comparação ao surgimento da primeira forma de vida – seria desperdício não estudar e imitar organismos vivos, afinal:

Eles enfrentam muitos dos mesmos desafios que enfrentamos – eles precisam permanecer quentes, filtrar a água, obter energia e assim por diante – enquanto conservam recursos preciosos e sem prejudicar seus próprios ambientes. Com cuidado e foco, podemos aprender a imitar as estratégias de sucesso da natureza. Agora é a hora de começar a criar projetos, materiais e tecnologias que não são apenas sustentáveis, mas também regenerativos e restauradores - apoiando o tecido da vida na Terra. (Biomimicry Institute, 2019)

Podendo ser aplicado em diversas áreas de estudo e situações, o mimetismo da natureza é praticado há séculos, antecedendo o surgimento do termo Biomimética. Foram selecionados alguns exemplos de sua aplicação e serão expostos em seguida.

- O trem-bala e o martim-pescador

O engenheiro e observador de pássaros, Eiji Nakatsu, conseguiu solucionar o problema de poluição sonora resultante dos ruídos emitidos por trens-bala com ajuda da natureza. A partir da observação do pássaro martim-pescador (Figura 1), percebeu que ao mergulhar para caçar sua presa, a ave quase não espirrava líquido, devido a aerodinâmica do seu bico. Ao transferir essa descoberta para o design do trem-bala, o engenheiro não só resolveu o problema do ruído, como os deixou 10% mais rápidos e 15% mais econômicos (BBC, 2017).

Figura 1 - Trem-bala e Martim-Pescador



Fonte: DOSHI, Sam. s/d.

- O velcro e o carrapicho

Anterior ao termo biomimética, o velcro (Figura 2) foi inventado por um engenheiro suíço chamado George de Mestral, em 1941. Analisando a estrutura do carrapicho (Figura 3), percebeu que, no mesmo, haviam pequenos ganchos que o permitiam se prender em outras superfícies. Transferindo esse conhecimento para o design, criou o primeiro fixador com ganchos e argolas do mundo; utilizado até os dias de hoje em diversos setores (VELCRO, 2019).

Figuras 2: Velcro



Fonte: SEATTLE FABRICS, 2014.

Figura 3: Carrapicho



Fonte: FARIAS, 2015.

- Trocador de calor contracorrente inspirado em pássaros

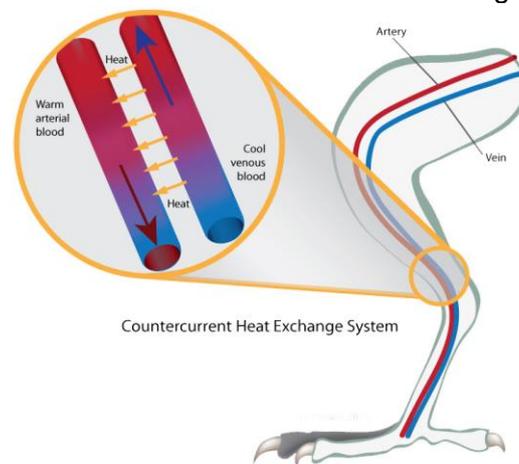
A necessidade de adaptação de pássaros às condições de climas extremos – como pássaros com a capacidade de pisar em superfícies de gelo (Figura 4), sem que suas patas congelem – fez com que desenvolvessem estratégias interessantes e despertaram o interesse de cientistas que, por sua vez, buscaram uma forma de imitar e aplicar essas estratégias em invenções humanas:

Os vasos sanguíneos nas pernas funcionam como trocadores de calor contracorrente com fluxo de sangue arterial pelas artérias e subindo pelas veias. A proximidade entre elas favorece que o calor seja trocado com eficiência. As artérias trazem sangue quente do interior do corpo e transferem calor para as veias que transportam sangue resfriado nas trocas de calor com o meio. Nos pés deste animal o sangue permanece relativamente frio e há pouca troca de calor com o meio. (RAGONHA, 2012).

Figura 4 – Pássaro no gelo.



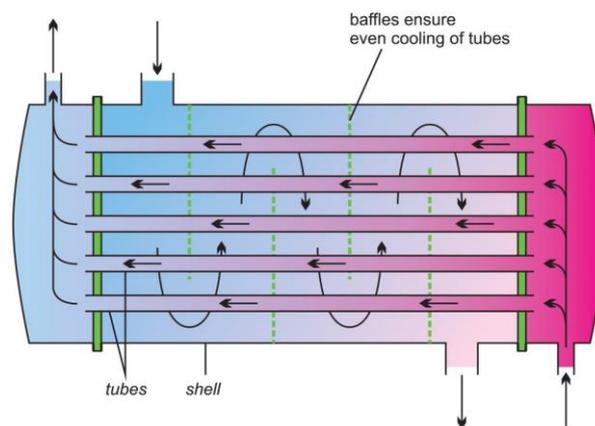
Figura 5 – Funcionamento dos Vasos sanguíneos.



Fonte: RAGONHA, 2012.

Fonte: BARON, 2016.

Figura 6 – Design de trocador de calor.



Fonte: BARON, 2016.

A descoberta impulsionou cientistas a buscarem uma forma de imitar essa estratégia (Figura 5), visando a economia de energia em seus projetos. Dessa forma, estudos foram conduzidos com o intuito de criar uma adaptação desse sistema para

otimizar o design dos trocadores de calor usados para aquecimento e resfriamento em escala industrial (Figura 6).

2.2 Biomimética na arquitetura, níveis de biomimetismo e aplicações

O foco da biomimética na arquitetura está na resolução de problemas relacionados à sustentabilidade, conforto térmico, eficiência energética, uso de recursos naturais, durabilidade, entre outros. A partir da imitação de soluções da natureza surgem alternativas para projetos arquitetônicos mais eficientes e apropriados para a saúde do meio ambiente, levando em consideração termos estéticos, funcionais e estruturais.

Figura 7 – Diagrama de pensamento da biomimética.



Fonte: Biomimicry 3.8, 2019

O diagrama de pensamento da biomimética (Figura 7), elaborado pelo instituto Biomimicry 3.8, descreve maneiras de integrar a biomimética no processo de design. O diagrama sugere quatro estágios. O primeiro é o "scoping", que envolve a identificação do problema que as soluções da natureza solucionarão. O próximo passo é descobrir o mecanismo de sobrevivência de uma espécie que encontra um problema semelhante ao identificado. Em seguida, são propostas estratégias inspiradas na

natureza. Finalmente, ocorre um processo de avaliação, onde avaliam-se os sucessos e fracassos dessas estratégias (Biomimicry 3.8, 2019).

Segundo a professora de arquitetura sustentável, Maibritt Pedersen Zari (2007), da Nova Zelândia, existem vários obstáculos relacionados ao emprego da biomimética como partido arquitetônico: “Uma barreira, em particular, é a falta de uma definição clara das várias abordagens da biomimética que os designers podem empregar inicialmente”. Com o intuito de fornecer abordagens para designers que desejam aplicar os princípios da biomimética e definir qual abordagem utilizar, a arquiteta elaborou uma estrutura, a qual será abordada a seguir.

Existem duas principais abordagens para o processo de design na biomimética:

- **Abordagem baseada em problemas:** identificar um problema que precisa de solução, analisar como este foi resolvido na natureza e, por fim, aplicar a estratégia na situação desejada, ou;
- **Abordagem baseada em soluções:** observar a natureza – não definindo problema a ser solucionado – e, então, imitar um modelo ou inspirar-se nele ou em seus processos em uma criação humana.

Dentro das duas abordagens discutidas, existem **três níveis de biomimetismo** a serem aplicados em designs, sendo eles: **forma, processo e ecossistema**.

Zari (2007) elaborou uma estrutura que redefine esses três níveis (Tabela 1) e serve de referência para designers e arquitetos que desejam aplicar os princípios da biomimética e definir qual abordagem utilizar: “Através do exame das tecnologias biomiméticas existentes, é evidente que existem três níveis de mimetismo; de **organismo**, de **comportamento** e de **ecossistema**...”

O nível de organismo refere-se à imitação de um organismo específico, como uma planta ou um animal, envolvendo tanto a imitação de alguma de suas partes, como de todas elas (organismo inteiro). O segundo nível refere-se à imitação do comportamento de um organismo, envolvendo a imitação de como ele funciona ou de como se relaciona em um contexto mais abrangente. O terceiro nível refere-se à

imitação de um ecossistema inteiro e dos princípios que o levam a funcionar com sucesso.

Dentro de cada um desses níveis, existem outras **cinco** possíveis dimensões para o mimetismo. O design pode ser biomimético, por exemplo, em termos de aparência (**forma**), de que é feito (**material**), de como é feito (**construção**), como funciona (**processo**) ou o que é capaz de fazer (**função**). (Zari, 2007)

TABELA 1 – Estrutura para aplicação da biomimética.

Exemplo de edifício imitando cupins.		
Nível de Organismo (mimetismo de um organismo específico)	Forma	A edificação se parece com um cupim.
	Material	A edificação é feita com o mesmo material que um cupim; um material que imita o exoesqueleto/pele por exemplo.
	Construção	A edificação é feita da mesma forma que um cupim; passa por vários ciclos de crescimento, por exemplo.
	Processo	A edificação funciona do mesmo jeito que um único cupim; produz hidrogênio eficientemente através da metagenômica, por exemplo.
	Função	A edificação funciona como um cupim em um contexto maior; reciclando resíduos de celulose e criando solo, por exemplo.
Nível de Comportamento (mimetismo de como um organismo se comporta ou se relaciona em um contexto maior)	Forma	A edificação parece que foi feita por um cupim; a replica de um cupinzeiro, por exemplo.
	Material	A edificação é feita com os mesmos materiais com que um cupim constrói; utilizando o solo como material primário, por exemplo.
	Construção	A edificação é construída mesmo modo que um cupim construiria; empilhando a terra em certos lugares, em determinados momentos, por exemplo.
	Processo	A edificação funciona do mesmo modo que um cupinzeiro funcionaria; por orientação espacial cuidadosa, formato, seleção de materiais e ventilação natural, ou imitando como os cupins trabalham juntos.
	Função	A edificação funciona do mesmo modo que iria funcionar se fosse feita por cupins; condições internas da edificação são reguladas para serem ideais e termicamente estáveis, por exemplo, ou funcionando da mesma maneira que um cupinzeiro em um contexto maior.
	Forma	A edificação parece com o ecossistema (onde um cupim viveria).
	Material	A edificação é feita com os mesmos tipos de materiais que se encontram no ecossistema (onde um cupim viveria).

