



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN
CURSO DE GRADUAÇÃO EM DESIGN

ISABELE MARIA DA ROCHA FARIAS

**DESIGN E BIOMIMÉTICA: PROJETO DE COLETOR
DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA PRAIAS**

FORTALEZA
2023

ISABELE MARIA DA ROCHA FARIAS

DESIGN E BIOMIMÉTICA: PROJETO DE COLETOR
DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA PRAIAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Design do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Graduação em Design.

Orientador: Prof. Dr. Emilio Augusto
Gomes de Oliveira

FORTALEZA

2023

ISABELE MARIA DA ROCHA FARIAS

DESIGN E BIOMIMÉTICA: PROJETO DE COLETOR
DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA PRAIAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Design do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Graduação em Design.

Orientador: Prof. Dr. Emilio Augusto Gomes de Oliveira

Aprovada em 12/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Emilio Augusto Gomes de Oliveira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Me. Lia Alcântara Rodrigues
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Me. Lya Brasil Calvet
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Rebeca Wermont Ribeiro Uchoa
Yby Eventos Sustentáveis | Instituto Lixo Zero

RESUMO

Os resíduos plásticos estão apontados pela Organização das Nações Unidas (ONU) como parte dos maiores problemas ambientais da atualidade, são produzidas aproximadamente 8,3 bilhões de toneladas de plástico no mundo, dos quais apenas 9% são reciclados. O presente estudo tem como foco de pesquisa as consequências causadas pelo descarte incorreto dessa produção de plásticos nas áreas costeiras brasileiras. Estima-se que 85% dos resíduos sólidos descartados nos oceanos sejam plásticos, podendo triplicar até 2040. Além dos impactos nos ecossistemas, a poluição plástica afeta negativamente o turismo e a economia local das praias. Nesse contexto, grupos de ativismo e sustentabilidade ambiental têm se mobilizado para reduzir a quantidade de resíduos sólidos nas praias com o objetivo de impedir que esses resíduos cheguem ao mar, onde podem causar danos à fauna e à flora costeiras, e também com o objetivo de aumentar a propensão turística local. Entretanto, esses grupos enfrentam grandes desafios em suas atividades, sendo um deles a falta de ferramentas adequadas para a limpeza. O presente projeto tem como principal objetivo desenvolver uma ferramenta auxiliar de coleta para grupos de limpeza de praias, utilizando o Design e a Biomimética como abordagens para solucionar os desafios enfrentados pelos voluntários. Essa iniciativa busca proporcionar maior praticidade e segurança durante a coleta, utilizando materiais e processos naturais, contribuindo para a conservação ambiental e a promoção do Desenvolvimento Sustentável.

Palavras-chave: design; biomimética; sustentabilidade; bolsa; regionalidade; artesanato; praia; limpeza; palha; croá; caroá; ceará.

ABSTRACT

Plastic waste is identified by the United Nations (UN) as one of the major environmental issues today, with approximately 8.3 billion tons of plastic produced worldwide, of which only 9% is recycled. This study focuses on the consequences of improper disposal of plastic waste in Brazilian coastal areas. It is estimated that 85% of solid waste discarded in the oceans is plastic, with the potential to triple by 2040. In addition to the impacts on ecosystems, plastic pollution negatively affects tourism and the local economy of beaches. In this context, environmental activism and sustainability groups have been mobilizing to reduce the amount of solid waste on beaches, aiming to prevent it from reaching the sea, where it can harm coastal fauna, flora, and also aiming to help local tourism. However, these groups face significant challenges in their activities, including the lack of appropriate tools for cleaning. The main objective of this project is to develop an auxiliary collection tool for coastal cleaning groups, using Design and Biomimicry as approaches to address the challenges faced by volunteers. This initiative aims to provide greater usability and safety during collection, utilizing natural materials and processes, contributing to environmental conservation and the promotion of Sustainable Development.

Keywords: design; biomimicry; sustainability; bag; regionality; handicraft; beach; coastal; cleanup; straw; croá; caroá; ceará.

SUMÁRIO

	SUMÁRIO	6
1	INTRODUÇÃO	8
2	PROBLEMA	11
3	OBJETIVOS	12
3.1	Objetivo Geral	12
3.2	Objetivos Específicos	12
4	JUSTIFICATIVA	13
5	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
5.1	Sustentabilidade	14
5.1.1	Resíduos Sólidos Plásticos nas praias	16
5.2	Design sustentável	20
5.2.1	Biomimética	21
6	METODOLOGIA	24
6.1	A metodologia de design	24
6.2	O método biomimético	26
6.3	Problematização	34
6.4	Análises	39
6.5	Projetação	45
6.5.1	Geração de ideias	45
6.5.2	Protótipos	48
6.5.3	Testes com Usuários	54
6.5.4	Detalhamento Técnico	56
6.5.4.2	Acabamento de materiais e processo de fabricação	56
6.5.5	Estratégias de Marketing	59
6.5.5.1	Parcerias-Chave	59
6.5.5.2	Atividades-Chave	59
6.5.5.3	Recursos-Chave	60
6.5.5.4	Proposta de Valor	60
6.5.5.5	Relacionamento com Clientes	61
6.5.5.6	Canais de Distribuição	61

6.5.5.7	Público-Alvo e Segmentação de Mercado	61
6.5.5.8	Custos Estruturais	62
6.5.5.9	Fluxos de Receita	62
6.6	Análise Biomimética	64
6.6.1	Visão Sistêmica	64
6.6.2	Restrições de Viabilidade	64
6.6.3	Padrões Unificadores da Natureza	65
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
7.1	Limitações e sugestões para trabalhos futuros	68
	REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos plásticos¹ produzidos hoje estão entre os maiores problemas do século e, sendo assim, um dos motivos para tal é que vivemos em um sistema linear de produção e consumo em um planeta de recursos finitos. Estudos da Organização das Nações Unidas (ONU) apontam que desde sua invenção até os dias atuais, já foram produzidas cerca de 8,3 bilhões de toneladas de plástico no mundo, e, deste montante, 50% foram produzidos nos últimos 13 anos, mas apenas 9% foram reciclados. Vale ressaltar que os resíduos sólidos plásticos podem durar de 20 a 500 anos para se "degradar" no meio ambiente. A pesquisa aponta ainda que cerca de 85% dos resíduos sólidos descartados, que vão parar nos oceanos, são plásticos. Esse volume pode quase triplicar até 2040, ficando entre 23 e 37 milhões de toneladas, o que totaliza cerca de 50 kg de plástico por metro de costa no mundo inteiro (United Nations Environment Programme, 2021).

Especificamente, as praias enfrentam hoje como consequência dessa poluição não apenas problemas ecossistêmicos, como a morte a fauna e flora das zonas litorâneas e marinhas, mas também problemas culturais e socioeconômicos. Cerca de 3 bilhões de pessoas dependem diretamente da biodiversidade marinha e costeira para sua sobrevivência (ONU, 2021). Os turistas que frequentam praias sujas acabam por se frustrar e muitas vezes não voltam mais ao local, o que faz com que os comércios locais, sejam eles barracas, lojas, ou até mesmo vendedores ambulantes, percam clientes e enfrentem um prejuízo econômico. Estima-se que em 2018 em todo o planeta², a poluição plástica causou aos setores diretamente ligados ao oceano, como os setores de pesca, turismo e aquicultura um prejuízo de cerca de U\$6-19 bilhões (UNEP, 2021).

Na tentativa de sanar tais problemas, os pesquisadores da ONU (2015) trouxeram uma lista de 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) na AGENDA 2030, um documento que trata das metas e objetivos que a organização pretende seguir até o fim desta década por uma maior preservação do planeta (ONU, 2015). Um destes objetivos é a Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos

¹ Neste trabalho será utilizado o termo "resíduo sólido" com o sentido de "materiais sólidos com valores econômicos desfavoráveis cujo descarte se torna mais barato que seu uso (PICHTEL, 2005, apud DEUS; BATTISTELLE; SILVA, 2015), diretamente do termo "lixo", que é "todo elemento desprezado no decorrer de um processo e é associado à sujeira" (RIBEIRO; LIMA; 2000).

² Não foram encontrados dados acerca desse prejuízo no Brasil.

mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável, que tem como primeiro tópico de ação "Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes" (ONU, 2015).

Para isso, a ONU conta com a ajuda de grupos voluntários para limpezas em praias ao redor do mundo, como o grupo International Coastal Cleanup (ICC), fundado há mais 35 anos com o objetivo de coletar e catalogar o lixo espalhado pelo litoral, e hoje conta com parcerias com organizações voluntárias e pessoas em todo o mundo. Desde o início, mais de 17 milhões de voluntários coletaram mais de 157 milhões de quilos de lixo (ICC, 2021).

Embora tenham um grande número em tamanho, os grupos como o ICC enfrentam dificuldades no processo de limpeza, como o uso de ferramentas mais adequadas. Devido à falta de financiamentos ou investimentos para compra de ferramentas, o ICC orienta seus voluntários a utilizarem apenas luvas de proteção, sacos plásticos descartáveis, e/ou baldes reutilizáveis para a coleta dos resíduos, o que pode ser um problema, pois além de não oferecerem uma efetiva praticidade na realização da tarefa, ainda contribuem para o aumento de resíduos sólidos no mundo, indo em direção contrária aos propósitos do ODS da ONU (2015).

Neste ponto, o presente trabalho propõe desenvolver uma ferramenta de coleta para esses grupos de limpezas de praia, para que realizem as tarefas com mais conforto e menos riscos à saúde dos voluntários no momento de coleta. Para isso, pretende-se utilizar o Design, uma atividade responsável pelo planejamento, criação e desenvolvimento de produtos e serviços (SEBRAE, 2014), como ponto de partida e caminho a seguir na busca pela solução do problema proposto. Ainda, para utilizar o Design seguindo o viés do desenvolvimento sustentável, o projeto propõe utilizar a Biomimética.

A Biomimética é uma ciência transdisciplinar (GRUBER, 2013) centrada no desenvolvimento sustentável que tem como princípio estudar o modo como a natureza resolve problemas que enfrentamos no dia a dia, como energia, produção de alimentos, e transporte, mas de forma natural em um processo cíclico, sem deixar resíduos no fim do processo e sem utilizar químicos abrasivos. Mehmet Sarikaya (1994) declarou em seu livro *Biomimetics: Design and Processing of Materials*, que acreditava que no século XXI a Biomimética transformaria significativamente a forma pela qual vivemos. A Biomimética apresenta, ainda, três diretrizes para auxiliar no

processo de design, que consistem em utilizar a natureza como modelo, medida e mentora, as quais serão abordadas na fundamentação teórica.

Portanto, a partir destas considerações iniciais foi possível entender inicialmente que o Design e a Biomimética podem vir a auxiliar no desenvolvimento de ferramentas para solucionar parte dos desafios da coleta de resíduos sólidos em praias e assim, reduzir a crise ambiental vivida pela sociedade atual na luta pelo Desenvolvimento Sustentável.

2 PROBLEMA

Busca-se com este estudo responder a seguinte questão norteadora de pesquisa: Como desenvolver um produto, por meio do design e da biomimética, para auxiliar grupos locais de coleta de resíduos sólidos nas faixas de areia costeiras?

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é desenvolver um coletor de resíduos sólidos para ser usado em limpezas de praia, a partir do Design e da Biomimética.

3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste projeto são:

- a) desenvolver pesquisas acerca da poluição nos oceanos;
- b) entender os reais problemas enfrentados por voluntários nas limpezas de praia;
- c) desenvolver o produto com a ajuda do design e de soluções naturais;
- d) fazer experimentações com protótipos no ambiente final; e
- e) avaliar o produto final pelas lentes da biomimética, explicadas no capítulo de Metodologia.

4 JUSTIFICATIVA

O interesse pela temática se deu depois que a pesquisadora participou como voluntária no grupo Amigos da Praia, na Praia da Caponga - Cascavel/CE, formado por moradores locais e nativos que estavam preocupados com o crescimento da poluição e acúmulo de resíduos sólidos deixados por turistas na faixa de areia. Do mesmo modo, discutir sobre biomimética durante a disciplina Design e Natureza, no curso de Design na Universidade Federal do Ceará fortaleceu o interesse pela temática. Espera-se que o presente trabalho sirva futuramente de fonte de referência para trabalhos que venham a seguir tal abordagem, visto que se trata do primeiro trabalho de conclusão de curso em Design da UFC a desenvolver um projeto de produto com a utilização do método biomimético, sobretudo com o auxílio das lentes da biomimética.

Ademais, como relevância socioeconômica e ambiental, o presente trabalho se justifica em propor uma ferramenta para auxiliar na causa ambiental das zonas costeiras locais, no sentido de zelar pela proteção da fauna e flora e manutenção de locais turísticos. Isto posto, por levar em consideração que a poluição nas praias afeta não somente os animais que habitam aquelas áreas, mas também aos moradores da comunidade local, seja diretamente por doenças ou perda de seu local de lazer, seja indiretamente com a diminuição da renda turística.

Por fim, busca-se, com este estudo, responder a seguinte questão norteadora: Como desenvolver um produto por meio da biomimética e do design para auxiliar na coleta de resíduos sólidos na Praia da Caponga?

5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo traz um referencial quanto aos tópicos que baseiam este projeto, iniciando pelo conceito de sustentabilidade, aprofundando-se em resíduos sólidos nas praias, problema ambiental específico, o qual deu origem a este estudo. Também é discutido o Design e como ele pode ajudar no processo de solução do desafio de projeto, em conjunto com a Biomimética, nova ciência que propõe estudar o modo como a natureza vem criando as melhores formas de resolver problemas estratégicos, incluindo os de ordem ambiental. Para tanto, propõe o desenvolvimento pelo viés da sustentabilidade em todos os seus aspectos, desde a problematização, passando pela projeção até as decisões de mercado do produto, como transporte, comercialização e destino final pós-uso.

5.1 Sustentabilidade

A sustentabilidade surgiu como um ideal social, ambiental e econômico no início da década de 70, quando começou a ser discutido em conferências e encontros globais, como a Conferência de Estocolmo, em 1972, um dos primeiros grandes eventos internacionais a tratar do assunto. Na conferência, além da poluição atmosférica que já preocupava a comunidade científica, foram tratadas a poluição da água e a do solo provenientes da industrialização e a pressão do crescimento demográfico sobre os recursos naturais (RIBEIRO, 2001). Também foi criado nesta conferência o United Nations Environmental Programme (UNEP).

Anos mais tarde, no Relatório Brundtland (1987), durante a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), houve a definição de desenvolvimento sustentável como “Satisfação das necessidades do presente sem comprometimento da habilidade das futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades”. Para ambientalistas, o desenvolvimento sustentável pode ser resumido em planejar para o futuro e rejeitar o que ameaça as vidas e o bem estar das gerações futuras.

Atualmente, a humanidade enfrenta alguns problemas que desafiam a sustentabilidade no planeta. Neste sentido, foram citados pela UNEP (United Nations Environmental Programme) doze grandes problemas ambientais de maior preocupação para os pesquisadores, com a seguinte ordem de prioridade: (1)

crescimento demográfico, (2) urbanização acelerada, (3) desmatamento, (4) poluição marinha, (5) poluição do ar e do solo, (6) poluição e eutrofização de águas, (7) perda de diversidade genética, (8) efeitos de grandes obras civis, (9) alteração global do clima, (10) energia, (11) agricultura, e (12) saneamento básico (ARRUDA, 2018).

No Brasil, é possível afirmar a partir de estudos que os problemas ambientais tiveram início com a chegada dos portugueses em 1500 (QUEIROZ, N. T., 2016), que começaram a explorar um país até então povoado por indígenas, que usufruíram da natureza local e de sua biodiversidade, com densas florestas, mas não danificaram os ecossistemas. A principal atividade econômica entre 1500 e 1535 foi a extração do pau-brasil (FAUSTO, 1996), planta encontrada em abundância nas terras brasileiras na época do descobrimento do país. Com o tempo, várias outras formas de exploração dos ecossistemas brasileiros foram aplicadas permanentemente se arrastando até os dias atuais, tais como exploração do solo para cultivo de café, mineração para extração de ouro, e um dos mais preocupantes no planeta atualmente: a agropecuária. A exploração devastadora da natureza aconteceu pela falta de preocupação com a sustentabilidade dos recursos e ecossistemas até então pelas pessoas que tomavam as decisões na época, é importante lembrar que a história da sustentabilidade desde o início sempre foi tão social, política e econômica quanto foi ambiental (QUEIROZ, N. T., 2016).

Hoje, o desenvolvimento sustentável é um direito do cidadão brasileiro, de acordo com o art. 225 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CF/88):

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 2016, p. 131).

Sendo assim, tendo em vista os problemas ambientais já citados anteriormente, o maior desafio da atualidade não envolve tentar resolver permanentemente de forma arrogante tais problemas, mas fazer com que a sociedade consiga se desenvolver tecnologicamente, como hoje é fundamental para o crescimento humano, porém de uma forma sustentável, prevenindo um colapso futuro. Não adianta evoluir tecnologias sem pensar em como essa evolução pode afetar o futuro, pois uma economia que não é baseada em sustentabilidade atrapalha a

habilidade de humanos e outros organismos de viver em perpetuidade na terra (CARADONNA, J. L., 1979).

5.1.1 Resíduos Sólidos nas praias

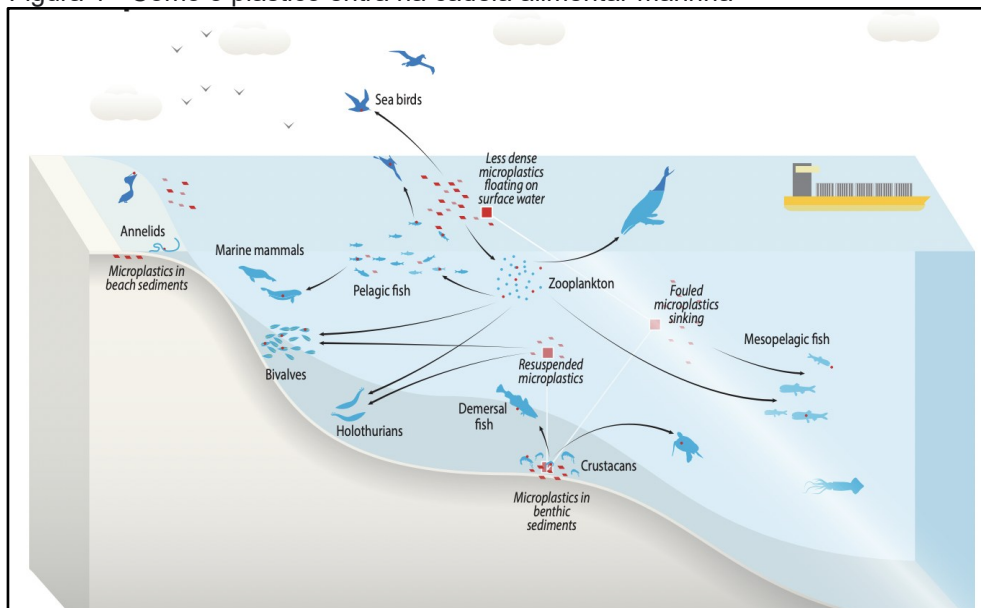
Dentre os problemas ambientais descritos neste texto, o presente trabalho busca aprofundar-se e oferecer uma solução para contribuir positivamente contra o problema dos Resíduos Sólidos. No Brasil, posterior a criação da Política Nacional de Meio Ambiente, de 1981, foi criada a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal no 12.305, de 2 de agosto de 2010, para estruturar a gestão nacional do lixo, incentivar a reciclagem e principalmente reutilização dos resíduos sólidos. A PNRS define os resíduos sólidos como "todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade e estabelece as diretrizes, princípios e objetivos relativos à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos" (BRASIL, 2010). Portanto, os resíduos sólidos podem ser agrupados em dois grupos, Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) – todo o resíduo proveniente de resíduos domésticos ou residenciais, resíduos comerciais e resíduos públicos; e Resíduos de Fontes Especiais, definidos como resíduos industriais, resíduos da construção civil, rejeitos radioativos, resíduos de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários, resíduos agrícolas e resíduos de serviços de saúde (BRASIL, 2006).

O presente estudo busca se aprofundar no problema ambiental dos oceanos e das faixas costeiras do nordeste brasileiro. Segundo António Guterres, Secretário-Geral da ONU, a crise ambiental que o planeta enfrenta, mencionada anteriormente, prejudica substancialmente a vida nos oceanos, fazendo com que os ecossistemas marinhos, que são responsáveis por grande parte do escoamento de gás carbônico e calor do planeta, recebam uma elevação na temperatura e acidez, ameaçando a fauna e flora aquática (ONU, 2022).

Um dos maiores vilões que afetam a poluição nos oceanos é o resíduo sólido plástico, que pode ser caracterizado por materiais que fizeram parte de um determinado ciclo de produção e foram descartados em algum momento do ciclo. É estimado que 8,3 bilhões de toneladas de plástico já foram produzidas no mundo, 50% do qual nos últimos 13 anos, e os impactos do plástico no meio ambiente são incalculáveis, uma vez que podem levar de 20 a 500 anos para se decompor parcialmente, mas nunca desaparecem por completo, criando os chamados

"microplásticos", partículas de tamanho menor que 5 mm, presentes em todo o mundo, inclusive no fundo dos oceanos (ONU, 2021).

Figura 1 - Como o plástico entra na cadeia alimentar marinha



Fonte: UNEP; GRID, 2016 | Lusher, A., Microplastics in the Marine Environment: Distribution, Interactions and Effects, in Bergmann, M., et al., Marine Anthropogenic Litter, 2015

Um estudo realizado pelo Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo (IO-USP) revelou em 2018 que 95% do lixo encontrado na faixa de areia das praias brasileiras é composto por resíduos sólidos plásticos, como garrafas, copos e canudos. O estudo trouxe também que todos os anos no Brasil são lançados entre 70 mil e 190 mil toneladas de materiais plásticos nos oceanos pelas praias. Para atingir o resultado, foram analisadas 12 praias brasileiras, sendo elas 6 da região Nordeste, e diferente das praias estudadas na região Sudeste, as praias do Nordeste brasileiro mostraram uma quantidade maior de resíduos plásticos encontrados na faixa de areia seca, produtos das atividades turísticas amplamente praticadas na região (IO-USP, 2020). Em 2021, o Brasil ocupava a sexta posição entre os países que mais descartam incorretamente resíduos plásticos nos oceanos (Our World in Data, 2021).

Para aprofundar o estudo, o presente trabalho selecionou uma praia em nível local, para aplicação do produto e melhor entendimento do problema. Neste sentido, a praia selecionada foi a da Caponga, uma pequena praia situada na cidade de Cascavel, litoral leste do estado do Ceará. A praia tem uma extensão de faixa de areia de aproximadamente 4,5 km (REIS, G. N. L. dos, 2013), e costuma atrair turistas

por ser considerado um local rodeado por mar calmo, recifes e áreas de sossego. Também é conhecida por ser o maior porto de pesca artesanal do estado, contando com vendas diárias de peixe, tendo foco principal na Sardinha, peixe bastante conhecido na região por ser pequeno e por sua ausência de espinhos, o que o torna uma iguaria famosa.

Por ser uma praia tranquila e de belezas naturais, atrai muitos turistas que buscam um destino mais sossegado, contudo, os mesmos acabam deixando muitos resíduos na faixa de areia durante suas visitas. Preocupados com a situação de suas comunidades, alguns moradores e visitantes se mobilizaram para realizar limpezas da faixa de areia na praia da Caponga, formando assim o projeto Amigos da Praia, um projeto sem fins lucrativos com o objetivo de reduzir a poluição nas praias cearenses e propagar a educação ambiental na comunidade. Em uma entrevista feita pela autora aos integrantes do projeto, a arquiteta Rafaela de Guadalupe, membro do grupo, explicou que o projeto teve início devido a uma inquietação dos fundadores com a situação dos resíduos deixados na praia, segundo ela "A quantidade de lixo que a gente encontrava toda vez que ia na praia já incomodava tinha um bom tempo, tanto pelo aspecto de sujeira que deixavam na praia quanto pela questão ambiental em si". O projeto começou com quatro integrantes, sua primeira ação aconteceu em agosto de 2018, contou com a ajuda de quatro voluntários ao todo e coletou resíduos em 0,5 km de faixa de areia. Sua maior ação ocorreu em 2019, contou com cerca de 41 voluntários e recolheu cerca de 165,84 kg de resíduos em uma hora de coleta.

Figura 2 - Projeto Amigos da Praia em sua maior ação realizada em 2019, contando com aproximadamente 41 voluntários



Fonte: Acervo pessoal do Projeto Amigos da Praia (2019)

A arquiteta também explica que o propósito inicial do grupo é a conscientização ambiental, pois segundo ela:

"Entendemos que o trabalho de limpeza em si era uma medida paliativa que ajudava em uma parte mínima do problema, o mais importante mesmo era que existisse todo um trabalho de educação ambiental para que as pessoas pudessem realmente não voltar a descartar o lixo de maneira irresponsável e consumir menos plástico."

Hoje o projeto conta com o auxílio da Prefeitura Municipal de Cascavel, que auxilia o projeto com materiais, tais como sacos plásticos e luvas de proteção. Contudo, a maior parte dos resíduos coletados pelo projeto tem destino final em um dos lixões (vazadouros) a céu aberto³ junto com os outros tipos de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) da cidade, pois a prefeitura ainda não oferece um serviço de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos, o que faz com que os integrantes do projeto frequentemente precisem ir até a cidade de Fortaleza, capital do estado, situada a 62 km de distância de Cascavel, para depositar os resíduos coletados em algum programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos.

³ Lixão ou vazadouro a céu aberto são áreas utilizadas impropriamente para disposição final de resíduos. (Portal Resíduos Sólidos, 2016) Disponível em: ([https://portalresiduossolidos.com/lixao-vazadouro-a-ceu-aberto/#:~:text=de%20res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos.-,O%20que%20%C3%A9%20um%20lix%C3%A3o%20\(vazadouro\)%20a%20c%C3%A9u%20aberto%3F,exposto%20sem%20qualquer%20monitoramento%20ambiental.](https://portalresiduossolidos.com/lixao-vazadouro-a-ceu-aberto/#:~:text=de%20res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos.-,O%20que%20%C3%A9%20um%20lix%C3%A3o%20(vazadouro)%20a%20c%C3%A9u%20aberto%3F,exposto%20sem%20qualquer%20monitoramento%20ambiental.)) Acessado em: 03 de julho de 2022.

A coleta é feita manualmente, os voluntários utilizam luvas de proteção e depositam os resíduos maiores em sacos plásticos, tampas de garrafas, de latinhas e bitucas de cigarro são coletadas separadamente em sacos menores ou em garrafas pet, pois são destinadas a programas de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos ou entregues a catadores de lixo, que recebem um retorno financeiro com a venda para depósitos de reciclagem, notadamente dois depósitos de maior porte no município (TORRES, 2015).

Figura 3 - Voluntários em ação do Projeto Amigos da Praia



Fonte: Acervo pessoal do Projeto Amigos da Praia (2019)

Por conta da dificuldade em coletar separadamente os tipos de resíduos com as ferramentas atuais, a única seleção é feita em uma breve triagem no final da coleta, onde são separados resíduos maiores, como garrafas pet e latinhas. Espera-se que o presente estudo possa vir a sanar tal necessidade com o auxílio do Design e da Biomimética.

5.2 Design sustentável

Pazmino (2010) define o design como "uma atividade projetual, multidisciplinar que por meio de um processo de análise, síntese e criatividade, transforma, modifica e melhora o ambiente satisfazendo as necessidades e anseios das pessoas".

Assim como as tecnologias precisam de um viés sustentável para evoluir, no design, há também uma abordagem denominada de "design sustentável", o qual pode ser compreendida como a "eliminação de impacto ambiental negativo completamente através de projetos hábeis, sensíveis" (MCLENNAN, 2004). Inicialmente Papanek (1971) com seu livro *Design for the Real World* começou a quebrar o paradigma de um design voltado para o mercado, consumo e obsolescência programada, ideais pregados na época, e trouxe um caminho alternativo, voltado para um design ecológico e social, para o indivíduo e a comunidade, não apenas para o mercado.

Desta forma, o conceito de design sustentável envolve não apenas a criação de produtos e serviços sustentáveis, mas também foca no ciclo completo de vida da criação, pois entende que um produto não pode ser sustentável apenas durante sua vida útil, é preciso olhar para as fases que antecedem e sucedem esse período. Segundo Platchek (2003), precisamos incluir os conceitos de sustentabilidade logo no início do projeto para termos um resultado eficaz. É nesse momento que o design se faz necessário, pois é possível implementar métodos e processos onde os princípios ambientais são pensados nas primeiras fases de projeto, fazendo com que a eficácia da sustentabilidade percorra todos os momentos da vida do produto, e não apenas sua fase de funcionamento com o usuário final.

Contudo, Platchek (2003) revelou que grande parte das metodologias de desenvolvimento no design não focam no aspecto ambiental do produto em todo o processo, e, desta forma, desenvolveu uma proposta metodológica de desenvolvimento de produtos sustentáveis, visando a inserção de variáveis ambientais durante todas as fases de problematização, projeção e fabricação. Ressalta-se que essa proposta será explicada adiante, no capítulo de Metodologia.