Nível de Ecossistema (mimetismo de um ecossistema)	Construção	A edificação é montada da mesma maneira que o ecossistema (de um cupim); princípios de sucessão e crescente complexidade ao longo do tempo são usados, por exemplo.
	Processo	A edificação funciona do mesmo modo que o ecossistema (de um cupim); capturando e convertendo energia do sol ou armazenando água, por exemplo.
	Função	A edificação é capaz de funcionar da mesma maneira que o ecossistema (de um cupim) funcionaria e faz parte de um sistema complexo, utilizando as relações entre os processos; é capaz de participar nos ciclos – hidrológicos, de carbono, de nitrogênio, etc – de maneira semelhante a um ecossistema, por exemplo.

Fonte: ZARI, 2007 – traduzido pela autora.

2.2.1 Níveis de Biomimetismo e aplicações

- Nível de Organismo

Refere-se à imitação de um organismo específico, como uma planta ou um animal, envolvendo tanto a imitação de alguma de suas partes, como de todas elas (organismo inteiro). É relevante constar que imitar um organismo, sem imitar como este se relaciona com o ecossistema, pode reduzir sua eficiência em termos de impacto ambiental, como Zari (2007) explica:

A imitação de organismos tende a ter uma característica específica, em vez de um sistema inteiro... a biomimética torna-se uma tecnologia que é adicionada aos edifícios em vez de ser parte integrante deles, particularmente, se os designers tiverem pouco conhecimento biológico e não colaborarem com biólogos ou ecologistas durante o estágio inicial do projeto. Embora esse método possa resultar em tecnologias ou materiais de construção novos e inovadores, métodos para aumentar a sustentabilidade não são necessariamente explorados.

Construído em 1993 pelo escritório de arquitetura Grimshaw Architects, em colaboração com Alexander Gibb & Partners, o terminal internacional de Waterloo (Figura 8), em Londres, é um exemplo de design à nível de organismo: inspirou-se no pangolim (Figura 9) como solução para seu problema; o terminal precisava ser capaz

de responder às mudanças de pressão do ar à medida que os trens entravam e saiam. A solução foi projetar as fixações do painel de vidro que compõem a estrutura do terminal imitando o arranjo flexível da estrutura das escamas do pangolim (Biomimicry Arch, 2011).

Figura 8 – Terminal Internacional de Waterloo Figura 9 – Escamas do Pangolim.



Fonte: Detail Inspiration, 2011.



Fonte: Aprenda Bio, 2019.

- **Nível de comportamento**

Refere-se à imitação do comportamento de um organismo, envolvendo a imitação de como ele funciona ou de como se relaciona em um contexto mais abrangente. Com intuito de facilitar a compreensão do nível referido, Zari (2007) aborda acerca de organismos capazes de transformar seu habitat a partir de seu comportamento:

Organismos capazes de controlar, direta ou indiretamente, o fluxo de recursos para outras espécies e que podem causar alterações nos materiais ou sistemas bióticos ou abióticos (não vivos) e, portanto, os habitats, são chamados engenheiros de ecossistemas (Jones e Lawton, 1995, Rosemond e Anderson, 2003). Engenheiros de ecossistemas alteram habitat por meio de sua própria estrutura (como o coral) ou por meios mecânicos (como castores e pica-paus), ou outros. (ZARI, 2007).

Finalizado em 2006, o edifício CH2 (Figura 10), localizado em Melbourne, Austrália e projetado por Mick Pearce, em colaboração com a DesignInc, é um exemplo de design à nível de comportamento: o edifício é baseado, em partes, em

técnicas de ventilação passiva e regulação de temperatura inspiradas em cupinzeiros (Figura 11), com o intuito de manter o conforto térmico do interior da estrutura sem a utilização de sistemas AVAC¹ (Architecture AU, 2007).

Figura 10 – CH2 Building.



Figura 11 – Cupinzeiro.

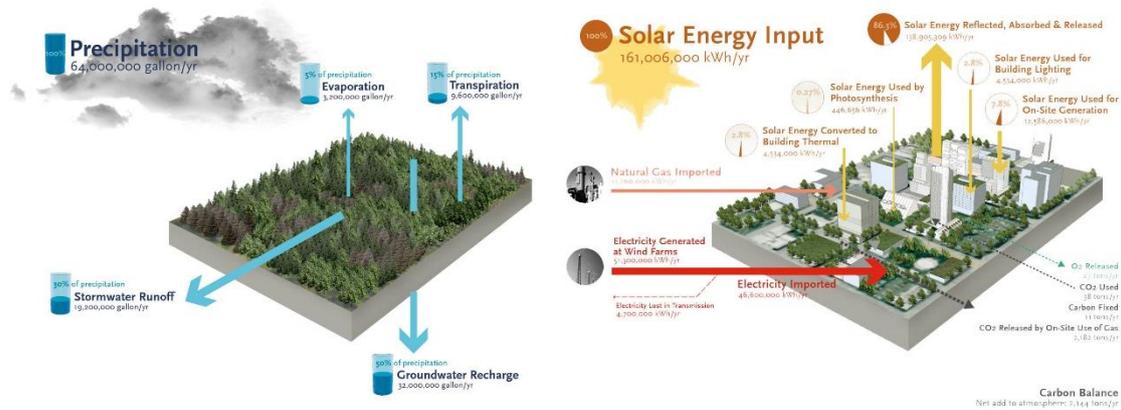


Fonte: Research Gate, 2013. Fonte: iStock, 2012.

- Nível de ecossistema

Refere-se à imitação de um ecossistema inteiro e dos princípios que o levam a funcionar com sucesso. De acordo com Zari (2007), esse nível de biomimetismo pode servir como referência para um projeto verdadeiramente sustentável e resultar em efeitos positivos no desempenho ambiental geral, contudo, desafia a forma convencional de pensar o projeto arquitetônico, particularmente, os limites típicos de um terreno e o prazo de entrega. Não se tem conhecimento, até então, de um projeto arquitetônico realizado à nível de ecossistema em níveis de função ou processo (olhar tabela pág.), logo, será apresentada uma proposta de projeto existente proposto para implantação em Portland, em Oregon; O Lloyd Crossing Project (Figura 12), realizado pelo escritório de arquitetura Mithun Architects, em colaboração com a GreenWorks Landscape Architecture Consultants (MITHUN, 2019). Um estudo foi realizado com o intuito de estimar como o ecossistema que existia na área funcionava antes da interferência humana, para que metas fossem estabelecidas em função do desempenho ecológico do projeto, à longo prazo.

Figura 12 – Proposta de projeto de biomimetismo à nível de ecossistema.



Fonte: Mithun, 2019.

Ao utilizar os 3 níveis de biomimetismo no design (organismo, processo e ecossistema), o projetista passa a criar condições favoráveis à vida, como todos organismos bem adaptados aprenderam a fazer ao longo de sua evolução.

2.2.2 Estratégias da biomimética para otimização do conforto térmico

Ao redor do mundo, estudos foram realizados com intuito de explorar o potencial da aplicação da biomimética para otimização do conforto térmico em edifícios, assim como para definir abordagens a serem utilizadas.

Em 2016, uma pesquisa foi realizada por H. Abaeian, R. Madani e A. Bahramian, pelo departamento de arquitetura da University of Isfahan Art, no Iran, a fim de fornecer uma abordagem para o uso de características da natureza para obtenção de conforto térmico em edifícios em climas quentes e secos. O estudo fundamentou-se na abordagem de Zari (2007); em específico, no biomimetismo à nível de ecossistema.

Ainda em 2016, um estudo foi realizado em Dubai, por Al Amin e Taleb, com o intuito de explorar o potencial de otimização do nível de conforto térmico de um edifício através do mimetismo – à nível de comportamento – do caracol do deserto.

Em 2012, um estudo conduzido por Fragkou e Stevenson analisou a performance térmica de colméias a fim de imitá-la em “hotéis capsula”, situados em Tóquio.

Em 2012, outro estudo, realizado por Aasiya Aslam, analisou a possibilidade de construir um componente de revestimento para fachadas, através do mimetismo, à nível de organismo, das penas do pinguim de Gentoo, da Antártica, com o intuito de obter conforto térmico em interiores.

Em 2013, um estudo foi conduzido por com o intuito de imitar as características da pele humana para aplicação na fachada de um edifício. Foi proposta uma fachada com 3 camadas, onde cada camada imitava determinadas características da pele (Abaeian, R. Madani e A. Bahramian).

Desses estudos, dois serão abordados a seguir, para melhor entendimento. Além disso, dois outros exemplos de aplicação de biomimetismo em projetos para otimização do conforto térmico serão apresentados, sendo um à nível de comportamento e o outro à nível de organismo e comportamento.

2.2.2.1 Abordagem para obtenção de conforto térmico através do biomimetismo de ecossistemas

O uso de soluções passivas é uma abordagem eficaz para alcançar boas condições internas em edifícios. Vários estudos mostram que o conforto térmico sustentável de edifícios é alcançado quando o foco principal do projeto está em eficiência energética. Uma forma de combinar soluções passivas com sustentabilidade é através do mimetismo de ecossistemas.

As características naturais que podem ser imitadas de ecossistemas para aplicações arquitetônicas, com intuito de obter conforto térmico, geralmente podem ser divididas em dois grupos: **funcional** – imitar o que um ecossistema faz (absorção de carbono, purificação do ar, geração de energia, armazenamento de calor ou frio, etc – e **processual** – inspiração em características gerais do ecossistema, com base em como os processos acontecem (Zari, 2012). Para melhor entendimento, a tabela 1 apresenta exemplos de imitação de ecossistemas à nível funcional para aplicação em projetos arquitetônicos de interiores, enquanto a tabela 2 apresenta exemplos de imitação de ecossistemas à nível processual para aplicação em projetos

arquitetônicos de interiores – relacionando, nas duas tabelas, estratégias da natureza à técnicas de construção existentes (Abaejan; Madani; Bahramian, 2016).

A relação entre esses dois grupos é de vital importância para alcançar o resultado desejado. Recursos funcionais fornecem ao designer uma abordagem para resolver um determinado problema em uma determinada área; enquanto o uso de características processuais levam à correlação entre vários recursos funcionais e, assim, garantem a sustentabilidade do sistema de construção (Abaejan; Madani; Bahramian, 2016). Após as tabelas 2 e 3, serão apresentados exemplos de aplicação de biomimetismo de ecossistema na arquitetura, sendo um à nível processual e dois à nível funcional. O caso apresentado à nível processual exemplificará como o gerenciamento de três fatores naturais, como sol, vento e água, inspirando-se em ciclos naturais, pode levar ao fornecimento de conforto térmico e redução do consumo de energia nos edifícios.