Dentre as várias ciências e abordagens no mercado que podem auxiliar o designer no desenvolvimento de projetos de produtos, uma das mais conhecidas quando se trata de design sustentável é a Biomimética.

5.2.1 Biomimética

A Biomimética é uma nova ciência que estuda os modelos da natureza e imita ou se inspira nesses projetos ou processos naturais para resolver problemas humanos (BENYUS, 2002). A palavra biomimética significa literalmente "mimetizar a

vida” (do grego, *bios* = vida e *mimesis* = imitação), segundo Kadri (2012). É uma área de estudo interdisciplinar que busca envolver a natureza nas soluções projetuais, estudando suas estruturas, seus métodos, suas estratégias e princípios, evoluídos com o tempo, e busca entender como a natureza resolve dilemas que enfrentamos como seres humanos, com o propósito de tomar a natureza como mentora, sem explorá-la.

A ideia começou a ser discutida na Pós-Revolução Industrial, quando o biofísico americano Otto Schmitt cunhou o termo *biomimetics* na década de 1950. Posteriormente, em 1997, a bióloga e pesquisadora Janine Benyus (1997), cunhou o termo *biomimicry* em seu livro *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, o que atraiu para o tema o interesse de engenheiros e designers ao redor do mundo.

Diferentemente da Biônica, ciência semelhante, que trata da previsão, manipulação e controle da natureza na busca de inovação em processos e estruturas funcionais, a Biomimética envolve a sustentabilidade em todos os aspectos do processo de desenvolvimento, desde a problematização, até a produção, transporte e pós-uso e, desta forma, contribui mais fortemente para a Sustentabilidade, de forma sistêmica (WAHL, 2006). Neste sentido, Benyus (1997) define 9 princípios da natureza para a Biomimética, sendo eles:

- a) a natureza utiliza energia solar;
- b) a natureza usa apenas a energia que necessita;
- c) a natureza adapta a forma à função;
- d) a natureza recicla tudo;
- e) a natureza vive em cooperação;
- f) a natureza se assenta na diversidade;
- g) a natureza demanda sabedoria local;
- h) a natureza utiliza química não-tóxica; e
- i) é resiliente.

A bióloga traz ainda diretrizes que designers podem usar em seus projetos para avaliar e adequar os processos aos contextos da natureza, são três:

- a) natureza como modelo: estudar os modelos da natureza e depois imitá-los, inspirar-se neles ou em seus processos para resolver os problemas humanos. Podemos citar, por exemplo, uma célula de energia solar inspirada numa folha;

- b) natureza como medida: a natureza como padrão ecológico para julgar a relevância e a validade das novas inovações. Após 3,8 bilhões de anos de evolução, a natureza aprendeu o que funciona, o que é apropriado, e o que dura; e
- c) natureza como mentora: a biomimética é uma nova forma de ver e valorizar a natureza. Ela inaugura uma era cujas bases assentam não aquilo que podemos extrair da natureza, mas no que podemos aprender com ela (BENYUS, 2002).

Ressalta-se que, por ser uma ciência multidisciplinar, qualquer área, dentre elas o design, pode utilizar estas diretrizes no seu escopo de atuação para se atingir resultados mais sustentáveis.

6 METODOLOGIA

Pazmino (2010) explica que a globalização, inovação tecnológica, economia virtual e aumento da complexidade dos problemas de projeto fazem do uso de metodologias um elo essencial ao desenvolvimento de produtos. Neste capítulo é destinado a explorar algumas metodologias, suas principais características e como cada um deles pode contribuir positivamente no processo projetual. Assim como a entender um pouco mais sobre o Design e sobre a Biomimética.

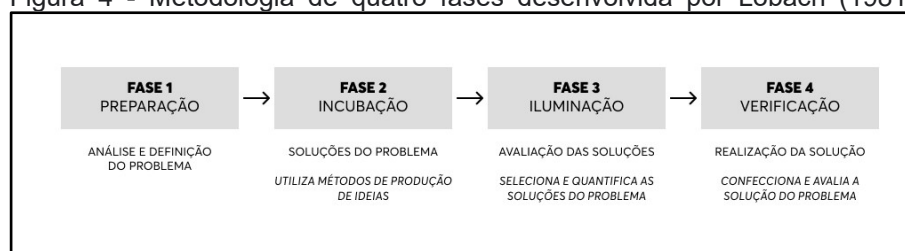
6.1 A metodologia de design

O processo de design pode muitas vezes basear-se em fluxos subjetivos, devido a sua natureza intuitiva, porém apesar da importância da criatividade na criação de um produto, utilizar algumas técnicas é recomendado para o melhor fluxo de projeto e direcionamento do caminho a se seguir (PLATCHECK, 2003).

Para isso existem as metodologias projetuais, determinadas sequências racionais de passos que podem auxiliar o designer desde as fases iniciais de desenvolvimento até alcançar o resultado final de produtos. Burdek (2006) afirma que por meio de metodologias, o design finalmente pode ser ensinado, aprendido e comunicado. Pazmino (2010) estudou os métodos mais utilizados no design de produtos e descreveu seus principais atributos e características. A seguir são citados três modelos dos processos de design e suas etapas principais.

Lobach (1981) traz a ideia de que todo processo de design parte da criatividade, como um processo de solução de problemas, partindo da existência de um problema e da descoberta desse problema. Ele divide o processo de design em uma metodologia linear de quatro fases e descreve cada uma delas e os passos necessários para a sua realização, sendo elas: (1) preparação, com a análise e definição do problema; (2) incubação, com as soluções do problema, em métodos e produção de ideias; (3) iluminação, com a avaliação das soluções do problema, selecionando e quantificando as mesmas; e, por fim (4) verificação, com a realização da solução do problema, finalizando com a confecção e avaliação da solução.

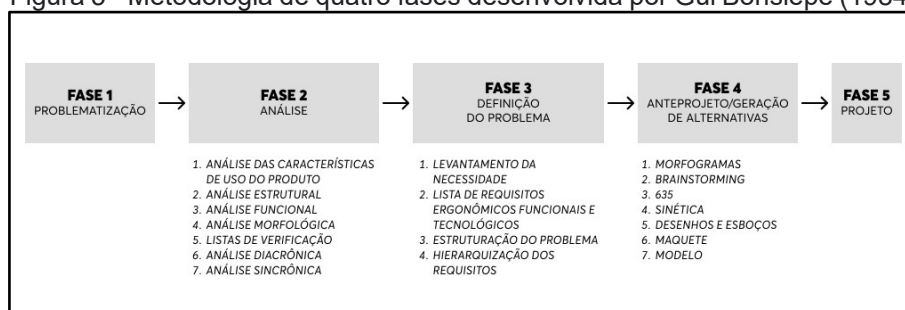
Figura 4 - Metodologia de quatro fases desenvolvida por Lobach (1981)



Fonte: Elaborado pela autora

Por sua vez, Bonsiepe (1984), que tem um dos métodos mais citados e ensinados na academia (PAZMINO, 2010), propõe uma série sequencial de passos, não necessariamente linear, dividida em cinco fases, denominando essas de problematização, análise, definição do problema, anteprojeto/geração de alternativas, e finaliza com projeto. Também traz algumas ferramentas projetuais, como por exemplo, análise das características do uso do produto, brainstorming, sinética⁴, lista de requisitos ergonômicos funcionais e tecnológicos, e desenhos e esboços.

Figura 5 - Metodologia de quatro fases desenvolvida por Gui Bonsiepe (1984)



Fonte: Elaborado pela autora

Conforme exposto, Platchek (2003) traz uma nova proposta de metodologia projetual, com ênfase no desenvolvimento sustentável com o objetivo de gerar mudanças relevantes de ordem ambiental, social e econômica com sucesso. A autora propõe um método com quatro fases principais, sendo elas:

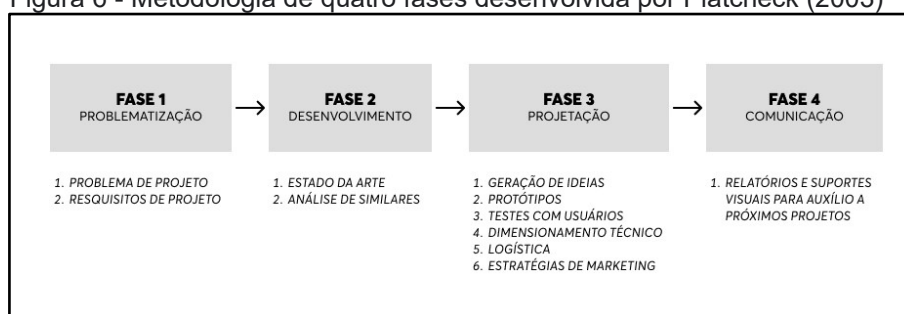
- a) fase de proposta, ou problematização, onde são definidos o problema de projeto e seus requisitos;
- b) fase de desenvolvimento, em que é analisado o estado da arte, acerca do problema, com base em soluções já existentes a partir dos requisitos de projeto listados na problematização;

⁴ É uma técnica criativa que consiste em enxergar um problema por meio de novas percepções. Para isto, o processo busca a combinação de fatores alheios que permitam ver um problema a partir de uma perspectiva diferente (PAZMINO, 2010)

- c) fase de projeção e detalhamento, contando com geração de ideias, desenvolvimento de protótipos, testes com usuários, dimensionamento técnico, refinamento da solução, acabamento de materiais, processo final de fabricação, logística e estratégias de marketing; por fim
- d) fase de comunicação, onde são organizados relatórios e suportes visuais para auxílio a próximos projetos.

Em cada uma dessas fases, são inseridas variáveis ambientais para um processo inteiramente adequado à sustentabilidade.

Figura 6 - Metodologia de quatro fases desenvolvida por Platcheck (2003)



Fonte: Elaborado pela autora

6.2 O método biomimético

Um dos métodos mais conhecidos na academia advindo da Biomimética é o *Biomimicry Thinking*, desenvolvido pelo *Biomimicry Institute*, instituto americano capitaneado por Janine Benyus, que tem a missão de ajudar a resolver os maiores desafios da humanidade por meio da adoção da biomimética, educando, inovando e inspirando pessoas ao redor do mundo através do viés da natureza, seja por meio de publicações, workshops ou ferramentas de pesquisa, além dos métodos biomiméticos. Especificamente, o *Biomimicry Thinking* auxilia o designer a encontrar soluções existentes na natureza para desafios de design, e espera-se que o mesmo possa servir de grande apoio ao presente projeto.

O *Biomimicry Thinking* é também um método semelhante ao *Design Thinking*⁵, pois os dois se aprofundam na essência do problema e operacionalizam

⁵ Metodologia que consiste em utilizar métodos e ferramentas para organizar e estruturar o processo de projeto criativo. Definida pela IDEO (2018) como "uma abordagem centrada no ser humano para a inovação que se baseia no kit de ferramentas do designer para integrar as necessidades das pessoas, as possibilidades da tecnologia e os requisitos para o sucesso do negócio", é dividida em

um processo interdisciplinar. Contudo, existem duas diferenças essenciais no *Biomimicry Thinking* que são a parte funcional do desafio e a busca biológica de soluções. Assim, a questão funcional foca no que a solução vai fazer, e não no que será, por exemplo, se a função desejada é iluminar, precisa ser criado um processo para iluminar, e não necessariamente uma lâmpada para iluminar, e isso pode ser encontrado na natureza, pois a maioria das funções são desempenhadas pela natureza.

Dada a função desejada, o designer deve agora iniciar a pesquisa de organismos e mecanismos que desempenhem essa função, e então, inicia-se a criação baseada no mecanismo. Desta forma, a Biomimética é a ponte que conecta ciência ao design/criação/desenvolvimento. Metodologicamente, o Biomimicry Thinking, segundo o *Biomimicry Institute 3.8*, é desenvolvido com alguns elementos essenciais iniciais, Princípios da Vida para definição e aferição de requisitos com 4 fases de operacionalização mediante o uso de diagramas de problematização (sendo estes últimos denominados de lentes da biomimética).

Primeiramente, o *Biomimicry Institute 3.8* elenca 3 elementos essenciais e interconectados para a prática da Biomimética por meio da empatia como segue:

- a) O Ethos é uma representação do respeito, responsabilidade e gratidão da espécie humana pelo planeta;
- b) A (Re) Conexão indica que as pessoas e a natureza estão na verdade profundamente entrelaçadas. Nesta perspectiva, existe uma reconexão do humano com o meio natural;
- c) A Emulação representa os princípios, padrões, estratégias e funções encontradas na natureza que podem inspirar o design. A emulação representa um sentimento que instiga a imitar ou a exceder outrem, de forma estimulante e cooperativa.

Posteriormente aos elementos essenciais, de acordo com *Biomimicry Institute 3.8*, os Princípios da Vida, são ensinamentos de design da natureza que prosperaram, onde ocorre a integração e otimização dessas estratégias criando condições favoráveis à vida. Trata-se portanto de requisitos gerais necessários de projeto com viés biomimético. Com estes ensinamentos, podem-se modelar estratégias inovadoras, a partir de parâmetros sustentáveis

cinco fases, sendo elas: imersão; análise e planejamento; ideação; prototipação e validação; e implementação.

que permitem a orientação pela natureza, utilizando os princípios da vida como ideais aspiracionais. Do mesmo modo, a busca pelo *optimum* (estado de otimização presente na natureza) também é uma constância no sistema da vida do universo. Neste sentido são apontados 6 princípios da Vida, intrínsecos à prática do projeto com ênfase na Biomimética:

Figura 7 - Princípios da Vida



Fonte: © 2013 Biomimicry 3.8. Licensed under Creative Commons BY-NC-ND. Life's Principles g6

- Evolver para sobreviver: envolve estratégias de gerenciamento de informações, com base na identificação de abordagens de sucesso anteriores ou na identificação de erros de projeto; integração de soluções alternativas a um mesmo problema; e evolução das abordagens existentes para criar novas opções de soluções;
- Adaptar-se às condições de mudanças: neste caso, deve-se incluir soluções que permitam resiliência, redundância e descentralização do sistema; permitir a adição de energia e matéria, desde que voltado para

reparar/sanar e melhorar o desempenho do sistema; incorporar a diversidade que o rodeia (estudar processos, funções e formas para prover um melhor funcionamento);

- c) Ser atento e responsivo às questões locais: no caso, usar materiais de fácil acesso (local e energético); cultivar processos de cooperação mútua, onde todos ganham; tirar proveitos de fenômenos locais que se repetem (clima, ciclos, etc); incluir o fluxo de informações em processos cíclicos, nunca lineares;
- d) Usar química amigável à vida: ou seja, evitar produtos tóxicos ou muitos compostos; usar água como solvente e vernizes naturais, por exemplo;
- e) Ser eficiente (materiais e energia): deve-se integrar múltiplas necessidades em soluções elegantes (evitar desperdício); minimizar o consumo energético; buscar fontes renováveis; gerenciar o uso de materiais em ciclo, ou seja, planejar o ciclo de vida;
- f) Integrar conhecimento e crescimento: combinar elementos modulares e sistemas que evoluem do simples para o complexo; compreender o funcionamento do todo e também dos pequenos componentes e sistemas que o compõe; criar condições para que os componentes interajam de uma forma que o todo consiga ter propriedades de auto-organização.

Por fim, o método inclui quatro fases que colaboram para o processo de design à luz da biomimética: a definição do problema, descoberta da solução, emulação e avaliação. Com base nesses princípios, o processo metodológico natural apresentado pelo Biomimicry Institute é dividido em 4 fases:

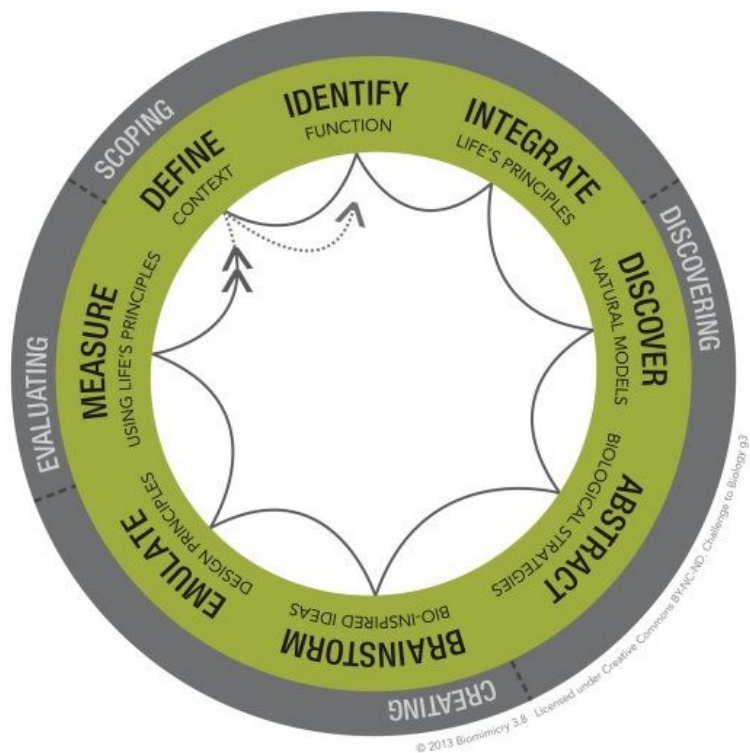
- a) Primeira fase: relacionada ao escopo do projeto, na qual deve-se definir o contexto do problema, pesquisar fontes literárias com casos no mercado que coincidem com o projeto, identificar a função para o projeto de design e Integrar os princípios da vida;
- b) Segunda fase: relacionada à descoberta, por meio da observação de modelos naturais (organismos, comportamentos e ecossistemas) que executam essa função; resumir/anotar as estratégias relevantes ao projeto, abstrair estratégias naturais para o projeto de design e integrar os princípios da vida;

- c) Terceira fase: relacionada à criatividade, por meio da geração de ideias através do uso de um *brainstorming* bioinspirado para emular e enquadrar as estratégias naturais no design de produto/sistema. Também deve-se desenvolver um protótipo para teste e discutir os resultados com biólogos, engenheiros e outros designers;
- d) Quarta fase: relacionada à avaliação da solução, com base nos Princípios da Vida, de modo a perceber se a solução proposta respeita os princípios da vida na natureza, sem comprometer o seu bom funcionamento. Por fim, voltar ao início e rever todos os passos, na tentativa de perceber aspectos que falharam nas soluções encontradas.

Neste contexto, o método proposto utiliza o ferramental das lentes biomiméticas, que possuem o intuito de ajudar a observar profundamente a forma como a vida funciona e estabelecer parâmetros da abordagem do problema para orientar o projeto humano, com base na natureza. Segundo o instituto, trata-se de um conjunto de diagramas que representam visualmente os fundamentos da abordagem de design perante a natureza.

Operacionalmente, o uso da lentes pode ocorrer de duas formas, sendo que a mais utilizada é chamada de Desafio para a Biologia (figura 8), onde propõe-se um problema de Design, e, a partir dele, é buscada uma solução biológica por meio da Biomimética para resolvê-lo.

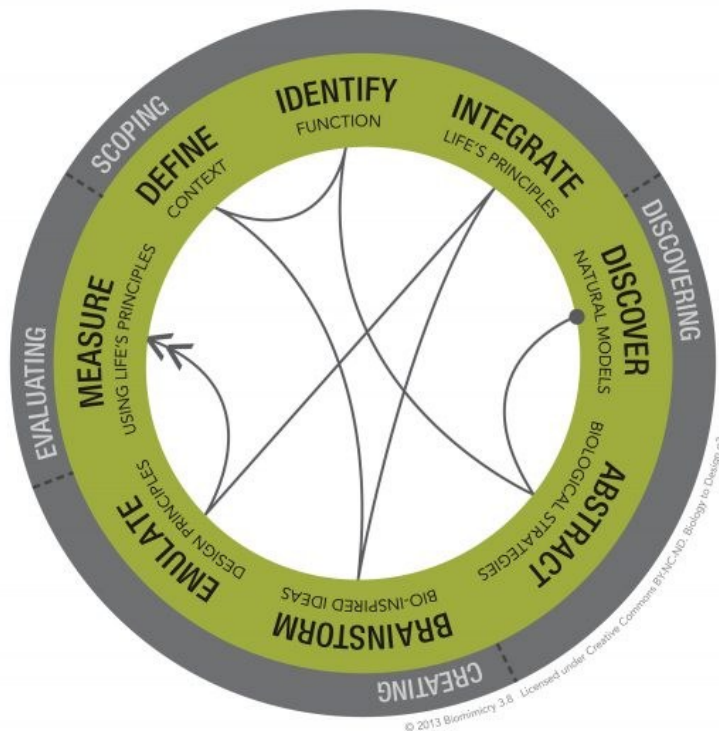
Figura 8 - Processo de Biomimicry Thinking (Desafio para a Biologia)



Fonte: Biomimicry Institute 3.8

A segunda forma é chamada de Biologia ao Design, onde seleciona-se um *insight* biológico inspirador e a partir dele, desenvolve-se um processo de Design para utilizá-lo. Nesta abordagem, o designer não necessariamente necessita seguir a sequência proposta pelo diagrama.

Figura 9 - Biomimicry Thinking (Biologia ao Design)



Fonte: Biomimicry Institute 3.8

Após a explanação do método, este trabalho apresenta alguns exemplos de uso da biomimética pelo design em produtos são: (1) o trem bala, inspirado por um pássaro para melhorar a aerodinâmica dos trens e reduzir barulhos muito altos; (2) o adesivo Sharklet, criado a partir das características repelentes de bactérias na estrutura das escamas dos tubarões, utilizado para cobrir paredes e maçanetas em hospitais para manter as bactérias afastadas; (3) o velcro, inspirado por carrapichos para obter uma fixação removível; e (4) turbinas eólicas de eixo vertical, inspiradas por cardumes de peixes, que conseguem nadar em perfeita sincronia de forma rápida.

Figura 10 - Exemplos de aplicação da Biomimética em produtos



Fonte: Elaborado pela autora

A partir do referencial teórico, foi possível construir uma base de informação que serve de argumento para iniciar o processo de projeção nas próximas fases, assim como foi possível entender melhor sobre os problemas relacionados aos resíduos sólidos plásticos e como eles afetam os usuários ambiental e socioeconomicamente.

A metodologia projetual híbrida, escolhida para ser seguida no presente estudo, é baseada principalmente na metodologia de Platcheck, com adaptações para adequação ao problema proposto, por exemplo, a fase de comunicação de Platcheck foi substituída pela fase de detalhamento, com desenvolvimento de renderings, protótipos de baixa e alta fidelidade, e a inserção dos princípios do método *Biomimicry Thinking* em todas as fases do projeto. Dando destaque à fase final do método, a etapa de avaliação será desenvolvida com base na utilização das lentes do design biomimético, que consistem na análise da solução proposta de modo a perceber se a mesma respeita os princípios da vida na natureza, sem comprometer o seu bom funcionamento. Se necessário, pode-se voltar ao início e rever todos os passos, na tentativa de perceber aspectos que falharam nas soluções encontradas. A seguir, uma explanação sobre esta sistematização metodológica à luz do design e também incluindo passos iniciais acerca da abordagem biomimética, já com base nos resultados do presente trabalho.

6.3 Problematização

A primeira fase metodológica deste trabalho teve o objetivo de destrinchar e entender o problema e as necessidades do usuário para a realização das tarefas que envolvem o desempenho do produto. Para isso foram usadas ferramentas projetuais, como variáveis do problema, definição de persona e público-alvo, objetivos do projeto, requisitos, restrições, custos estimados e cronograma de projeto.

Com base no referencial teórico, a Terra vive hoje uma crise ambiental com três eixos principais: perturbação climática, perda de biodiversidade e poluição. Essa crise agrava ainda mais a vida no oceano, o qual fica cada vez mais quente e ácido. Isso causa inúmeros prejuízos como o aumento do nível do mar, que até 2050, ameaça afetar áreas costeiras as quais abrigam 300 milhões de pessoas (UNESCO, 2020); e aos ecossistemas marinhos, uma vez que oferece riscos como envenenamento, estrangulamento e fome a todas as espécies marinhas, desde plânctons e peixes até aves, tartarugas e baleias, matando até 100 mil animais marinhos por ano. Este cenário agravante mobilizou os integrantes do Projeto Amigos da Praia, na Caponga, litoral cearense, e hoje realizam ações frequentes de limpeza de praia com o intuito de tornar a comunidade mais limpa, atraindo mais turistas e evitando que mais resíduos plásticos vão parar nos oceanos por meio da faixa de areia. Porém, por ser um grupo pequeno e de iniciativa comunitária, não tem as ferramentas ideais para a limpeza e, assim, muitas vezes os voluntários acabam entrando em contato direto com os resíduos sólidos, o que pode ser perigoso à sua saúde e/ou pode incentivar a desistência de vários membros e enfraquecimento do movimento.

Com o auxílio das ferramentas propostas utilizadas nesta fase de problematização, quais sejam, Árvore de Problema⁶, Canvas de Contexto⁷ e Canvas de Definição de Problema⁸, foram definidas para o projeto cinco variáveis do problema, sendo elas: (1) tecnológica: define-se que o produto deverá seguir o fluxo

⁶ Ferramenta destinada a diagnosticar e correlacionar as causas e consequências do problema de projeto (PAZMINO, 2010).

⁷ Ferramenta destinada a diagnosticar tendências demográficas, tendências em regras e normas, tendências econômicas e ambientais, tendências tecnológicas, tendências nas necessidades do cliente/usuário, tendências em padrões de consumo e uso, incertezas, e tendências em marketing que podem influenciar de alguma forma o projeto (PAZMINO, 2010).

⁸ Ferramenta destinada a definição do problema a partir de informações como requisitos, variáveis, restrições, persona, público-alvo, custos e cronograma de projeto, ilustrada na figura 12 (PAZMINO, 2010).

de produção têxtil; (2) ambiental: deve-se usar plásticos e/ou tecidos biodegradáveis ou reciclados; (3) estética: o tema do produto será relacionado ao oceano ou a praias, deve também conter o logo da marca de cada grupo; (4) sociocultural: o projeto tem base em usuários preocupados com o meio ambiente e seus locais de nascimento/crescimento; (5) econômica: deve ser produzido com matéria prima acessível, formando no final um produto acessível para classe média.

Também definiu-se que este projeto se destina para usuários de 16 a 30 anos, de classe média, residentes de cidades com zonas costeiras ou adjacentes, que visitam praias com frequência. Neste sentido um recorte ilustrativo do potencial usuário é demonstrado na persona do projeto. Este é um personagem fictício ou real usado em um projeto para fornecer ao designer uma representação vívida do objetivo de design, por meio de narrativa, fotos e nome (MIASKIEWICX, T; KOZAR, K. A., 2011). A persona deste projeto se chama Mariana Lopes, tem 26 anos, é jornalista, nasceu e cresceu em Cascavel, na Praia da Caponga, atualmente mora sozinha em Fortaleza, mas visita frequentemente sua família em Cascavel. Mariana é do signo de gêmeos, vegana, entusiasmada e comunicativa, adora viajar e contemplar a natureza, ter contato com animais, é uma pessoa razoavelmente saudável, se preocupa com o meio ambiente e em como pode ajudar a melhorar o ambiente onde vive, principalmente contagiando pessoas com seus ideais. A persona está ilustrada na figura 11.

Figura 11 - Ilustração da persona



Fonte: Adobe Stock

Entre as necessidades e problemas do usuário, encontram-se: risco de contaminação com resíduos perigosos e/ou cortantes; pouca atratividade para a

causa; demora e pouca praticidade na coleta; problemas de ergonomia, tais como desconforto com peso do material coletado.

A partir deste recorte de público, a proposta de valor do produto deste estudo oferece resistência, praticidade e ergonomia, para que o usuário não precise se preocupar com a própria segurança ou dos outros voluntários e, da mesma forma, ser um produto compacto, permitindo que qualquer pessoa possa viajar carregando na bolsa uma ferramenta poderosa para ajudar a melhorar o bem estar de qualquer ambiente que visite. Assim como, deve também oferecer a possibilidade de armazenar itens específicos separadamente, para que o usuário consiga contribuir positivamente reciclando o máximo de materiais possível. No cenário geral, é um produto que poderá atrair cada vez mais voluntários a se juntar à causa.

Também por meio da ferramenta Pesquisa das Necessidades do Consumidor ou Usuário⁹, foi feita uma entrevista com um membro do Projeto Amigos da Praia, a fim de avaliar as percepções do consumidor diante de produtos concorrentes ou similares. A partir dessa ferramenta foram definidos os requisitos voltados para as necessidades do usuário, tais como: o produto deve ser feito com materiais sustentáveis; deve ser fácil de carregar; deve resistir a ventos fortes, maresia, água e objetos cortantes.

O produto final poderá ser produzido e distribuído pelos órgãos públicos a grupos voluntários, e também pode ser comercializado para empresas ou grupos privados.

O projeto tem como requisitos utilizar materiais biodegradáveis e/ou reciclados, ser um produto ergonômico e prático, ter um design compacto, compartimentos separados para coleta seletiva, ser fácil de limpar, resistente a objetos cortantes, ser impermeável ou resistente à água, e deve resistir a ventos fortes. Em contrapartida, tem restrições quanto a não poder ser muito volumoso para que seja possível compactar, não pode pesar nos ombros ou braços de forma que fique difícil de ser carregado, e não pode ter nenhum orifício maior que 4 mm de diâmetro, para evitar o escape de microplásticos.