Após as tabelas será apresentado um exemplo de aplicação de biomimetismo de ecossistema na arquitetura, à nível processual. O caso apresentado exemplificará como o gerenciamento de três fatores naturais, como sol, vento e água, inspirando-se em ciclos naturais, pode levar ao fornecimento de conforto térmico e redução do consumo de energia nos edifícios.

TABELA 2 – Funções do ecossistema para o ambiente construído imitar

Funções do ecossistema para o ambiente construído imitar		Técnicas de design existentes relacionadas	Implicações das mudanças climáticas
1. Serviços de provisionamento: alimentos, materiais, combustível/energia, água potável.	O design desenvolvido deverá fornecer alimentos, matérias-primas para desenvolvimentos futuros e combustíveis.	Telhados verdes; fazendas verticais; reciclagem e reutilização; energia renovável; captação de água da chuva; reciclagem das águas.	Mais autossuficiência
2. Regulação climática. Prevenção de perturbação e	O design desenvolvido deverá prevenir perturbações e extremos moderados, como forças do	Armazenamento de carbono na estrutura	Taxa reduzida de aquecimento global.

moderação de extremos.	vento/ondas, erosão e inundações/secas nos ecossistemas vizinhos.	do edifício; telhados verdes.	
3. Provisão de habitat.	O design desenvolvido deverá contribuir ativamente para a formação do solo e a renovação da fertilidade.	Técnicas de reciclagem e reuso de águas pretas/ reciclagem e águas cinzas.	Solo saudável significa maior potencial para biomassa saudável e produção de alimentos. Logo, saúde humana e resiliência.

Fonte: Zari, 2007 – traduzido pela autora.

TABELA 3 – Estratégias de processo em biomimética de ecossistema.

Estratégias de processo em biomimética de ecossistema.		Técnicas de design existentes relacionadas	Implicações das mudanças climáticas
1. Depende de energias renováveis abundantes	Fonte de energia da luz solar ou de outras fontes renováveis.	Projeto solar ativo e passivo.	Redução das emissões de gases de efeito estufa aumentou a eficácia energética.
2. Estruturas de otimização.	O design desenvolvido deverá dar um ciclo à matéria e transformar a energia efetivamente.	Ecologia industrial; ecologia de construção; design para desconstrução e reutilização; design do berço ao berço; permacultura, engenharia geral.	Necessidade reduzida de mineração/cultivo/ produção de novos materiais e energia; uso reduzido de energia e materiais; desperdício reduzido.
3. Dependente e responsável pela condição local.	O design desenvolvido deverá usar materiais locais, assim como as abundâncias naturais locais.	Permacultura	Emissões reduzidas de GEE relacionadas ao transporte.
4. Diversificado em relacionamento e informação.	Aumentar a diversidade para aumentar a resiliência.	Design participativo; métodos de design integrado; design eco-	Ambiente construído mais robusto e comunidade capaz de

		revelador; design ecológico	se adaptar às mudanças climáticas. As decisões baseadas em uma base de conhecimento mais ampla provavelmente serão mais sustentáveis.
5. Criar condições favoráveis à vida sustentável.	Produção e funcionamento devem ser ambientalmente benignos.	Química verde, análise do ciclo de vida; balanço de carbono; desenvolvimento regenerativo; design de berço ao berço.	ecossistemas saudáveis significam melhores sistemas de suporte à vida para os seres humanos e maior potencial de adaptação à medida que o clima muda.
6. Adaptar e evoluir em diferentes níveis.	Mecanismos de auto-organização.	Métodos de design flexíveis.	Permitir mudanças rápidas, eficazes e participativas.

Fonte: Zari, 2007 – traduzido pela autora.

- Zira Complex

Figura 13 – Masterplan da ilha de Zira.



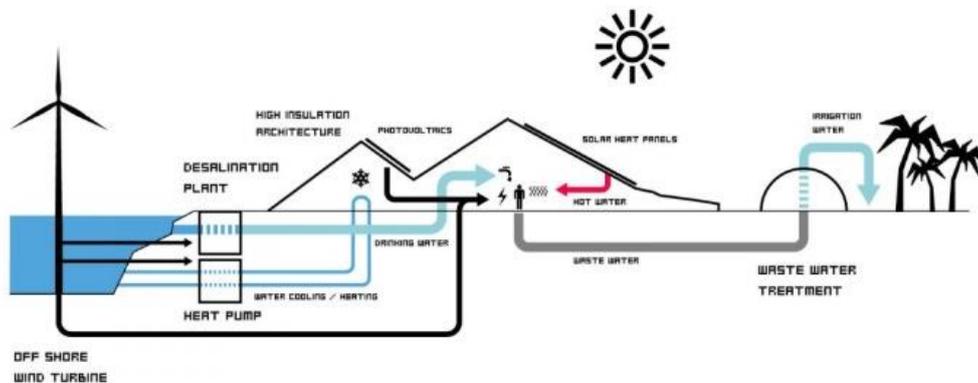
Fonte: Ziralsland, 2019.

O masterplan da ilha de Zira (Figura 13), situada no Azerbaijão, projetado pelo escritório de arquitetura Bjarke Ingels Group (BIG), propõe uma cidade com energia zero. O projeto apresenta sete montanhas artificiais – distribuídas ao longo de um milhão de metros quadrados – concebidas através da imitação de um ecossistema inteiro, onde os elementos sol, vento e água, foram trabalhados de forma a atender o

objetivo de criar um ecossistema independente, capaz de atender suas próprias necessidades (Abaeian, Madani, Bahramian, 2016).

Energia eólica produzida por turbinas instaladas na costa do mar fornecem energia para dessalinização; unidades filtram o sal da água do mar e a transformam em água potável. Essa água é, então, usada para aquecer e resfriar os edifícios. Toda a água residual retorna ao meio ambiente para irrigação das plantas. Além da água residual, águas pluviais são coletadas e usadas para regar as plantas ao redor da ilha. Aquecedores solares e painéis fotovoltaicos instalados na fachada e nos telhados dos edifícios são utilizados para produção de energia. Usando todos esses elementos juntos, como ilustra a Figura 14, a ilha transforma-se em um ecossistema habitável, independente e sustentável. (Abaeian, Madani, Bahramian, 2016). Para melhor entendimento, será explicado, separadamente, como cada elemento foi abordado no projeto.

Figura 14 – Esquema de funcionamento da ilha de Zira.



Fonte: Bjarke Ingels Group, 2019.

O elemento água, por sua vez, foi abordada da seguinte forma: a água do mar, tratada por sistemas de dessalinização, foi utilizada para atender às necessidades de água. Além disso, toda água usada na ilha é coletada e reciclada, assim como a água da chuva. Após o tratamento, a água é reutilizada para molhar árvores e áreas verdes; os sais e resíduos obtidos do tratamento são devolvidos ao solo para fertilizar a ilha.

O elemento vento foi abordado sob dois ângulos: para fornecimento de energia, através das turbinas eólicas; e para a simulação do fluxo de vento dentro da

ilha e ao redor das sete montanhas artificiais. A simulação forneceu um fundo adequado para implantação das edificações. Em áreas onde a velocidade do vento é indesejavelmente alta, trechos de espaços verdes e árvores foram projetados para reduzir a velocidade do vento; e em áreas onde a velocidade do vento é desejável, foram implantados os espaços residenciais e recreativos.

O elemento sol foi abordado de maneira que painéis solares e sistemas fotovoltaicos instalados nas fachadas e telhados dos edifícios fossem utilizados para fornecimento de água morna e para alimentar piscinas e parques aquáticos. Em adição, os edifícios da ilha são aquecidos e resfriados pelos canos que atravessam as margens do mar (Abaeian, Madani, Bahramian, 2016).

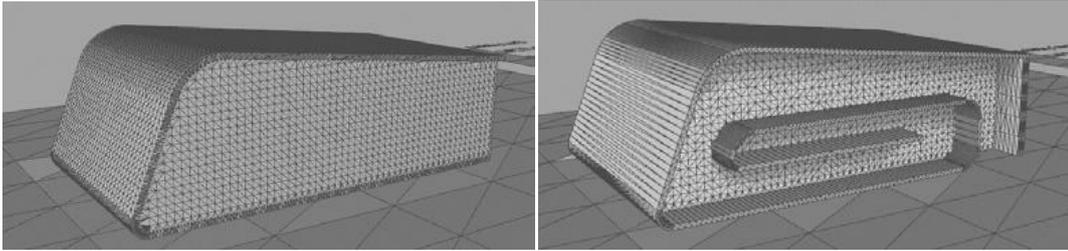
Logo, comprova-se que o gerenciamento dos três fatores naturais água, vento e sol, inspirando-se em ciclos naturais, pode levar ao fornecimento de conforto térmico e redução do consumo de energia nos edifícios.

2.2.2.2 Abordagem para obtenção de conforto térmico em climas quentes através do biomimetismo de organismo

Essa pesquisa foi realizada em 2016, por Al Amin e Taleb, com o propósito de alcançar conforto térmico no edifício de estudo, situado em Abu Dhabi, adotando o biomimetismo à nível de organismo, no qual o organismo selecionado foi o caracol do deserto.

O processo de pensamento biomimético adotado neste estudo divide-se em três partes: definição do “**scoping**”, **descoberta** e **criação e avaliação**. O scoping expõe a análise do edifício do estudo e do clima, a fim de identificar áreas para potenciais melhorias, em termos climáticos e de eficiência energética. A descoberta, expõe ideias e mecanismos da natureza, os quais são explorados e analisados. Em seguida, são propostas estratégias inspiradas na natureza para melhorar os níveis de conforto térmico e aumentar a eficiência energética. Por fim, as estratégias propostas são avaliadas.

Figura 15 – Estratégia de resfriamento inspirada nos caracóis do deserto.



Fonte: (Al Amin e Taleb, 2016).

Foram propostas e testadas estratégias de resfriamento passivo inspiradas nos mecanismos de sobrevivência dos caracóis do deserto. Os resultados demonstraram que a estratégia mais eficaz para o resfriamento é o aprimoramento do isolamento do envelope de construção (Figura 15). Sugeriu-se, para pesquisas futuras, que fosse considerado o envolvimento de um biólogo ou especialista no processo de design (Al Amin e Taleb, 2016).