⁹ É uma técnica que busca conhecer as necessidades do consumidor por meio de uma pesquisa que permita entender seus desejos (PAZMINO, 2010)

Os custos do projeto incluíram transporte para idas à Praia do Futuro, com o objetivo de fazer visitas de campo, testes de protótipos e recolhimento de opiniões para referência; e custos de produção de protótipos, como compra de material.

Tabela 1 - Detalhamento de custos de projeto

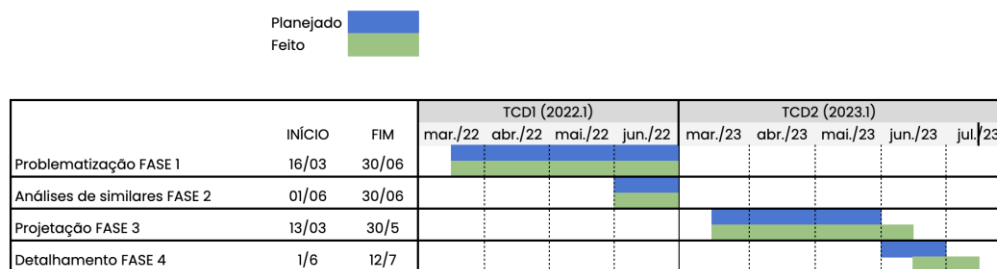
Custo	Valor	Detalhamento
Transporte	R\$ 107	Ida e volta em duas limpezas na Praia do Futuro
Compra de matéria-prima	R\$ 30	Compra de palha de carnaúba para o protótipo

Fonte: Elaborado pela autora

No cronograma esperado para a realização do projeto definiu-se por meio da ferramenta Gráfico de Gantt¹⁰ nove meses de trabalho total, dividido em dois semestres de quatro e cinco meses cada, respectivamente. A primeira fase projetual, de problematização, foi desenvolvida durante os quatro primeiros meses de projeto, a segunda fase, de análises, foi desenvolvida no quarto mês, a terceira fase, de projeção, foi realizada durante o quinto, sexto e sétimo mês, entrando no segundo semestre, e por fim, a última fase, de detalhamento, foi desenvolvida nos dois últimos meses.

¹⁰ Um gráfico em barras onde são mostradas no eixo horizontal as datas iniciais e finais das atividades permitindo conhecer a duração do projeto. É a forma mais comum, prática e objetiva de apresentar o cronograma de um projeto (PAZMINO, 2010).

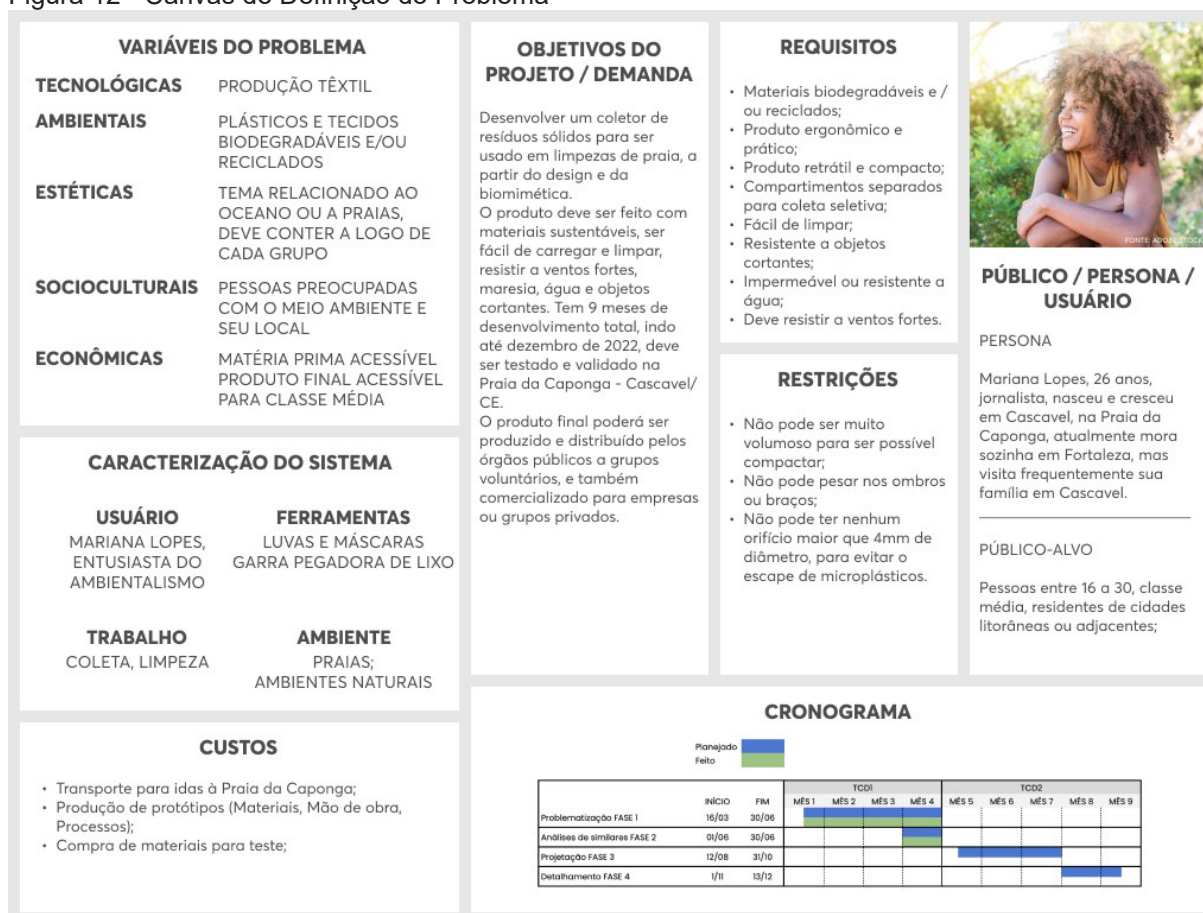
Tabela 2 - Gráfico de Gantt (Cronograma de Projeto Proposto x Realizado)



Fonte: Elaborado pela autora

A fase de problematização foi sintetizada em um canvas de definição do problema, ilustrado na figura 12, disponível a seguir.

Figura 12 - Canvas de Definição do Problema



Fonte: Elaborado pela autora

De acordo com os requisitos e necessidades do usuário, obteve-se o seguinte problema central como objetivo de projeto: Desenvolver um produto por meio da biomimética e do design para auxiliar na coleta de resíduos sólidos na Praia da

Caponga. Com base neste, iniciou-se a fase de pesquisa analítica do estado arte em relação a possíveis similares, os quais serão importantes para o conceito do projeto.

6.4 Análises

A fase de análise é destinada ao estado da arte (PLATCHECK, 2003), buscando soluções existentes, explorando cada uma delas por meio de ferramentas, tais como análise dos processos produtivos, histórica, mercadológica, morfológica, estrutural/funcional, ergonômica e ambiental, e ao final, é feita uma síntese do que foi encontrado, com os melhores e piores pontos de cada solução, e definem-se os requisitos para o projeto, com base nas soluções estudadas e nas necessidades do usuário.

Através dos depoimentos feitos com integrantes do Projeto Amigos da Praia, definiram-se duas ferramentas principais utilizadas nas ações de limpeza de praia anteriormente, a primeira delas foi o saco plástico, e a segunda foi o balde plástico. Cada uma delas foi analisada detalhadamente para entender o que podem agregar ao projeto proposto e o que se pode levar de aprendizado de cada uma.

Na análise dos sacos plásticos, utilizados pelos voluntários como ferramenta de armazenamento de resíduos coletados na faixa de areia, identificou-se primeiramente que são produzidos pelo processo industrial de produção de polímeros chamado extrusão e inflação, podem ser feitos de polietileno de baixa densidade, polietileno linear, polietileno de alta densidade ou de polipropileno, polímeros de plástico não biodegradável, e têm espessura variável entre 18 e 30 micrômetros.

Historicamente, a primeira sacola plástica foi criada em 1960 pelo sueco Sten Gustaf Thulin, como uma alternativa aos sacos de papel, que na época eram o maior problema pela derrubada de árvores. Desde então, vem ganhando cada vez mais formatos, modelos e também, quantidade, se afastando do propósito inicial.

Quanto à análise mercadológica, foi diagnosticado que no topo do mercado de sacos plásticos estão Berry Global, Inc., Novolex Holdings LLC e Mondi Group; o valor do mercado anual do segmento é de cerca de U\$ 22.9 bi, aproximadamente cinco trilhões de sacos plásticos são usados por ano no mundo inteiro, e um pacote com 100 unidades do saco plástico mais utilizado em limpezas custa cerca de R\$ 20.

Geralmente, os sacos plásticos têm forma cilíndrica, selados no fundo e com uma abertura grande no topo, podem ser pretos, cinzas, verdes, azuis ou brancos, na maioria dos casos usam uma única cor sólida, são lisos, podem ser oleosos, geralmente brilhosos, simples, sem alças, fazem barulho ao toque, e são facilmente reconhecíveis.

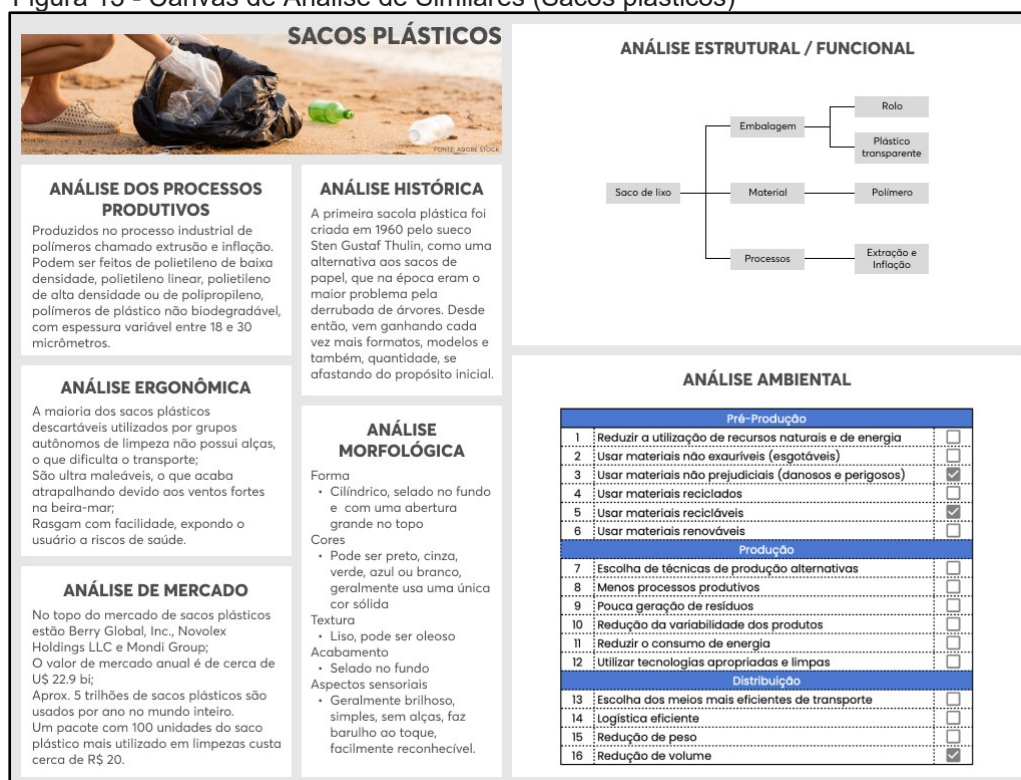
Estruturalmente, sua embalagem é confeccionada em plástico transparente e são embalados em rolos, o material é polímero e são feitos pelo processo de extração e inflação.

Quanto à sua ergonomia, foi diagnosticado que a maioria dos sacos plásticos descartáveis utilizados por grupos autônomos de limpeza não possui alças, o que dificulta o transporte, são ultra maleáveis, o que acaba atrapalhando devido aos ventos fortes na beira-mar, e rasgam com facilidade, expondo o usuário a riscos de saúde.

Na análise ambiental, foi demonstrado que utilizam materiais não prejudiciais, danosos ou perigosos, podem utilizar materiais reciclados, e se aplicam no aspecto de redução de volume, já que são embalados em rolo, o que ocupa menos espaço de armazenamento e transporte. Além do saco plástico analisado, há ainda a possibilidade de sacos oxibiodegradáveis, feitos de matéria-prima sustentável, mas este não foi o caso analisado pelo projeto.

A figura 13 representa ilustrativamente a análise de similares do saco plástico em Canvas.

Figura 13 - Canvas de Análise de Similares (Sacos plásticos)



Fonte: Elaborado pela autora

A segunda ferramenta utilizada em limpezas de praia foi o balde plástico, que se difere do saco plástico por ser de material rígido, suas características são exploradas a seguir e ilustradas na figura 12.

Os baldes plásticos são produzidos na maioria das vezes por Injeção Plástica, onde o material é derretido e injetado sob alta pressão e temperatura na matriz (molde) da qual terá a forma.

Na década de 1960, baldes geralmente eram feitos de metal. Então, em 1967, William Roper, cuja família era dona de uma empresa de moldagem de plástico em Los Angeles, revolucionou as embalagens com o primeiro galão plástico, composto por balde e tampa.

Custam em média entre 2 a 5 reais e podem ser feitos de material reciclado. Baldes domésticos tem, em torno, capacidade de sete litros, podendo variar. Há baldes de até 20 litros disponíveis no mercado pela mesma faixa de preço. São fáceis de encontrar e acessíveis.

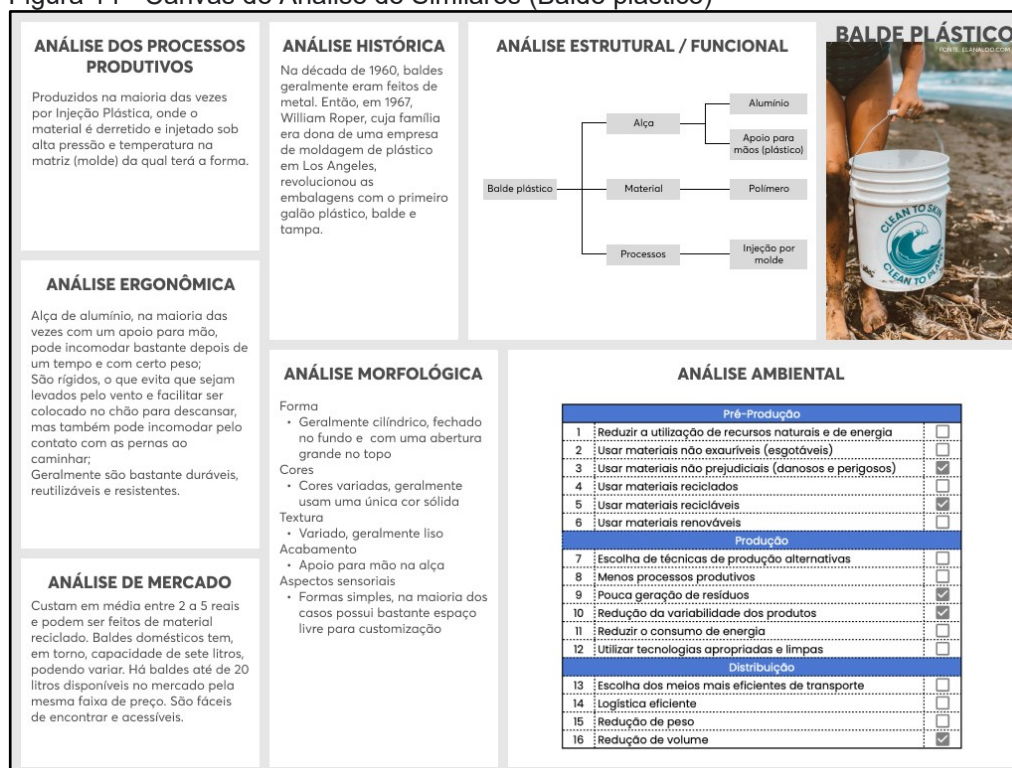
Quanto a sua morfologia, o balde é geralmente cilíndrico, fechado no fundo e com uma abertura grande no topo, pode ter cores variadas, geralmente usam uma única cor sólida. Tem texturas variadas, geralmente liso, conta com apoio para mão

na alça, e no geral apresenta formas simples, na maioria dos casos possui bastante espaço livre para customização.

Analisando sua estrutura do ponto de vista ergonômico, sua alça de alumínio, na maioria das vezes com um apoio para mão, pode incomodar bastante depois de um tempo e com certo peso; são rígidos, o que evita que sejam levados pelo vento e facilita serem colocados no chão para descanso do usuário, mas também pode incomodar pelo contato com as pernas ao caminhar; geralmente são bastante duráveis, reutilizáveis e resistentes.

Na análise ambiental, preencheu os requisitos de usar materiais não prejudiciais, danosos ou perigosos, podem utilizar materiais recicláveis, apresentam redução da variabilidade dos produtos, e redução de volume, pois a maioria dos baldes são modulares, o que possibilita o armazenamento compacto.

Figura 14 - Canvas de Análise de Similares (Balde plástico)



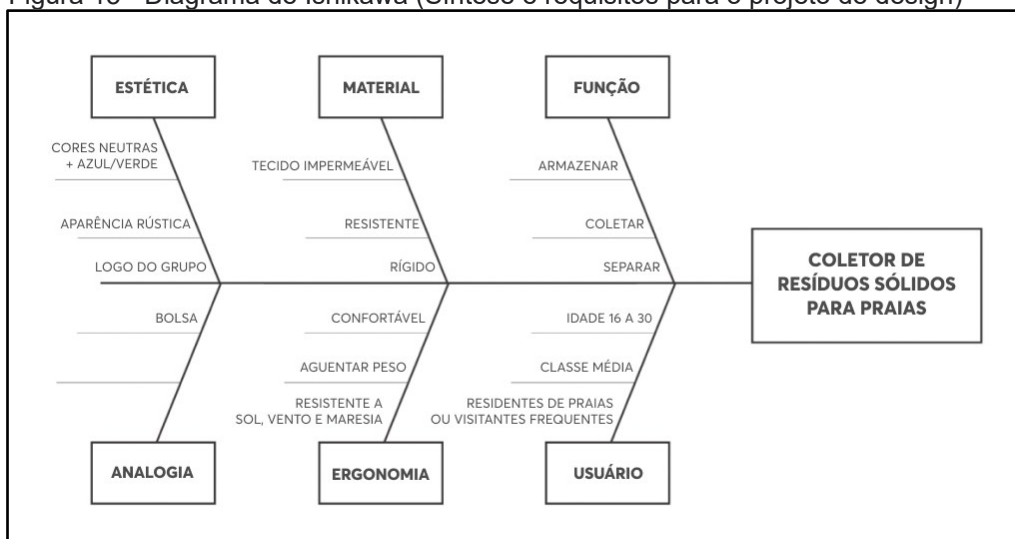
Fonte: Elaborado pela autora

Com base na análise das duas ferramentas existentes, sacos plásticos e baldes plásticos, foi possível diagnosticar alguns requisitos de projeto que devem conter no produto para que este seja eficiente e ofereça um uso efetivo ao usuário. Os requisitos foram divididos em seis grupos, sendo eles função, usuário, material, ergonomia, estética, e analogia. Foi utilizado como ferramenta de auxílio projetual o

Diagrama de Ishikawa, que elenca os requisitos de projeto em seus devidos grupos, o Diagrama pode ser encontrado na figura abaixo.

Para os requisitos funcionais, foi definido que o produto deve armazenar, coletar, e separar; o usuário principal do produto tem de 16 a 30 anos, de classe média, e é residente de praias ou visitantes frequentes às mesmas; o material do produto deve ser um tecido impermeável, resistente e rígido, para aguentar maresia, ventos fortes e objetos cortantes, como foi diagnosticado na fase de análise; quanto à ergonomia, o produto deve aguentar um certo peso de forma que permaneça confortável, e ser resistente ao Sol, vento e maresia; sua estética deve ter cores neutras, em conjunto com azul e/ou verde, que remetem à sustentabilidade, uma aparência rústica, e deve conter a logo do grupo de voluntários; o produto também deve fazer analogia a uma bolsa que permita carregar e também separar os itens a serem coletados, para posterior descarte.

Figura 15 - Diagrama de Ishikawa (Síntese e requisitos para o projeto de design)



Fonte: Elaborado pela autora

Concluíram-se assim as duas primeiras fases de projeto, durante as quais foi possível entender com mais profundidade o problema ambiental e socioeconômico dos resíduos sólidos globalmente e no Brasil, assim como o que havia de discussão acadêmica acerca do assunto, como alguns grupos se mobilizam para fazer a diferença e contribuir com o cenário da sustentabilidade no mundo.

Também foi possível diagnosticar os problemas enfrentados por esses grupos e como o presente projeto pode servir de apoio, por meio do Design e da Biomimética. A partir da fase de Análises, houve o desenvolvimento das fases de

projetação e detalhamento também com o uso das lentes da biomimética, explorando as ferramentas de geração de ideias e avaliação de possíveis soluções, em que foi definido como o produto final será comercializado, embalado, transportado, e, como propõe a Biomimética, como o produto final será tratado após o final de sua "vida útil".

Figura 17 - Moodboard de soluções naturais biomiméticas



Fonte: Elaborado pela autora

A partir das pesquisas de referências, algumas ideias se adequaram ao projeto e seus requisitos, entre elas, foi definido que seria ideal trabalhar com uma bolsa hobo¹¹ transversal, por trazer um maior conforto ergonômico para o usuário na atividade de limpeza, e se utilizaria o método de separação semelhante ao observado em vagens, com um compartimento para cada grupo, fornecendo mais facilidade de separação de resíduos, e, por fim, foi definido ter como material ideal para o produto a palha, por sua grande acessibilidade regional, visual comum à maior parte dos usuários, e características sustentáveis. Com forma, função e material selecionados, foi iniciado o processo de geração de ideias por meio de desenhos criativos mostrados na figura abaixo.

¹¹ Bolsa em formato de meia-lua, geralmente utiliza materiais maleáveis e pode ser transversal ou tiracolo.

Figura 18 - Desenhos criativos utilizados para Geração de Ideias



Fonte: Elaborado pela autora

Então, a partir dos desenhos iniciais, foi escolhida a palha de carnaúba como material para o primeiro protótipo, devido à sua natureza biodegradável, resistente, amplamente acessível, e por sua vertente cultural e regional, e a partir disso iniciou-se o processo de prototipação da ideia.

6.5.2 Protótipos

Para a etapa de prototipação, foi necessário comprar os materiais, o que revelou que o material escolhido não era tão acessível como inicialmente pensado, pois geralmente esse material se encontra no mercado apenas em produtos finais, como cestos de palha prontos, o que não era adequado para o projeto.

O material foi encontrado em uma loja de produtos da cultura nordestina, no bairro Centro, em Fortaleza, em sua forma natural, como indicado na figura abaixo, pelo preço de três reais por unidade de folha de carnaúba.

Figura 19 - Folhas secas de Carnaúba



Fonte: Elaborado pela autora

Após a aquisição do material, iniciou-se a fase de construção do protótipo, de forma artesanal, no qual o primeiro processo foi a tentativa de simular o fundo de cestos de palha comuns, para obter uma bolsa com fundo rígido e logo então, houve a tentativa de projetar o corpo maleável com palha trançada. O processo se mostrou árduo e trabalhoso, o que não se encaixou em um projeto que planeja ser acessível para usuários com pouca ou nenhuma experiência no processo. Por esse motivo, e também por não ser um material tão resistente e acessível, a primeira ideia de matéria-prima foi abandonada. Os pré-protótipos alcançados estão expostos na figura abaixo.

Figura 20 - Protótipos iniciais com Palha de Carnaúba



Fonte: Elaborado pela autora

Com uma breve pesquisa em busca de uma nova matéria-prima, iniciou-se o processo com sacolas plásticas, a técnica foi alterada do trançado para o crochê para se adequar ao material e buscar um melhor aproveitamento do plástico, as referências criativas encontram-se na figura abaixo.

Figura 21 - Referências para o segundo protótipo



Fonte: 1. Autor desconhecido; 2. @amazingishgrace no TikTok

A ideia para esse processo era de utilizar as sacolas plásticas que os próprios usuários encontram nas praias para criar o produto, porém, logo após o início do processo de criação, a tentativa foi abandonada por dois principais motivos: 1. o material não é biodegradável, o que não se enquadra nas leis da biomimética; 2. no início do processo percebeu-se que seria necessário um enorme volume de sacolas plásticas para a criação de um único produto, então a ideia de utilizar material encontrado nas praias tornou-se impraticável. Abaixo encontra-se uma imagem do protótipo utilizando sacolas plásticas.

Figura 22 - Separação de material para o segundo protótipo



Fonte: Elaborado pela autora

Em seguida, surgiu a palha do croá, uma planta regional que foi encontrada pela autora por meio do projeto Flor do Croá, uma cooperativa de artesãos localizada no distrito de Pindoguaba, em Tianguá, no interior do estado do Ceará. Na cooperativa, os artesãos trabalham com o material desde a etapa de coleta na mata local, passando pelo processo de tratamento das folhas, secagem, e por fim, o trabalho artesanal para a produção de peças decorativas. Ressalta-se que o material utilizado para a confecção dos últimos protótipos foi adquirido com o projeto Flor do Croá.

O Caroá, ou Croá (*Neoglaziovia variegata*), como chamado pelos artesãos do projeto Flor do Croá, é uma planta originalmente encontrada no Nordeste brasileiro, sua fibra proporciona uma forte fonte de renda para diversas comunidades rurais, principalmente por meio de arte e moda locais. A fibra serve como uma matéria-prima ideal para este projeto quando comparada a outras similares pelos aspectos

sustentáveis que oferece, como biodegradabilidade, resistência, versatilidade, e regionalidade.

Para o protótipo, foi seguido o processo de macramê¹² com a palha do croá trançada, e, neste caso, o modelo escolhido tinha por objetivo testar a maleabilidade, acabamento, facilidade de manuseio e manipulação do material, através da construção de um protótipo em escala reduzida, conforme exibido na figura abaixo.

Figura 23 - Terceiro protótipo, utilizando Palha de Croá

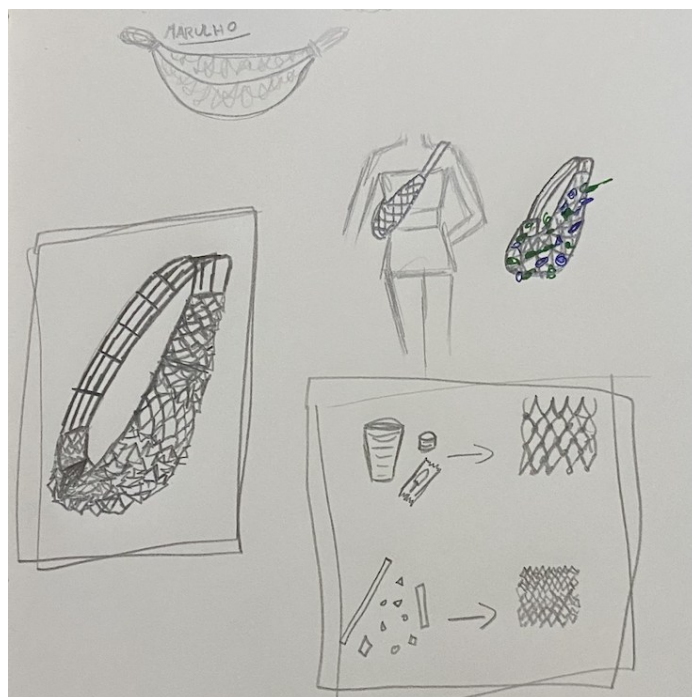


Fonte: Elaborado pela autora

Após a finalização do terceiro protótipo, foram comprovados os aspectos produtivos buscados na matéria-prima, como resistência e maleabilidade, e a partir de uma nova etapa de geração de ideias, iniciou-se o desenvolvimento do protótipo final. O modelo seguido para o projeto foi inspirado na malha das redes de pesca utilizada por pescadores, sendo que o emaranhado das redes pode mudar de tamanho de acordo com a necessidade de cada pescador, isto é, o tamanho do peixe que se deseja capturar em cada ocasião. Sendo assim, os aspectos vantajosos para a escolha do modelo foram detalhados na seção de Detalhamento Técnico.

Figura 24 - Desenhos desenvolvidos na geração de ideias do protótipo final

¹² "No artesanato, o macramê (do árabe makrama "guardanapo" ou "toalha") é uma técnica de tecelagem manual com uso de nós" (WIKIPEDIA, 2022), consiste em criar nós com as mãos em cordas até que seja formada uma malha;



Fonte: Elaborado pela autora

Diferentemente do acabamento de material utilizado no terceiro protótipo, no qual a palha do Croá foi utilizada em sua fase já trançada, para o protótipo final, utilizou-se o Croá ainda em uma de suas fases iniciais, como fibra, sendo mais maleável e fácil de manusear.