2.2.2.3 Aplicação de biomimetismo à nível de comportamento

Em 1991, o arquiteto zimbabuano Mick Pearce, em parceria com a empresa de engenharia Arup Associates, buscava a solução para um impasse: como projetar um edifício com sistema de ventilação por convecção natural que se igualasse à edifícios com sistemas AVAC¹, em questões de conforto térmico? A solução foi encontrada em estratégias biomiméticas de ventilação passiva e regulação de temperatura. Aprofundando-se na área de estudo, Pearce decidiu torna-la partido arquitetônico do Eastgate Center (Figura 16), em Harare, Zimbabué; fundamentando-se, especificamente, na análise dos cupinzeiros africanos (Figura 17).

Figura 16 – Eastgate Building.

Figura 17 – Cupinzeiro Africano.



Fonte: Raciocínio Cristão, 2015.



Fonte: iStock, 2012.

A partir do estudo feito na universidade de Loughborough, na Inglaterra, foi possível mapear a estrutura dos túneis de ar do cupinzeiro africano (Figura 18) e entender seu funcionamento (Figura 19). Podendo atingir até 6 metros de altura e com paredes de 45 cm de espessura, tão duras quanto concreto, os cupinzeiros “incorporam uma rede complicada de túneis e condúites de ar projetados para canalizar o fluxo de ar, para o controle da qualidade do ar interno, da temperatura e dos níveis de umidade”.

Figura 18 – Mapeamento dos túneis de ar do cupinzeiro africano.

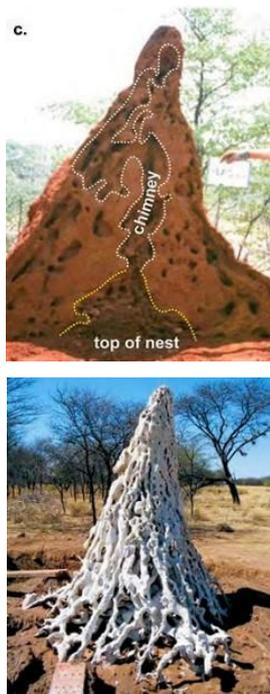
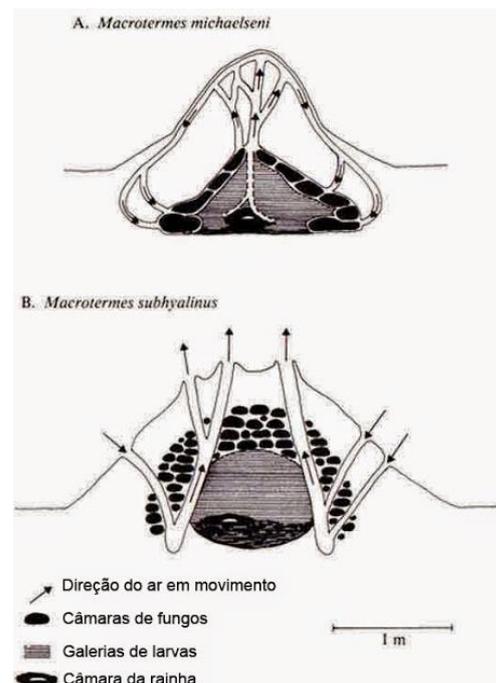


Figura 19 – Esquema de funcionamento dos túneis de ar do cupinzeiro africano.



Fonte: Raciocínio Cristão, 2015

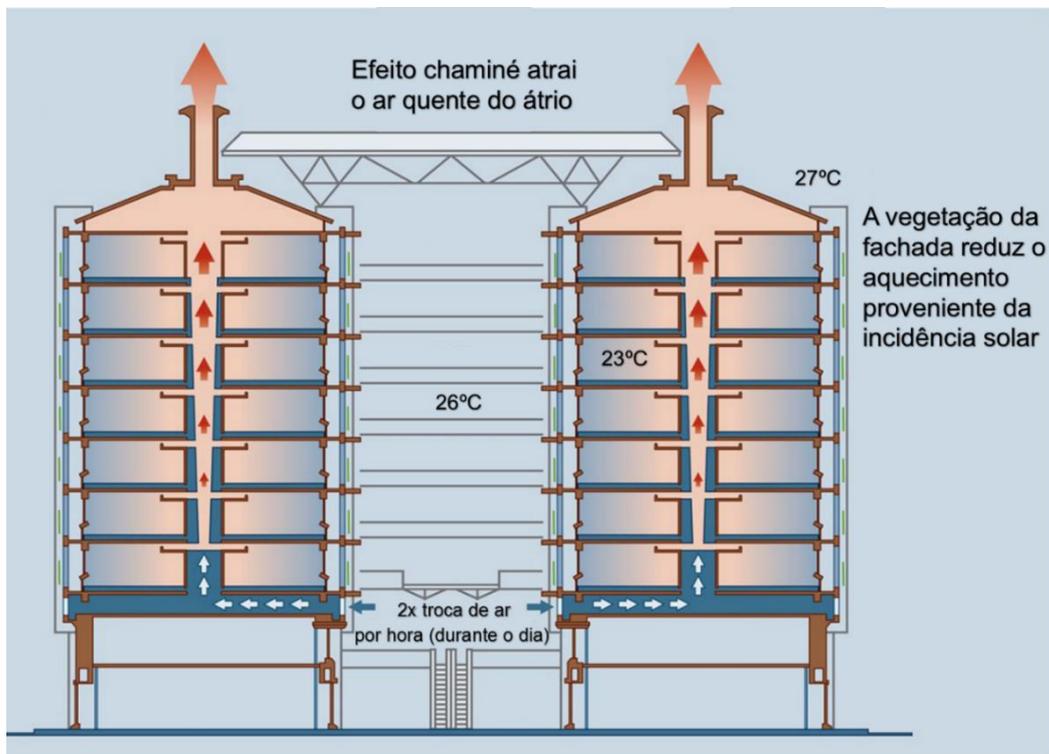
Fonte: Raciocínio Cristão, 2015

Essa rede fornece as condições necessárias para que os cupins cultivem o fungo que serve como sua fonte primária de alimentação, devendo ser mantido à 30°C. Enquanto a temperatura externa varia entre 2°C e 40°C, o sistema de ventilação mantém a temperatura dentro dos cupinzeiros em torno de 31°C (INHABITAT, 2012).

...o ar é sugado através da parte inferior dos cupinzeiros, levando-o a galerias inferiores com paredes úmidas para, em seguida, subir por um túnel, direto ao topo. Os cupins cavam novos túneis e fecham antigos, constantemente, de forma a regular a temperatura

Pierce selecionou e aplicou essa estratégia da natureza – à nível de comportamento – na construção do Eastgate, traduzindo-a na edificação (Figura 20) da seguinte forma:

Figura 20 – Esquema de funcionamento das torres de ar do Eastgate Building.

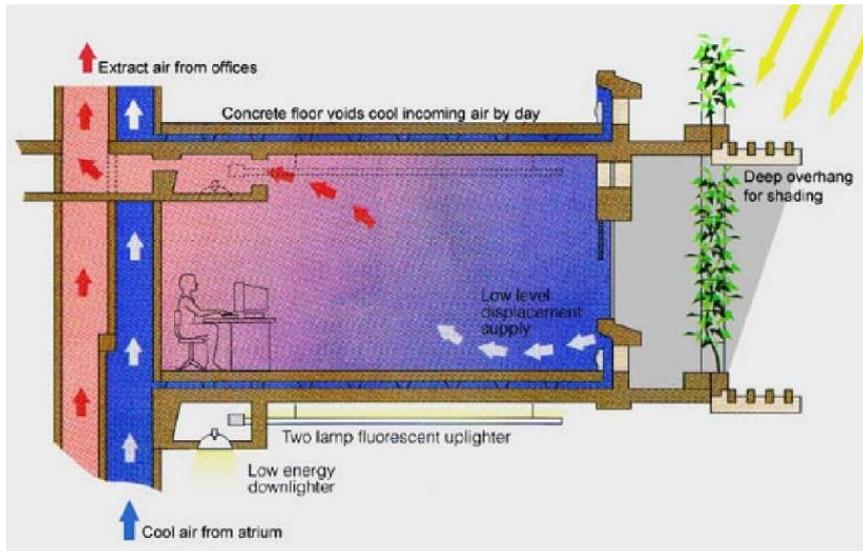


Fonte: Raciocínio Cristão, 2015

O ar frio é sugado por exaustores na parte inferior do edifício, esse ar é, então, levado para torres centrais, que distribuem o ar frio por baixo do piso, em cada

pavimento, levando-o até as saídas de ar frio; após passar pelas saídas, o ar frio empurra o ar quente para cima e esse ar quente é levado até a saída de ar quente, como exempfica a Figura 21; por fim, o ar quente é eliminado do edifício através das chaminés.

Figura 21 - Esquema de funcionamento das saídas de ar.



A partir da imitação dessa estratégia (Figura 21), o edifício Eastgate conseguiu obter condições de conforto térmico bastante satisfatórias durante 52 semanas do ano, além de atingir um consumo de 50% de energia, comparado à edifícios que optaram pela refrigeração com sistemas AVAC. Ainda sobre benefícios econômicos, dados disponíveis no site de Mick Pierce constataam que:

A economia de capital em comparação com o AVAC foi de 10% do custo total da construção. Durante as frequentes paralisações nos outros edifícios, de rede elétrica ou de AVAC, devido à manutenção, o Eastgate continua a operar dentro de níveis aceitáveis de conforto, com seu sistema funcionando por convecção natural.

2.2.2.4 Análise de biomimetismo à nível organismo e comportamento

Figura: 22 – Votu Hotel.



Fonte: GCP Arquitetura & Urbanismo, 2018.

A primeira proposta de projeto fundamentada nos princípios da biomimética, no Brasil, é o Hotel Votu (Figura 22), na península de Maraú, Bahia. Apesar de não terem dado início às obras, o hotel já serve de referência para estudantes e profissionais de arquitetura. Finalizado em 2016, o projeto realizado pelo escritório paulista GCP Arquitetura & Urbanismo, em associação com a bióloga especializada em biomimética, Alessandra Araújo, incorpora soluções para os desafios climáticos da área inspirados na observação e imitação do cão da pradaria (Figura 23), do bico do tucano (Figura 24) e dos cactos (Figura 25).

Figura: 23



Fonte: Archdaily, 2018.

Figura: 24



Fonte: Archdaily, 2018.

Figura: 25

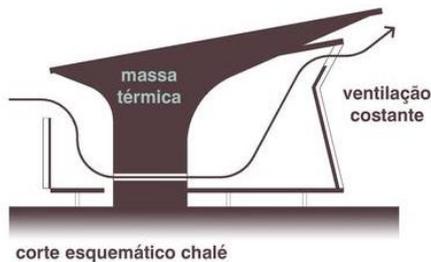


Fonte: Archdaily, 2018.

O princípio de Bernolli foi utilizado na concepção das suítes do hotel (Figura 26). Neste caso, a inspiração veio das tocas do cão da pradaria (Figura 27), construídas “enterradas no solo com entradas e saídas de ar com altura e diâmetro

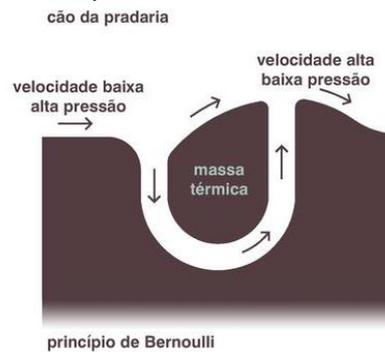
distintos, permitindo que o vento/brisa sempre possa entrar e ventilar sua toca.” (Archdaily, 2018).

Figura 26 – Esquema de funcionamento da ventilação das suítes.



Fonte: GCP Arquitetura & Urbanismo, 2018.

Figura 27 – Esquema de funcionamento das tocas do cão da pradaria.



Fonte: GCP Arquitetura & Urbanismo, 2018.

Estudou-se o funcionamento e a estrutura dos cactos, com intuito de imitar sua capacidade de auto-sombreamento:

O fechamento destas construções foram nspirados na capacidade de auto-sombreamento de alguns cactos, que contam com longos espinhos e dobras para mitigar os extremos de calor e exposição solar. As dobras profundas oferecem sombra parcial, resfriando o ar no lado sombreado e criando um gradiente que facilita a circulação e minimiza a absorção de calor. O projeto imita essa estratégia com brises verticais, de madeira e auto-sombreamento (Sustentarqui, 2019).

O bico dos tucanos, por fim, foi analisado e imitado no funcionamento da cobertura da cozinha do hotel, “o bico grande e vascularizado do tucano é um radiador térmico extremamente eficiente, oferecendo a maior troca térmica conhecida entre os animais.” (Sustentarqui, 2019). Na aplicação da estratégia no hotel, trata-se de uma laje jardim que atua como um grande trocador de calor (Figura 28).

Figura 28 – Esquema de funcionamento do resfriamento da cozinha.



Fonte: GCP Arquitetura & Urbanismo, 2018.

Conclui-se que as estratégias biomiméticas utilizadas no Hotel Votu permitem que os espaços atendam ao conforto térmico de forma sustentável, evitando o uso excessivo de energia com climatizadores, buscando o fortalecimento de uma relação de harmonia com a natureza.

3 HOSTEL

3.1 Origem e conceito

Em um contexto histórico onde a Alemanha liderava a segunda revolução industrial, no século XX, popularizou-se o termo “wanderlust”; entre outros ideais, o termo englobava o desejo por liberdade, o contato com a natureza e o retorno às raízes culturais. Adeptos do movimento, conhecidos como “wandervogels”, prezavam noites bem dormidas e buscavam dormir ao ar livre, valorizando o estilo de vida simples, como uma tentativa de fugir da civilização materialista (PapoTur, 2016).

O professor alemão Richard Schirrmann apreciava o contato com a natureza e buscava realizar atividades extraclasses, em viagens com alunos onde, inicialmente, pernoitavam como os wandervogels, ao ar livre. Sentindo a necessidade de uma acomodação que facilitasse a experiência, de forma segura e confortável, Schirrmann teve a ideia de criar um meio de hospedagem voltado para estudantes. O sucesso dos primeiros albergues – que funcionavam em escolas – levou o professor a construir o

primeiro albergue permanente, dentro de uma área do castelo de Altena (Figura 29), na Alemanha, em 1912 (Hi Hostel Brasil, 2019).

Figura 29 – Castelo de Altena



Fonte: HI Hostel Brasil, 2019.

Denominados Albergues da Juventude, o conceito difundiu-se rapidamente pelo mundo, dando origem, em 1932, à International Youth Hostel Federation (IYHF), posteriormente denominada Hostelling International (HI).

Em 1960 o movimento chegou ao Brasil, através do casal de brasileiros Yone e Joaquim Trotta, que estudavam em Paris e foram apresentados ao conceito. O casal inaugurou, em 1965, o primeiro Albergue da Juventude do Brasil, no Rio de Janeiro.

O programa de um hostel é composto por recepção, área de convivência, cozinha comunitária, dormitórios e banheiros compartilhados. Atualmente, quartos e banheiros privativos são frequentemente disponibilizados, assim como piscinas e bares.

O principal diferencial e atrativo do albergue é o valor da estadia – significativamente inferior aos valores de outros meios de hospedagem. Além da economia financeira, o turista alberguista atrai-se por fatores como proximidade de pontos turísticos, fácil acesso à meios de transporte, qualidade das instalações, convivência em espaços multiculturais, novas experiências e, exponencialmente, por questões sociais, políticas e ambientais envolvidas na sua estadia. Segundo Trícia Neves (2015), sócia-diretora da empresa de consultoria Mapie, “os novos consumidores buscam por autenticidade, personalidade no conceito e na forma de receber e valorizam a conexão com outras pessoas e a interação que esses locais proporcionam”. Em sua maioria, o perfil de hóspedes de Albergues da Juventude é

composto por jovens dinâmicos e de espírito aventureiro, na faixa etária de 25 a 39 anos, representando 52% do público, ao qual se referem, comumente, como backpackers ou, em português, mochileiros.

A associação sem fins lucrativos, Hostelling International (HI), é a criadora desse meio de hospedagem e detentora da marca. A HI certifica os estabelecimentos seguindo padrões de qualidade, possuindo seis premissas a serem seguidas: receptividade, segurança, limpeza, conforto, privacidade e preservação do meio ambiente. Os albergues não filiados à Federação Brasileira de Albergues da Juventude (FBAJ) são, igualmente, divulgados como hostels:

...a rede iniciou um processo judicial para impedir que outros estabelecimentos utilizassem o termo, mas este foi abandonado porque somente a palavra 'albergue', sem seu complemento, pode ser utilizado livremente, e provavelmente nenhum dos não credenciados utilizava o termo "Albergue da Juventude" em seus registros legais. (KIKUMOTO, 2009).

Para fazer parte da Hotelling International é necessário adaptar o estabelecimento de acordo com o manual de abertura fornecido pela HI, o qual:

...norteia os proprietários com todos os procedimentos para a construção de um hostel da HI, desde o tamanho ideal dos quartos, necessidade de colchões, tamanho de beliche, tamanho do armário, número de banheiros por leito, entre outros. (Revista Hotéis, 2015)

Para a realização dessa pesquisa, foi entrado em contato com a FBAJ, através de uma conta de e-mail, com o intuito de receber mais informações acerca do manual de abertura. A resposta do e-mail foi encaminhada pela executiva de operações Danielle Ioannou, diretamente da sede da HI, localizada em Hertfordshire, Nações Unidas. Ioannou sugeriu que fosse entrado em contato diretamente com a associação nacional do Brasil, visto que poderiam auxiliar com maior facilidade. O e-mail para a rede Brasileira foi encaminhado e aguarda-se retorno.

De acordo com uma pesquisa realizada pelo Booking, o maior site de acomodações do mundo, existe uma crescente preocupação dos turistas com relação à sustentabilidade no momento em que planejam uma viagem.

Este será o ano das viagens cada vez mais conscientes, nas quais os viajantes irão questionar ainda mais as questões sociais, políticas e ambientais dos possíveis destinos antes de decidir pra onde ir. De acordo com o levantamento do Booking, 62% dos viajantes brasileiros sentem que as questões sociais nos possíveis destinos são um fator importante ao definir a viagem e 66% preferem não visitar um lugar caso acreditem que isso impactará negativamente os moradores do local. Somos a sexta nacionalidade mais preocupada com questões sociais, atrás de países como México, China e Indonésia. (VEJAABRIL, 2019)

3.2 Turismo sustentável

É importante ressaltar que o turismo sustentável trata, não só questões de preservação do meio ambiente, como aspectos culturais ou aspectos relacionados à integridade das comunidades visitadas.

A Organização Mundial do Turismo (OMT) define o turismo sustentável como “o turismo que considera plenamente seus atuais e futuros impactos econômicos, sociais e ambientais, abordando as necessidades dos visitantes, da indústria, do meio ambiente e das comunidades locais” (Viajar Verde, 2019). A OMT publicou, em 1999, O Código Mundial de Ética para o Turismo, reafirmando o turismo como fator de desenvolvimento sustentável e de aproveitamento e enriquecimento do patrimônio cultural da humanidade. Dez princípios foram propostos e elaborados em artigos, abrangendo componentes econômicos, sociais, culturais e ambientais de viagens e turismo. O artigo três, em específico, aborda a questão do turismo como fator de desenvolvimento sustentável e aponta cinco aspectos a serem considerados; destacando, entre outras questões, que “todas as partes interessadas no desenvolvimento do turismo devem proteger o meio ambiente natural”.

O Ministério do Turismo (2009), por outro lado, define o turismo sustentável como a atividade que “satisfaz as necessidades dos visitantes e as necessidades socioeconômicas das regiões receptoras, enquanto os aspectos culturais, a integridade dos ambientes naturais e a diversidade biológica são mantidas para o futuro”. O MTur correlaciona turismo e sustentabilidade em quatro princípios: sustentabilidade ambiental, sustentabilidade sociocultural, sustentabilidade econômica e sustentabilidade político-institucional; onde o primeiro engloba o uso racional da água, a eficiência energética, gestão de resíduos sólidos e redução de

desperdícios; o segundo, o respeito à diversidade, incentivo à cultura local, acessibilidade, proteção à infância, entre outros; o terceiro, incentivo à utilização de produtos e mão de obra locais, adoção de políticas inclusivas, entre outros; e o quarto, a criação de programas e metas de sustentabilidade voltados ao incentivo de funcionários e colaboradores, entre outros.

A Hostelling International (HI) (2019) ressalta que o turismo nunca será completamente sustentável, visto que toda indústria apresenta impactos, porém, muito pode ser feito a fim de torná-las o mais sustentável possível. A HI e seus membros associados reconhecem os efeitos do desenvolvimento sustentável de suas organizações na sociedade, na ecologia e na economia e têm como objetivo: demonstrar uma gestão eficaz e sustentável; maximizar os benefícios sociais e econômicos para a comunidade local e minimizar os impactos negativos; maximizar os benefícios ao patrimônio cultural e minimizar os impactos negativos; maximizar os benefícios para o meio ambiente e minimizar os impactos negativos; promover a conservação da biodiversidade, ecossistemas e paisagens (Hostelling International, 2019). Para isso, adotam como estratégia a abordagem em três áreas: econômica, ecológica e social (Figura 30).