Figura 25 - Imagens do protótipo final



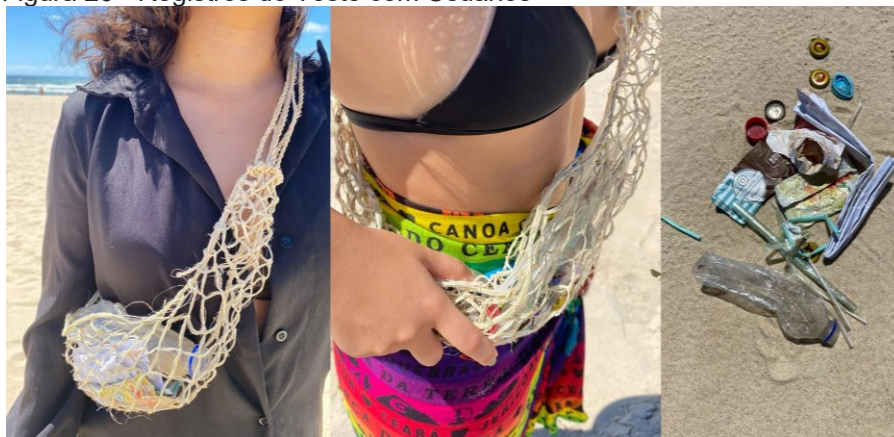
Fonte: Elaborado pela autora

6.5.3 Testes com Usuários

A etapa de testes com usuários é fundamental para o refinamento do projeto. Os testes permitem que o usuário interaja com o produto antes de sua fase final, podendo assim identificar possíveis problemas e gerar feedbacks valiosos para que a solução encontrada seja o mais próximo do ideal para o público-alvo. Esta etapa possibilita e demanda ajustes e melhorias antes da finalização, de acordo com as necessidades do usuário, deixando o produto mais intuitivo e fácil de usar.

Os testes deste projeto foram realizados na Praia do Futuro, em Fortaleza, e contaram com a participação de duas praticadoras frequentes da limpeza de praia, que separadamente em momentos diferentes, percorreram uma faixa de areia por aproximadamente dez minutos por pessoa, utilizando o produto em busca de resíduos sólidos. Ao final dos trajetos, as duas usuárias se encontraram e debateram sobre suas experiências, apresentando seus feedbacks.

Figura 26 - Registros do Teste com Usuários



Fonte: Elaborado pela autora, Praia do Futuro, Fortaleza, Ceará

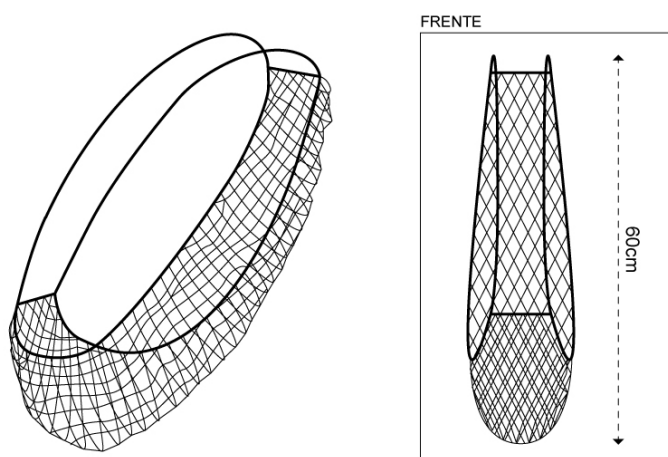
Alguns pontos foram levantados para possíveis ajustes e melhorias no projeto: 1. A faixa de areia da Praia do Futuro recebe uma limpeza regular pela Prefeitura Municipal de Fortaleza, que recolhe os resíduos maiores, portanto os resíduos encontrados normalmente são pequenos pedaços de plástico, que foram difíceis de manter no produto por este ser desenvolvido com uma trama mais aberta, para resíduos maiores; 2. O protótipo tinha uma profundidade baixa que seria preenchida rapidamente em uma sessão de limpeza mais extensa, sendo mais recomendado para limpezas casuais em idas à praia em passeios, por exemplo.

Três principais aspectos positivos foram observados, sendo eles: 1. Conforto, pelo fato do produto se encaixar bem no corpo, ser leve, ergonômico e cômodo para caminhadas; e 2. Praticidade, pois o produto permite que o usuário colete os resíduos com as duas mãos livres, além de continuar fixo no corpo mesmo com ventos fortes, e há uma maior facilidade de guardar os resíduos quando comparado a sacos de lixo comuns; 3. Portabilidade, por ser um produto fácil de ser levado para qualquer passeio, e em alguns casos, pode servir como bolsa principal do passeio, se tornando ainda mais versátil. Estes pontos permitem que a limpeza seja potencialmente mais rápida e menos inconveniente, sendo cada vez mais uma tarefa satisfatória que pode ser feita durante uma caminhada leve pela praia.

6.5.4 Detalhamento técnico

A solução final proposta é composta por uma bolsa transversal confeccionada com palha de Croá, trançada em nós formando uma malha semelhante à utilizada em redes de pesca comuns. No caso, a trama da malha pode ser ajustada para as necessidades de cada usuário, assim como acabamento e personalização do produto.

Figura 27 - Detalhamento da solução



Fonte: Elaborado pela autora

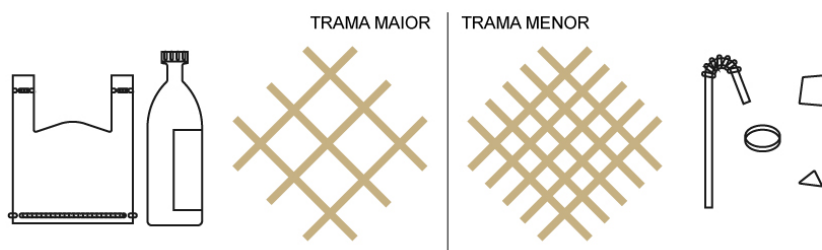
6.5.4.2 Acabamento de materiais e processo de fabricação

O processo de fabricação escolhido é inteiramente manual e foi inspirado na cultura ribeirinha nordestina, mais especificamente nas redes de pesca utilizadas na maioria das comunidades onde o projeto busca atuar, os fatores que mais chamaram atenção nas redes foram facilidade de confecção, resistência, e sua adaptabilidade para diversos tamanhos.

A possibilidade de escolha do melhor tamanho de trama para a rede se fez útil para o produto em desenvolvimento, pois cada praia e extensão de faixa de areia tem uma própria necessidade de limpeza por conter diferentes tipos e tamanhos de resíduos sólidos. Por exemplo, a Praia da Caponga, local base do Projeto Amigos da Praia, citado anteriormente, tem resíduos sólidos maiores, como copos plásticos, sacolas plásticas, pedaços de redes de pesca, e sacos de picolé; já a Praia do Futuro, em Fortaleza, local bastante frequentado por grupos de limpeza de praia, conta com

ações mais frequentes de limpeza feitas pela própria Prefeitura Municipal de Fortaleza, que retira os resíduos maiores da faixa de areia, fazendo com que o alvo dos grupos de limpeza seja, principalmente, pequenos pedaços de plástico, chamados de microlixo¹³.

Figura 28 - Exemplo de diferença de tamanho entre as tramas



Fonte: Elaborado pela autora

Além disso, outro fator importante para a escolha da trama da rede de pesca é a facilidade de confecção, possibilitando que mais usuários sejam capazes de construir seu próprio produto, sem muitas dificuldades. O que é ainda mais explicitado, se considerarmos que nas comunidades ribeirinhas em que a maior fonte de renda é a pesca, não somente o conhecimento cultural da confecção de redes pode voltar a ganhar foco com os jovens. Da mesma forma, em lugares em que não haja a possibilidade de adquirir o material escolhido para o projeto, os usuários poderão reutilizar redes de pesca de segunda mão, e assim, evitar que mais um tipo de resíduo seja descartado no fundo do mar.

¹³ "resíduo formado por itens de pequeno tamanho, os quais, devido às suas pequenas dimensões, escapam do processo de limpeza pública efetuado normalmente" (UNISANTA, 2012)

Figura 29 - Simulação do produto final aplicado em modelo



Fonte: Elaborado pela autora

6.5.5 Estratégias de Marketing

Para que um projeto atinja seus objetivos de negócio, é importante que se defina algumas estratégias de marketing, e para tornar a tarefa mais prática, neste projeto utilizou-se o Canvas de Modelo de Negócios, uma ferramenta visual que permite descrever e analisar o modelo de negócios de uma empresa, definindo estratégias como Parcerias Chave, Atividades Chave, Recursos Chave, Proposta de Valor, Relacionamento com Clientes, Canais de Distribuição, Público-Alvo, Custos Estruturais e Fluxo de Receita. O Canvas pode ser encontrado na figura ao final deste tópico.

6.5.5.1 Parcerias-Chave

Os principais parceiros definidos incluem os fornecedores de matéria-prima, que serão divulgados pelo projeto para garantir que os usuários tenham acesso a materiais acessíveis, permitindo que eles possam utilizar o produto em suas condições ideais. Além disso, grupos de ativismo e sustentabilidade, como o Instituto Lixo Zero e Blue Keepers, são parceiros importantes, pois compartilham os mesmos valores e objetivos de conservação ambiental. Essas parcerias ajudam a promover a conscientização sobre a importância da limpeza de praias e oferecem suporte na divulgação do projeto. Além disso, os governos locais também são parceiros-chave, pois costumam apoiar pequenos grupos de limpeza de praia com recursos e divulgação. A colaboração com esses parceiros é essencial para alcançar um maior impacto e mobilizar a comunidade com o objetivo de conservação das praias brasileiras.

6.5.5.2 Atividades-Chave

As atividades que desempenham um papel essencial no desenvolvimento e no sucesso deste projeto são a comunicação com os clientes, que permite a distribuição e a divulgação do produto de forma eficiente, garantindo que ele alcance o público-alvo de maneira adequada. Além disso, há a manutenção atualizada da lista de fornecedores de matéria-prima que é fundamental para garantir que o usuário possa comprar o material de maneira acessível. Outra atividade-chave é o

desenvolvimento de materiais comunicativos educativos, que têm como objetivo conscientizar e engajar as pessoas sobre a importância da sustentabilidade e da conservação ambiental.

6.5.5.3 Recursos-Chave

Alguns recursos são essenciais para viabilizar a criação e a produção do produto de forma eficiente. Os guias e manuais de instrução da criação do produto fornecem orientações detalhadas para garantir a replicabilidade e o uso correto do produto. Além disso, as listas de fornecedores e pequenos negócios são recursos importantes para identificar e acessar os materiais necessários para a produção do produto de maneira sustentável. Esses recursos em conjunto, permitem que o projeto seja implementado corretamente de forma eficaz e alcance os resultados desejados.

6.5.5.4 Proposta de Valor

A proposta de valor desse projeto é baseada em diversos aspectos encontrados na etapa de Análises que proporcionam benefícios significativos aos usuários. O produto é personalizável, permitindo que seja adaptado de acordo com as preferências e necessidades individuais de cada usuário. Além disso, sua replicabilidade é viabilizada com médio esforço e baixo custo, tornando-o acessível a um público mais amplo. Sua composição natural, biodegradável e vegana alinha-se aos princípios de sustentabilidade, enquanto sua relevância à cultura regional agrega valor local. Em termos de alívio de dores, o produto é prático e eficiente, permitindo uma limpeza mais rápida e fácil. Sua resistência a ventos fortes, exposição ao sol e contato com o sal do mar garante durabilidade e desempenho. A capacidade de separar diferentes tipos de resíduos também atende à necessidade de uma coleta mais eficiente e sustentável. Em resumo, a proposta de valor desse projeto é oferecer uma bolsa sustentável para a coleta de resíduos sólidos em praias, satisfazendo as necessidades dos usuários de forma prática, resistente e alinhada aos princípios de sustentabilidade.

6.5.5.5 Relacionamento com Clientes

Este projeto estabelece um relacionamento pessoal e próximo com os clientes, buscando criar uma conexão genuína e empática com o público-alvo, composto por usuários semelhantes ao núcleo do projeto. A abordagem adotada valoriza a comunicação horizontal, onde estimula-se o diálogo e o feedback dos clientes. Através desse envolvimento, é possível compreender melhor os usuários, permitindo a criação de um ambiente colaborativo e de cocriação. O objetivo final foi desenvolver uma solução que atenda às necessidades dos clientes e que tenha um impacto positivo tanto para eles quanto para o meio ambiente.

6.5.5.6 Canais de Distribuição

A distribuição do projeto ocorrerá por meio de uma estratégia de comunicação direta com os clientes, por canais como redes sociais, sendo o Instagram uma plataforma-chave para alcançar o público-alvo e distribuir guias e manuais de instrução da criação do produto. Esses recursos estarão disponíveis gratuitamente em canais online, como um website ou armazenamento em nuvem, conectado às redes sociais. Essa abordagem permite que o conhecimento e as informações sejam amplamente divulgados e acessíveis a um amplo público interessado.

Além da comunicação com os clientes, haverá a manutenção atualizada de uma lista de negócios locais para fornecimento de matéria-prima de fácil acesso para que os usuários consigam obter o material necessário para a confecção do produto de forma mais rápida. Uma outra estratégia importante é o desenvolvimento de material comunicativo educativo sobre sustentabilidade e a importância da conservação ambiental.

6.5.5.7 Público-Alvo e Segmentação de Mercado

Este projeto tem como público-alvo principal os usuários de 16 a 30 anos, de classe média, residentes de cidades com zonas costeiras ou adjacentes, que visitam praias com frequência. Essa faixa etária representa um grupo de jovens ativos e preocupados com questões ambientais, sendo um público receptivo a soluções sustentáveis e inovadoras.

O segmento de mercado que o projeto visa atender é essencialmente de organizadores de pequenos grupos de limpeza de praias locais. Esses organizadores são indivíduos engajados e comprometidos com a causa da limpeza das praias, e o projeto visa fornecer a eles recursos e soluções que facilitem suas atividades. Além disso, o projeto busca envolver e engajar pessoas que já participam frequentemente de limpezas de praias individualmente, oferecendo a esse segmento uma maior praticidade pois entende-se que esses usuários costumam praticar a coleta de resíduos sólidos em praias distintas e precisam de um produto que possa acompanhá-los em viagens e passeios.