Figura 30 – Estratégia Sustentável HI



Fonte: Hostelling International, 2019.

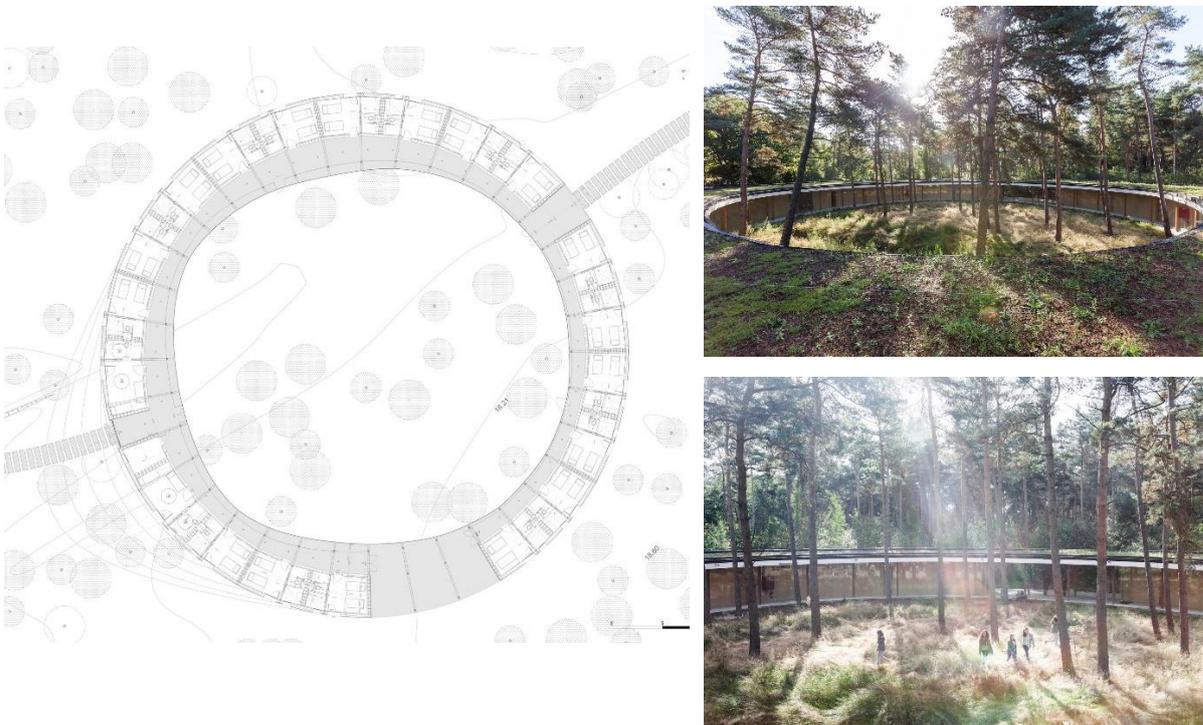
Os principais fatores de impactos ambientais nos serviços de hotelaria consistem no consumo de energia elétrica, consumo de água e produção de lixo. No Brasil e no mundo, empreendimentos de diversas áreas têm se preocupado com esses impactos e adotado ações, investimentos e aplicado medidas de modo a reduzi-

los. As práticas sustentáveis têm sido adotadas, exponencialmente, entre empresas ligadas ao turismo. O termo *eco-friendly* surge na intenção de rotular esses empreendimentos que tem o comprometimento de preservar recursos naturais, investir em reciclagem, energias renováveis e reflorestamento.

3.2.1 Hostels eco-friendly

- Wadi Hostel

Figura 31 – Wadi Hostel.



Fonte: Archdaily, 2015.

Construído em uma floresta de 300 hectares em antiga base militar na reserva De Hoge Rielen, na Bélgica, o hostel Wadi (Figura 31), com projeto do escritório de arquitetura italiano Studio Bernardo Secchi & Paola Viganò, foi concluído em 2013 e é utilizado para educação cívica e ecológica. A estrutura do edifício tem formato circular, usa a madeira como material principal e preserva, através da adoção de um jardim de inverno, parte da floresta de pinus encontrada na área antes de sua construção (Figura).

O espaço reflete o desejo de uma experiência de grupo (*Como viver junto* por Roland Barthes) simultaneamente fazendo alusão à impossibilidade de reproduzir estas qualidades em nossa sociedade culturalmente diversa, ao mesmo tempo que sugere uma apropriação informal. (ARCHDAILY, 2015).

O hostel tem capacidade para 76 pessoas, onde os quartos dividem-se – em diferentes layouts – em 18 quartos com capacidade máxima de 4 pessoas e 2 quartos com capacidade máxima de 2 pessoas – os quais são adaptados para pessoas com deficiências. Cada quarto (Figura 32) tem um banheiro individual e, ainda sobre as instalações, não há cozinha disponível; a área de alimentação é provida pelo restaurante situado na reserva, à 150 metros do hostel (De Hoge Rielen, 2019).

Figura 32 – Quarto do hostel.



Fonte: De Hoge Rielen, 2019.

A edificação – não associada ao Hostelling International – possui o rótulo ecológico Green Key, garantindo comprometimento com a sustentabilidade, onde pode ser observada desde o projeto do hostel à práticas sustentáveis adotadas (Figura 33 e 34). Além de obter sistema de infiltração de água da chuva, observa-se que:

O jardim de inverno acumula calor no inverno. A cobertura estendida cria beirais para os espaços comuns. A cobertura verde ajuda a manter o calor no inverno e permite que os ambientes fiquem frescos também no verão. A inclinação da cobertura está para o lado de dentro do círculo, em direção ao jardim de inverno, como um antigo *impluvium* clássico. (ARCHDAILY, 2015).

Figura 33 – Fachada

Figura 34 – Jardim de inverno



- Eco Lodge Pakowhai

Figura 35 - Eco Lodge Pakowhai.



Fonte: Hostel World, 2019.

Situado em Hastings, Nova Zelândia, o Eco Lodge Pakowhai (Figura 35) é uma propriedade familiar que busca amenizar, ao máximo, seu impacto ambiental. Desde 1800, o terreno é utilizado para plantação de frutas e verduras para uso próprio da família; atualmente, com a mudança de uso e implementação de um hostel, a plantação estende-se para o uso dos hóspedes. Os hóspedes podem escolher entre dormitórios compartilhados ou particulares, cabines externas (Figura 36) ou caravanas. O programa inclui banheiros compartilhados, cozinha e áreas internas e externas de convivência.

Figura 36 – Cabines externas.



Fonte: Hostel World, 2019.

O hostel é conhecido por seu comprometimento com a sustentabilidade. A água da chuva é coletada e armazenada em tanques, depois utilizada em banheiros e para a rega do jardim. A eletricidade é obtida e armazenada através de um painel solar. As edificações são isoladas com vidros duplos, minimizando o desperdício de energia e, ainda com intuito de minimizar o uso de energia, optou-se pela utilização de uma combinação de iluminação fluorescente e LED compacta, com sensor de luz. A compostagem de resíduos de cozinha, papel, papelão e resíduos de jardins permite que o albergue produza composto orgânico para suas plantações e empenha-se, do mesmo modo, na coleta e reciclagem de todos os resíduos de vidro, plástico e metal (Eco Lodge Pakowhai, 2018).

- Apollo Bay Eco YHA

Figura 37 - Apollo Bay Eco YHA.



Fonte: VisitVictoria, 2019.

O Apollo Bay Eco YHA (Figura 37) é um albergue, situado na Austrália, associado à Hostelling International. Apesar da dificuldade para encontrar fontes que disponibilizassem o nome do escritório de arquitetura responsável pelo projeto, deve-se mencionar que foi projetado por um. No hostel, há uma variedade de layouts de quartos, incluindo quartos compartilhados (Figura 39) – femininos, masculinos e mistos –, duplos ou familiares. Possui dois salões de convivência, um deck na cobertura com vista para o oceano e varandas. Compreende, ainda, uma sala de TV e uma área para livros. É equipado com duas cozinhas (Figura 38) e disponibiliza, para uso dos hóspedes, ervas cultivadas organicamente no jardim.

Figura 38 – Cozinha compartilhada



Fonte: VisitVictoria, 2019.

Figura 39 – Quarto compartilhado.



Fonte: VisitVictoria, 2019.

Dentre suas iniciativas sustentáveis, pode ser citado que para a redução de energia e gás de efeito estufa, adotou-se um sistema de energia solar passiva com bancos de armazenamento térmico em todo o edifício. A água quente é fornecida por aquecimento solar. A iluminação utilizada dentro do albergue é de baixa energia, com iluminação ativada por sensor em áreas comuns. A exaustão do banheiro é ligada à iluminação. Medidas de economia de água incluem um tanque de água da chuva utilizado para regar jardins; torneiras e chuveiros de 5 estrelas com classificação WELS são utilizados; sanitários com descarga dupla e mictório sem água. Para minimização de resíduos, o hostel conta com estações de reciclagem em cozinhas, áreas comuns e áreas de escritório; reciclagem de latas de papel, papelão, vidro, plástico, alumínio e aço, baterias, roupas e cartuchos de impressora; todo lixo orgânico da cozinha é coletado e compostado através de fazendas de vermes; uso de produtos de limpeza ecológicos (Hostel World, 2019).

4 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIA BIOMIMÉTICA: OTIMIZAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM HOSTEL

4.1 Etapas pré projetuais

A seguir serão apresentadas a análise da área escolhida para implantação do anteprojeto do hostel e as características relevantes para o seu desenvolvimento. Foi abordado um breve histórico sobre o bairro, sua localização em relação à cidade do Recife, estudos de aspectos físico-ambientais do terreno, acessos, assim como a legislação vigente.

4.1.1 Localização e caracterização do bairro

A cidade do Recife é dividida em 06 Regiões Político Administrativas (RPAs), as quais são divididas em microrregiões. O Bairro de Santo Amaro, onde encontra-se o terreno escolhido para a implantação do anteprojeto, faz parte da RPA 1, na microrregião 1.1 (Prefeitura do Recife, 2019). O bairro, localizado em uma região central do Recife, tem população de 27 939 habitantes, dos quais a maioria encontra-se na faixa etária de 25 a 29 anos e possui taxa de alfabetização da população com 10 anos ou mais de 90,5% (Fundaj, 2017).

Figura 40: Mapa com a Região Política Administrativa 1 – RPA1 destacada.



Fonte: Prefeitura do Recife, 2019.

A história do bairro tem seu início no fim da colonização holandesa. No dia de Santo Amaro, em 15 de janeiro de 1654, o Forte das Salinas, até então em posse dos holandeses, foi tomado pelos pernambucanos. Em 1681, após a expulsão dos holandeses, o Major Luís do Rego Barros resolveu construir, sobre as ruínas do forte, uma capela sob a invocação de Santo Amaro (Fundaj, 2017).

Dentre os principais pontos do bairro, podem-se citar: o mercado de Santo Amaro, a praça General Abreu e Lima e seu mural às revoluções pernambucanas, o palácio Frei Caneca, a igreja de Santo Amaro das Salinas, o parque 13 de Maio, a antiga fábrica tacaruna, o cemitério de Santo Amaro e o cemitério dos Ingleses. Contudo, outras edificações são, também, consideradas de importância:

A Santa Casa de Misericórdia; Hospital do Câncer; Instituto de Medicina Legal do Recife (IML); As sedes da TV Jornal, TV Clube, TV Universitária, RedeTV! Recife e TV Globo Nordeste; o Shopping Center Tacaruna; o Palácio dos Despachos, do Governo de Pernambuco; as sedes recifenses do SENAC e do SENAI; o Hospital Universitário Oswaldo Cruz; a Faculdade de Ciências Médicas de Pernambuco; a Biblioteca Pública do Estado de Pernambuco; a Faculdade de Direito do Recife; Palácio do Rádio, estúdio da Rádio Clube de Pernambuco; a Universidade Católica de Pernambuco; a Assembleia Legislativa de Pernambuco; a Câmara de Vereadores e, finalmente, o Ginásio Pernambucano. (Fundaj, 2017).

O bairro conta com importantes vias principais: parte da Avenida Norte, parte da Avenida Cruz Cabugá, parte da Avenida Agamenon Magalhães e parte da Rua da Aurora; nessa última, encontra-se o acesso principal do anteprojeto proposto.

4.1.2 O terreno e seu entorno

O terreno escolhido para a implantação da proposta (Figura 41) tem dois acessos, sendo um através da Rua da Aurora e outro através da Rua Capitão Lima. É constituído por uma área total de 1970,00 m² e dispõe de uma extensa área de solo natural, composta por árvores frondosas de grande porte e vegetação rasteira.

Figura 41 – Localização do terreno.



Fonte: Google Maps, 2019 – modificado pela autora.

Em frente à fachada do terreno escolhido para a implantação da proposta, com acesso pela Rua da Aurora, encontra-se um amplo estacionamento, a praça dos ciclistas e o Skate Park Aurora; já pelo acesso através da Rua Capitão Lima, encontra-se a sede da rede Globo. Os gabaritos dos terrenos do entorno são variados, assim como os recuos; sendo as edificações mais recentes, com gabaritos e recuos maiores, enquanto as edificações mais antigas com gabaritos menores e ausência de recuos.

Como pode ser observado no apêndice A, os usos dos terrenos do entorno são, da mesma forma, variados; podendo, contudo, observar-se um número maior de habitações formais e de terrenos caracterizados como Zonas Especiais de Preservação do Patrimônio Histórico-Cultural, no Setor de Preservação Ambiental (ZEPH-SPA).

Como etapa pré projetual, é necessária a realização de uma análise dos condicionantes climáticos ao qual o terreno escolhido está submetido, a fim de identificar elementos naturais mais relevantes. Com auxílio do programa SOL-AR, foi realizado o estudo da insolação e dos ventos predominantes.

Segundo o estudo realizado, constatou-se maior incidência de ventos na área Nordeste (NE) por 03 meses ao ano e dos ventos Sudeste (SE) por 09 meses ao ano. De acordo com o gráfico de estudo de ventos do terreno (Figura), considerando-se os ventos predominantes (NE e SE), nota-se que a primavera e o inverno são as épocas do ano em que os ventos estão mais fortes.

4.1.3 Legislação

O terreno escolhido está inserido na Zona Especial de Centro Principal (ZECP), no Setor de Preservação da Morfologia (SPM), conforme a Lei nº 17.489/2008. O Plano Diretor, Lei nº 17.511/2008, classifica esta área como Zona Especial de Dinamização Econômica Centro Principal (ZEDE CP) e determina que deverão ser adotados para a ZEDE Centro Principal os parâmetros definidos na Lei nº 16.176/96 e suas posteriores alterações, neste caso, a Lei nº 17.489/2008.

Para o Setor de Preservação da Morfologia, a lei estabelece a Taxa de Solo Natural (20%) e o Coeficiente de Utilização (4). O SPM é caracterizado, pela Lei de nº 16.176/1996 (modificado pela Lei nº 17.489/2008), como uma “área de morfologia peculiar e consolidada em relação ao entorno, devendo os projetos arquitetônicos, urbanísticos e de parcelamento serem objeto de análise especial”. Essa análise diz respeito à restauração, manutenção do imóvel e/ou sua compatibilização com a feição integrante do entorno, cabendo à Comissão de Controle Urbanístico (CCU) a análise e o parecer final do processo.

Ainda sobre os parâmetros urbanísticos aplicáveis, são os requisitos especiais:

a) As edificações com até 2 (dois) pavimentos poderão colar em 2 (duas) das divisas laterais e/ou de fundos, obedecendo às seguintes condições:

I - Quando colar em 2 (duas) divisas laterais, deverão manter um afastamento mínimo de 3 (três) metros da divisa de fundos.

II - Quando colar em uma divisa lateral e uma divisa de fundos, deverão manter um afastamento mínimo de 1,50m (um metro e meio) da outra divisa lateral.

III - A altura total das edificações coladas nas divisas laterais e/ou de fundos não poderá exceder a cota de 7,50m (sete metros e cinquenta centímetros), cota esta medida a partir do nível do meio fio.

- i) Análise especial quanto aos afastamentos e às condições internas das edificações para cada caso a critério do órgão técnico competente, objetivando a restauração, manutenção do imóvel e/ou sua compatibilização com a feição integrante do entorno. Caberá a Comissão de Controle Urbanístico - CCU, instituída pela Lei 16.176/96, a análise e parecer final do processo. (Redação acrescida pela Lei nº [17.489/2008](#))
- j) Possibilidade de relativização, em sede de análise especial pelo órgão técnico competente, da Taxa de Solo Natural, de forma a possibilitar a adequada utilização do imóvel sem perda da permeabilidade do solo. (Redação acrescida pela Lei nº [17.489/2008](#)).

4.2 Programa de necessidades e dimensionamento

Para melhor organização no processo projetual, foi necessário estabelecer o programa de ambientes no qual o hostel e o café se basearam, levando em consideração as necessidades básicas de cada um. Após a etapa de estabelecimento dos ambientes necessários para um hostel (Tabela 4) e um café (Tabela 5), foi preciso desenvolver o pré-dimensionamento, o qual abrange o programa com a previsão da metragem necessária para atender o número de hóspedes, funcionários e clientes planejados. Os quadros apresentados a seguir são correspondentes ao dimensionamento final.

TABELA 4 – Dimensionamento Hostel

HOSTEL		QTDE.	ÁREA ÚTIL (M²)
1.	RECEPÇÃO	01	42,25
2.	WC	04	24,40
3.	ADMINISTRAÇÃO	01	8,00
4.	APOIO FUNCIONÁRIOS	01	10,50

5.	DEPÓSITOS	05	18,00
6.	GERADOR	01	11,00
7.	LIXO	01	6,00
8.	ESCADA	01	63,50
9.	ELEVADORES	02	55,00
10.	SUÍTE CASAL	02	28,00
11.	DORMITÓRIO INDIVIDUAL	02	21,40
12.	DORMITÓRIO 4 PESSOAS	02	24,42
13.	DORMITÓRIO 8 PESSOAS	02	47,00
14.	BWC FEMININO	02	40,70
15.	BWC MASCULINO	02	40,70
17.	REFEITÓRIO	03	100,00
17.	COZINHA	04	50,00
18.	SALA DE TV	01	25,00
19.	SALA DE JOGOS	01	25,00
20.	ÁREA DE CONVIVÊNCIA - PISCINA	01	15,00
21.	CIRCULAÇÃO	-	150,00
ÁREA TOTAL			805,87

Fonte: Autora, 2019.

TABELA 5 – Dimensionamento Café.

CAFÉ		QTDE.	ÁREA ÚTIL (M ²)
1.	GARAGEM	01	16,50
2.	LIXO	01	1,50
3.	BWC FUNCIONÁRIOS	01	7,00

4.	ADMINISTRAÇÃO	01	9,70
5.	APOIO FUNCIONÁRIOS	01	8,50
6.	DEPÓSITO	01	1,90
7.	DESPENSA	01	1,90
8.	COZINHA	01	10,70
9.	ÁREA DE AUTO-ATENDIMENTO	01	7,40
10.	ELEVADORES	02	20,00
11.	ESCADA	01	26,00
12.	WCs	04	18,00
13.	ÁREA MESAS	02	78,00
14.	ÁREA EXPOSIÇÃO DE ARTE/ARTESANATO	01	240,00
15.	CIRCULAÇÃO	-	125,00
ÁREA TOTAL			572,10

Fonte: Autora, 2019.

4.3 Memorial Justificativo

O partido arquitetônico adotado na idealização do projeto foi baseado segundo os princípios da biomimética, especificamente, em uma abordagem biomimética previamente discutida (página 34), a qual tem como finalidade a otimização do conforto térmico através da ventilação passiva inspirada nos cupinzeiros africanos.

A abordagem de ventilação passiva foi aplicada a partir do primeiro pavimento do projeto proposto. Optou-se por essa escolha para que fosse possível manter as edificações à nível do solo, evitando a utilização de rampas, visto que essas descaracterizariam as fachadas, destoando-as das fachadas do seu entorno. Mantendo o foco na otimização do conforto térmico nos quartos do hostel, torres centrais de ar foram implementadas no projeto; entre a cobertura do pavimento térreo e o piso do 1º pavimento, projetou-se uma elevação de 0,80 centímetros, onde

acontecerá a passagem dos tubos de ar dos exaustores instalados nas fachadas para as torres centrais que, por sua vez, estão conectadas às saídas de ar em pontos estratégicos, distribuídas nas edificações.

Ainda no âmbito da sustentabilidade, foi idealizada a utilização do teto jardim, com extensa vegetação, como forma de prover vantagens para as edificações, assim como para seu entorno, propiciando a diminuição da poluição e das ilhas de calor. Assim como a natureza faria, o projeto preocupou-se em manter o maior número possível das árvores de grande porte existentes no terreno antes da intervenção; desse modo, o agenciamento foi concebido de forma a dar espaço à oito árvores frondosas.