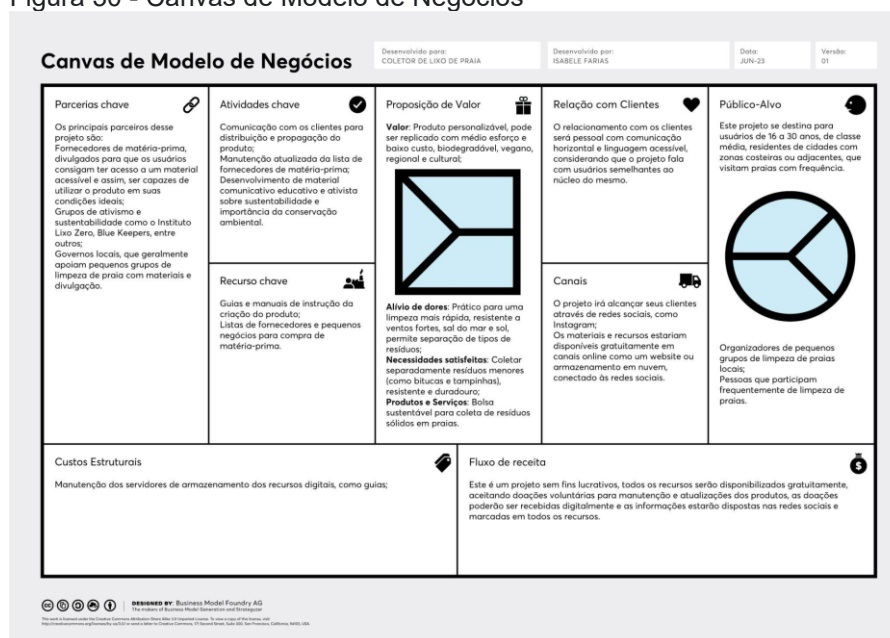
6.5.5.8 Custos Estruturais

Os principais custos relacionados à manutenção do projeto estão em custos de servidores online para armazenamento de informações e recursos, como os guias e manuais que ficarão disponíveis ao público, e custos de divulgação nas redes sociais.

6.5.5.9 Fluxos de Receita

Os fluxos de receita deste projeto são baseados em uma abordagem sem fins lucrativos. Os recursos desenvolvidos serão disponibilizados gratuitamente para os usuários, permitindo que eles tenham acesso às informações e materiais necessários para a produção do produto. No entanto, para garantir a manutenção e divulgação dos recursos, o projeto aceitará doações voluntárias. Essas doações poderão ser recebidas digitalmente, oferecendo uma maneira conveniente e acessível para os apoiadores contribuírem financeiramente. As informações sobre as doações e a forma de contribuição serão divulgadas nas redes sociais e estarão disponíveis em todos os recursos do projeto, fornecendo facilidade para aqueles que desejam apoiar o desenvolvimento contínuo deste projeto.

Figura 30 - Canvas de Modelo de Negócios



Fonte: Criado pela autora | Modelo desenvolvido por Strategyzer AG, 2020

6.6 Análise Biomimética

Segundo o *Biomimicry Toolbox*, a etapa de Análise Biomimética é a fase em que se deve avaliar o quanto as soluções encontradas atendem aos critérios de design, assim como examinar a viabilidade técnica e do modelo de negócios, e refinar e rever etapas anteriores para garantir que a solução produzida seja viável.

Embora seja a última etapa listada no Método Biomimético, é importante que a Análise Biomimética ocorra em várias etapas para garantir que a solução proposta se enquadre com o conceito da Biomimética, desde o início do planejamento e busca de fundamentos, passando pelas avaliações de cada ideia e protótipo executados, até a definição do Modelo de Negócios, com sua distribuição e configurações de logística e plataformas.

O *Biomimicry Toolbox* traz quatro principais tópicos para auxiliar na análise, sendo eles:

6.6.1 Visão sistêmica

Pensar sistematicamente implica considerar todas as interações entre as partes de um todo, e como cada parte é impactada pelo sistema. Este projeto depende de um grande sistema para funcionar corretamente, o produto final é uma parte fundamental, entretanto, não pode sobreviver ou sustentar a si mesmo sem a interação com os usuários e grupos de pessoas ligados ao movimento sustentável, ou os recursos responsáveis por espalhar o produto, como os canais de distribuição, por exemplo.

6.6.2 Restrições de Viabilidade

Entende-se que uma solução só pode ser considerada viável se for capaz de ser executada fora de suas condições ideais, tendo em sua essência a adaptabilidade. Pensando nisso, foi definido que o uso da malha de rede de pesca como estrutura do produto permite que na falta do material ideal para a construção do mesmo, o usuário possa fazer uso de redes de pesca aposentadas que funcionarão tão bem quanto, garantindo a que a função seja cumprida e que o material não seja um obstáculo para a criação do produto. Por um lado, abrindo mão

da biodegradabilidade, mas trazendo um novo propósito para um material que seria descartado no fundo do mar.

6.6.3 Padrões unificadores da natureza

Um dos pilares da Biomimética é ter a natureza como nossa mentora, aprendendo com a forma como ela se desenvolve e evolui em todo o planeta. O *Biomimicry Toolbox* definiu dez principais lições estudadas em soluções naturais chamadas de unificadoras pois se repetem em diversas situações. Essas lições devem ser consultadas no início do desenvolvimento, e lembradas ao longo do processo. Abaixo encontram-se as lições detalhadas e o modo como o presente projeto desempenhou cada requisito:

- a) A natureza usa apenas a energia de que precisa: o produto evita o uso de recursos energéticos não renováveis, por ser um produto de confecção manual e totalmente artesanal com matéria-prima natural, depende essencialmente da energia humana, o projeto se alinha com os princípios de uso eficiente de energia observados na natureza, minimizando o impacto ambiental e gasto desnecessário de energia e recursos;
- b) A natureza recicla: a reciclagem encontra-se presente em todo o sistema deste projeto, sendo um de seus requisitos resolver a separação mais eficaz na coleta para que o máximo de resíduos sólidos coletados seja destinado corretamente para processos de reciclagem, ou algum destino adequado. Este requisito é atendido pelo produto ao oferecer a possibilidade de adicionar divisórias de diversos tamanhos, possibilitando assim a separação de itens como garrafas plásticas, canudos, bitucas de cigarro, tampas de garrafa, entre outros;
- c) A natureza resiste a alterações: o Desenvolvimento Sustentável implica também que a solução proposta consiga sobreviver e se adaptar com o tempo, principalmente se sujeita a adversidades, deve ser capaz de se consertar e manter sua funcionalidade com ajustes acessíveis. Um dos maiores desafios deste projeto foi desenvolver um produto que atenda a tais necessidades, sendo resolvido com o processo altamente adaptável, que permite que em casos de avarias, como por exemplo, um corte por algum objeto pontiagudo coletado, o produto possa ser facilmente consertado, fazendo com que sua vida útil aumente excepcionalmente;

- d) A natureza tende a otimizar em vez de maximizar: a escolha de estratégias com base em processos de baixo consumo energético, como a confecção manual, a construção adaptável e o uso de estruturas multifuncionais e versáteis, contribui para a otimização de recursos. Essas abordagens permitem a utilização eficiente de materiais e a redução da energia necessária para a produção e manutenção do produto;
- e) A natureza proporciona benefícios mútuos: o projeto se beneficia de parcerias-chave para funcionar e ter um maior alcance, como fornecedores de matéria-prima, grupos de ativismo sustentável, e governos locais como prefeituras municipais, que podem auxiliar com divulgação, por exemplo;
- f) A natureza funciona com informações: é muito importante para que o projeto funcione que haja uma fonte constante de informações relevantes para que o produto possa ser o mais atualizado e sintonizado com seu público o possível, isso pode ser executado por meio dos canais de redes sociais, por onde o projeto se comunicará com seu público;
- g) A natureza usa química e materiais seguros para os seres vivos: a matéria-prima escolhida para confecção do produto é um material 100% natural e biodegradável, e o processo de criação é inteiramente artesanal, sem uso de químicas durante o desenvolvimento;
- h) A natureza constrói usando recursos abundantes, incorporando recursos raros apenas com moderação: entendendo que nem sempre é possível executar nas condições ideais projetadas, o produto deste estudo utiliza matéria-prima natural e acessível como base, porém, em casos em que isso não possa ser alcançado, o projeto possibilita que o usuário utilize de redes de pesca utilizadas, geralmente feitas de plástico, mas que nessas ocasiões, serão reutilizadas para um novo propósito e terão um destino final diferente do que teriam antes com um descarte comum;
- i) A natureza é localmente sintonizada: utilizar matéria-prima acessível localmente permite que um número maior de pessoas possa fazer uso do produto, assim como a possibilidade de adaptar o produto para diversas localidades e praias com diferentes tipos de resíduos, aumentando a rede de usuários;
- j) A natureza usa a forma para determinar a funcionalidade: o formato do produto foi pensado considerando um maior potencial ergonômico, prático e confortável

tendo como comparativo os produtos mais comumente utilizados pelos usuários, como sacos de lixo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, este projeto alcançou seus principais objetivos, tendo como resultado um produto sustentável, regional e utilitário, empregando recursos naturais e otimizando processos e energias.

Este estudo apresenta uma valiosa contribuição para as áreas de sustentabilidade, biomimética e limpeza de praias. Através da aplicação dos princípios da biomimética, foi possível desenvolver um projeto que respeita as leis da natureza e utiliza de recursos naturais de forma consciente, minimiza o impacto ambiental e promove a conservação dos ecossistemas costeiros. Além disso, o coletor de resíduos sólidos em praias contribui diretamente para a preservação das praias brasileiras e a conscientização da importância da limpeza e conservação das praias, o que tem impacto positivo nas fontes de renda advindas da praia, como turismo, pesca, e artesanato.

7.1 Limitações e sugestões para trabalhos futuros

Embora a maior parte deste projeto tenha ocorrido com sucesso, alguns pontos de melhoria são recomendados para futuros trabalhos. Entende-se que para a distribuição ideal do projeto, é necessário que sejam criados e executados os guias de confecção do produto final, assim como a estruturação prática dos canais de distribuição e comunicação, itens que não foram executados integralmente no presente projeto.

Por fim, este projeto demonstrou a viabilidade e eficácia da aplicação da biomimética na criação de soluções sustentáveis para a limpeza de praias. Com os resultados, foi possível otimizar recursos, utilizando apenas o necessário da natureza, e promover a conservação ambiental. Espera-se que este trabalho inspire novas iniciativas e projetos na área, contribuindo para um futuro mais sustentável e consciente em relação à preservação das praias brasileiras.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, A. J. V; FERROLI, P. C. M; LIBERLOTTO, L. I. Design, artefatos e sistema sustentável. São Paulo: Blucher, 2018.
- BENYUS, J.M. Biomimética: Inovação inspirada pela natureza. São Paulo: Cultrix, 1997.
- BIOMIMICRY 3.8. Biomimicry Institute 3.8. Disponível em: <<http://biomimicry.net/>>. Acesso em 03 de julho de 2022.
- BIOMIMICRY INSTITUTE. Biomimicry Toolbox Evaluate Step. Disponível em: <<https://toolbox.biomimicry.org/methods/evaluate/>>. Acesso em 25 de junho de 2023.
- BONSIEPE, Gui et al. Metodologia experimental: Desenho industrial. Brasília: CNPq, 1984.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.html. Acesso em: 30 jun. 2022.
- BURDEK, Bernhard E. Design: História, teoria e prática do design de produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- CARADONNA, J. L. Sustainability: A History. New York: Oxford University Press, 2014.
- COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL DA UNESCO. Relatório Mundial sobre a Ciência Oceânica, 2020.
- DEUS, R. M; BATTISTELLE, R. A. G; SILVA, G. H. R. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, 2015.
- FAUSTO, Boris. A História do Brasil cobre um período de mais de quinhentos anos, desde as raízes da colonização portuguesa até nossos dias. Edusp, 1996.
- GRUBER, P. Biomimetics in Architecture. Strauss GmbH, Mörlenbach, Alemanha: SpringerWienNewYork, 2013.
- IDEO. DEFINIÇÃO DE DESIGN THINKING, 2008. Disponível em: <https://designthinking.ideo.com/#design-thinking-in-context>. Acessado em: 30 de junho de 2022.
- INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Muito além dos nossos olhos: Microplásticos no fundo do mar. 2020. Disponível em: <https://www.io.usp.br/index.php/noticias/1290-muito-alem-dos-nossos-olhos-microplasticos-no-fundo-do-mar.html>. Acessado em: 29 de junho de 2022.

INTERNATIONAL COASTAL CLEANUP. We Clean On: International Coastal Cleanup By the Numbers. Ocean Conservancy, 2021. Disponível em: <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-cleanup/annual-data-release/>. Acessado em: 01 de julho de 2022.

KADRI, L.B. Towards the living envelope: Biomimetics for building envelope adaptation. 2012. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Delft University of Technology, Holanda.

LOBACH, Bernd. Diseño Industrial. Bases para La Configuración de los Productos Industriales. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1981.

LUSHER, A. Microplastics in the Marine Environment: Distribution, Interactions and Effects, in Bergmann, M., et al., Marine Anthropogenic Litter, 2015.

MIASKIEWICX, T; KOZAR, K. A. Personas and user-centered design: How can personas benefit product design processes?. Design Studies, Volume 32, Issue 5, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142694X11000275>. Acessado em: 01 de julho de 2022.

MCLENNAN, J. F. The Philosophy of Sustainable Design. Ecotone Publishing Company LLC, 2004.

NOAA. Marine Debris Program. Ocean Conservancy, SC Sea Grant, 2018. Disponível em: <https://www.whoi.edu>. Acessado em 20 jun. 2022.

PAPANEK, V. Design for the Real World: Human Ecology and Social Change. Chicago: Chicago Review Press, 2005.

PAZMINO, A. V. Modelo de ensino de métodos de design de produtos. Tese (doutorado). Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes de Design, 2010.

PLATCHECK, E. R. Metodologia de Ecodesign para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis. 2003. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/117875/000396871.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: 21 de junho de 2022

QUEIROZ, N. T. O conhecimento histórico para compreensão dos problemas ambientais da atualidade. Montes Claros, 2016.

REIS, G. N. L. dos. (2013). Variação vertical da faixa de praia da Caponga e Águas Belas e riscos associados. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/30889>. Acessado em: 01 de julho de 2022.

RIBEIRO, Túlio Franco; LIMA, Samuel do Carmo. Coleta seletiva de lixo domiciliar - estudo de casos. Caminhos de Geografia, Uberlândia, MG, v. 1, n. 2, p. 50-69, dez. 2000.

RIBEIRO, W. C. A ordem ambiental internacional. 1. Ed. São Paulo: Contexto, 2001. 182 p.

RITCHIE, H; ROSER, M. Plastic Pollution. Our World in Data, 2018. Disponível em: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>. Acessado em: 28 de junho de 2022.

SARIKAYA M. An introduction to biomimetics: a structural viewpoint. Microsc Res Techniq, 1994.

SEBRAE, 2014 <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-design-e-o-que-ele-pode-fazer-pela-sua-empresa,c636797d9ed77410VgnVCM1000003b74010aRCRD>

TORRES, Clerijane Nascimento. (2015) A gestão dos resíduos sólidos no município de cascavel, ceará: fragilidade ambiental, social e política. Geosaberes, Fortaleza. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/459>. Acessado em: 03 de julho de 2022.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. From Pollution to Solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution. Nairobi, 2021.

WAHL, D. C. Bionics vs. biomimicry: from control of nature to sustainable participation in nature. Wessex: WIT Press, 2006.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Brundtland: Oxford University Press, 1987.