O hostel foi implantado na fachada da Rua da Aurora, aproveitando não só a ventilação e a iluminação natural, quanto a vista para o rio. O café foi implantado na fachada da Rua Capitão Lima, onde há muito movimento durante o dia, tornando a área interessante para o uso proposto – tanto para a área do café, quanto para a área de exposição de arte e artesanato. O terreno foi escolhido, em parte, por sua localização central na cidade do Recife – fator determinante na escolha de hostels por seus usuários; e em parte, por sua proximidade à empresariais e instituições de ensino, fatores interessantes no âmbito de atração de público para o café. O agenciamento integra o hostel ao café – abordando a privacidade do hostel de forma discreta – criando, em determinados momentos, áreas de convivência e contemplação.

4.3 Apresentação gráfica

Apêndice B – Planta Baixa de Coberta

Apêndice C – Planta Baixa Pavimento Térreo

Apêndice D – Planta Baixa Primeiro Pavimento

Apêndice E – Planta Baixa Segundo Pavimento

Apêndice F – Cortes AA / BB / CC

Apêndice G – Fachadas

Apêndice H – Perspectivas

Apêndice I – Corte Esquemático

5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo geral a aplicação de uma estratégia da biomimética para otimização do conforto térmico em um projeto arquitetônico, na cidade do Recife-PE. Adotou-se como questão norteadora: como a biomimética pode otimizar o conforto térmico de uma edificação em clima quente?

Partiu-se da hipótese de que existem abordagens disponíveis no estudo da biomimética com o intuito de obter conforto térmico de forma sustentável e inovadora. Através da análise dos exemplares da arquitetura biomimética em climas quentes, assim como dos conceitos e estratégias expostos por autores da área de estudo, foi possível entender o funcionamento das abordagens adotadas em cada projeto e, assim, escolher a mais adequada para servir de inspiração para o projeto proposto nessa pesquisa: a ventilação passiva inspirada nos cupinzeiros africanos, seguindo o modelo já utilizado no edifício Eastgate Building, em Zimbabué, projetado por Mick Pearce.

Como apoio teórico foram adotados os conceitos da biomimética, com embasamento em autores como Janine Benyus, Petra Gruber e Pedersen Zari. O método de abordagem adotado para o desenvolvimento do trabalho foi o hipotético-dedutivo de Bunge (1980); o método de procedimento foi o monográfico; e o tipo da pesquisa foi exploratória. As técnicas de pesquisa seguidas foram: bibliográfica, em fontes como livros, sites e artigos e pesquisa documental.

Constatou-se que, não só existem abordagens disponíveis no estudo da biomimética com o intuito de obter conforto térmico de forma sustentável e inovadora, como que essas abordagens são – além de econômicas em uso de matéria prima – econômicas no âmbito financeiro.

Referências

ABAEIAN, H; BAHRAMIAN, A; MADANI, R. Ecosystem Biomimicry: A way to achieve thermal comfort in architecture. 2016.

AMIN, Farah Al; TALEB, Hanan. BIOMIMICRY APPROACH TO ACHIEVING THERMAL COMFORT IN A HOT CLIMATE. 2016.

ASLAM, Aasiya. Investigating the Energy Efficiency of Biomimetic Facades based on Penguin Feathers for attaining Thermal Comfort in Interiors. 2012.

BANNISTER, Paul. [Foto da fachada de um edifício inspirado em um cupinzeiro]. 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Paul_Bannister3/publication/281092292/figure/fig1/AS:284554632941576@1444854519688/CH2-west-facing-facade-from.png> Acesso em: julho de 2019

BARON, Lucie. THERMAL BIOMIMICRY IN ARCHITECTURE, reflexions on a thermal newly emerging process. (Figuras 5 e 6). 2016.

BENYUS, Janine M. BIOMIMETICA: inovação inspirada pela natureza. 10ª ed. São Paulo, Cultrix. 2016.

BIOMIMICRY INSTITUTE. Disponível em: <<https://biomimicry.org/history/>> Acesso em: agosto de 2019.

CH2. Architectureau. Disponível em: <<https://architectureau.com/articles/ch2/>> Acesso em: junho de 2019.

Como o hobby de um engenheiro japonês solucionou um grande problema no trem-bala. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-42193691>> Acessado em: 28 de julho de 2019.

Cupinzeiro na República Democrática do Congo; estruturas podem chegar a 10 metros de altura]. 2016. Disponível em: <https://ichef.bbci.co.uk/news/ws/736/amz/worldservice/live/assets/images/2016/01/13/160113174120_cupim2_640x360_npl_nocredit.jpg> Acesso em: junho de 2019.

DOSHI, Sam. [Foto comparativa de um trem-bala e um Martim-pescador]. s/d. Disponível em: < <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/12821-5-tecnologias-inspiradas-pela-natureza.htm#ixzz1dzLgMgvc> > Acesso em: maio de 2019

[Fachada do Votu Hotel.] 2018. Disponível em: <https://arcowebarquivos-us.s3.amazonaws.com/imagens/60/28/arq_86028.jpg> Acesso em: julho de 2019.

[Ilustração da estrutura do Velcro]. s/d. Disponível em: <https://http2.mlstatic.com/cierre-magico-velcro-50mm-x-25-metros-x-rollo-D_NQ_NP_926346-MLV32035181515_092019-F.webp> Acesso em: setembro de 2019.

[Ilustração de um carrapicho segurado pela ponta dos dedos]. 2015. Disponível em: <<http://www.alessandrafarias.com.br/wp-content/uploads/2017/02/carrapicho.jpg>> Acesso em: junho de 2019.

[Ilustração de uma gaivota encima de uma placa de gelo]. 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/120695/%20ragonha_fc_tcc_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: junho de 2019.

[Ilustração do Diagrama de pensamento da biomimética]. 2018. Disponível em: <<https://biomimicry.net/>> Acesso em: maio de 2019.

[Ilustração do detalhe do Terminal de Waterloo]. 2011. Disponível em: <https://inspiration.detail.de/_uploads/5/8/b/58b58754ed224/4b5d79c97dada4987f9f71689a99e198be83ad77.jpg> Acesso em: junho de 2019.

[Ilustração de um pangolim para mostrar suas escamas]. 2019. Disponível em: <<https://aprenda.bio.br/wp-content/uploads/2019/02/O-que-%C3%A9-Pangolim-curiosidades-sobre-os-pangolins.jpg>> Acesso em: maio de 2019.

DesignLens: Biomimicry Thinking. Disponível em: <<https://biomimicry.net/the-buzz/resources/designlens-biomimicry-thinking/>> Acesso em: julho de 2019.

[Eco Lodge Pakowhai – espaço externo]. s/d. Disponível em: <<http://u.hwstatic.com/propertyimages/5/56768/1.jpg>> Acesso em: abril de 2019.

ELSHARKAWY, Arch Nour Ezzat. BIOMIMETIC ARCHITECTURE. University of Alexandria. Faculty of Engineering. Department of Architecture. 2010/2011. Disponível em: <<http://biomimicryarch.blogspot.com/2011/05/biomimicry.html>> Acesso em: agosto de 2019.

Envisioning District Sustainability. Disponível em: <<http://mithun.com/project/lloyd-crossing-sustainable-urban-design-plan/>> Acesso em: abril de 2019.

[Esquema de funcionamento das saídas de ar]. s/d. Disponível em: <<http://www.mickpearce.com/assets/images/eastgate5-1400x685-40.jpg>> Acesso em: julho de 2019.

[Esquema de funcionamento da ventilação das suítes.] s/d. Disponível em: <<http://www.gcp.arq.br/projetos/votu-hotel/#>> Acesso em: agosto de 2019.

[Esquema de funcionamento das tocas do cão da pradaria.] s/d. Disponível em: <<http://www.gcp.arq.br/projetos/votu-hotel/#>> Acesso em: agosto de 2019.

[Esquema descoberto do interior do cupinzeiro e suas estruturas.] 2015. Disponível em: < https://i1.wp.com/www.raciociniocristao.com.br/wp-content/uploads/2015/05/termitemound_cross-copy.jpg?w=537&ssl=1> Acesso em: maio de 2019.

[Foto do Castelo de Altena. s/d. Disponível em: <https://res.cloudinary.com/brazil/image/upload/v1529000319/Altena_HI_www.young-germany.de_dzxka_f.png> Acesso em: julho de 2019.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Disponível em: <<https://www.footprintnetwork.org/our-work/earth-overshoot-day/>> Acesso em: julho de 2019.
[Google Maps – modificado pela autora]. 2019.

História da Marca VELCRO® e George de Mestral. Disponível em: < <https://www.velcro.com.br/quem-somos/historia/>> Acesso em 12 de março de 2019.>Acesso em: maio de 2019.

[Hostel Wadi, conjunto de imagens.] 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/768595/hostel-wadi-studio-bernardo-secchi-and-paola-vigano>> Acesso em: setembro 2019.

[Masterplan da Ilha de Zira.] s/d. Disponível em: <http://www.ziraisland.com/downloads/Mipim_brochure.pdf> Acesso em agosto de 2019.

BIOMIMICRY TOOLBOX: Introduction (tradução do autor). Disponível em: <<http://toolbox.biomimicry.org/introduction/>> Acesso em abril 2019.

O arquiteto da vida: Biomimética – o design e arquitetura complexa dos cupinzeiros inspiram construções sustentáveis. Figura: 18. Disponível em: <<https://www.raciociniocristao.com.br/2015/05/biomimetica-o-design-e-arquitetura-complexa-dos-cupinzeiros/>> Acesso em: março de 2019.

[Preenchimento de um cupinzeiro para visualizar suas estruturas]. 2015. Disponível em: <https://i1.wp.com/www.raciociniocristao.com.br/wp-content/uploads/2015/05/070528_3_termites_2.jpg?w=479&ssl=1> Acesso em: maio de 2019.

RAGONHA, Felipe C. OS SEGREDOS QUE A NATUREZA ENCERRA: conceitos e modelos da física para investigar questões do mundo animal. 2012. 50f. Monografia (Licenciatura em Física). Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, São Paulo, 2012 Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/120695/ragonha_fc_tcc_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: junho de 2019.

Study of beehive and its potential biomimicry application on capsule hotels in tokyo, japan. Autores: Despoina Fragkou, Dr Vicki Stevenson. 2012.

ZARI, Maibritt Pedersen. BIOMIMETIC APPROACHES TO ARCHITECTURAL DESIGN FOR INCREASED SUSTAINABILITY. Disponível em: <<http://www.cmnzl.co.nz/assets/sm/2256/61/033-PEDERSENZARI.pdf>> Acesso em: maio de 2019