

Veronica Magno de Moraes

**DESIGN SOCIAL: MELHORIA DAS CONDIÇÕES DA ÁGUA  
UTILIZANDO FILTRO DE BAIXO CUSTO**

Projeto de Conclusão de Curso  
submetido ao Programa de  
Graduação da Universidade  
Federal de Santa Catarina para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Design. Orientadora: Prof. Dra.  
Ana Veronica Pazmino.

Florianópolis  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

de Moraes, Veronica Magno

Design Social: Melhoria das condições de água com filtro de baixo custo / Veronica Magno de Moraes ; orientadora, Ana Veronica Pazmino, 2019.

104 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Graduação em Design, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Design. 2. Design Social. 3. Sustentabilidade. 4. Purificação das águas. I. Pazmino, Ana Veronica. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Design. III. Título.



Veronica Magno de Moraes

## **DESIGN SOCIAL: MELHORIA DAS CONDIÇÕES DA ÁGUA UTILIZANDO FILTRO DE BAIXO CUSTO**

Este Projeto de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Design, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 20 de novembro de 2019.

Prof<sup>a</sup>. Mary Vonni Meurer, Dr<sup>a</sup>. Coordenadora do Curso

### **Banca Examinadora:**

Prof.<sup>a</sup> Ana Veronica Pazmino. Dr<sup>a</sup>.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Cristiano Alves, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ivan de Medeiros, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente  
Ana Veronica Paz Y Mino Pazmino  
Data: 25/11/2019 13:35:45-0300  
CPF: 005.025.009-48

---

Prof.<sup>a</sup> Ana Veronica Pazmino. Dr<sup>a</sup>.  
Universidade Federal de Santa Catarina



## AGRADECIMENTOS

Desejo exprimir os meus agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, permitiram que este projeto se concretizasse.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a todos os professores, mestrandos, doutorandos e todos aqueles da Universidade Federal de Santa Catarina que fizeram parte do meu processo de formação. Juntamente com aqueles que tiveram a disponibilidade em me auxiliar nas etapas de produção desse Projeto de Conclusão. Em especial à Ana Veronica Pazmino, por ter me orientado, agradeço-a ainda pela inspiração ao tema do trabalho e por sempre me aperfeiçoar como profissional.

Agradeço igualmente aos professores da Universidade Federal do Ceará, que me auxiliaram com dados para a pesquisa local. Também a todos que fizeram possível a experiência de um intercâmbio durante os últimos anos da graduação, me permitindo ampliar o conhecimento em design que foi primordial para o desenvolvimento do projeto.

Juntamente, aos meus amigos e colegas, agradeço a amizade e a ajuda em etapas finais de produção como obviamente o estímulo para criação. E finalmente agradeço a minha família, meus tios, primos e principalmente ao meu irmão e meus pais que sempre me apoiaram nas minhas decisões e por contribuírem para que eu alcançasse meus sonhos e objetivos.

Meus sinceros agradecimentos e respeito a todos, e por fim aqueles estudantes, professores, servidores e todos outros das universidades federais que defendem e protestam para uma educação de qualidade pública e gratuita.



“Mudar é difícil mas é possível.”  
(Paulo Freire , 2000)



## RESUMO

Embora o Brasil possua as maiores reservas de água por unidade territorial do planeta, a desigualdade na distribuição em seu espaço geográfico é visível. A contaminação e poluição de rios e mananciais afetam principalmente aqueles que mais precisam, comunidades ribeirinhas e periféricas sofrem devido às condições das águas.

Em diversas regiões brasileiras, em especial a Nordeste, a água dos rios utilizada, em geral para consumo humano e uso doméstico, tende a graves problemas de turbidez, contendo material sólido em suspensão, bactérias e outros microrganismos. A cada ano, milhões de crianças morrem vítimas de infecções causadas por água contaminada, é necessário, então, que se remova a maior quantidade possível desses materiais antes de usá-la para consumo. Porém normalmente, isto é obtido pela adição de coagulantes químicos, dentro de uma sequência de tratamento controlado, que na maioria das vezes não estão disponíveis a um preço razoável.

Considerando que a maior parte da população brasileira se encontra em condições de baixa renda e constando os atuais recordes de desigualdade, a carência por produtos focados para a população é visível. Logo que tal público, não possui recursos financeiros suficientes para consumir e utilizar bens concebidas pelo mercado, tendo que grande parte sobreviver de maneira precária. Dessa forma, com base nos estudos de design frugal, em que o processo visa a redução de custos e recursos, esse projeto consiste na criação de um objeto para a real população brasileira.

Além de soluções tecnológicas e mercadológicas, é preciso mudar o enfoque cultural da sociedade em relação a água, priorizando o uso sustentável e o acesso a todos.

Assim sendo, o presente projeto apresenta uma ideia viável para amenizar, através dos processos de design, um sério problema social da contaminação e falta das águas potáveis no Brasil, focando para população de baixa renda.

Palavras-chave: Design Social, Sustentabilidade, Purificação das águas.



## ABSTRACT

Although the country has the largest water reserves per territorial unit on the planet, the inequality in distribution in its geographical space is visible. Contamination and pollution of rivers and springs mainly affect those who need it most, riverside and peripheral communities suffer each year due to water conditions.

In several Brazilian regions, especially the Northeast, the river water generally used for human consumption and domestic use tends to serious turbidity problems, containing suspended solid material, bacteria and other microorganisms. Every year millions of children die from infections caused by contaminated water, so we need to remove as many of these materials as possible before using them for consumption. However, this is usually achieved by the addition of chemical coagulants within a controlled treatment sequence, which is often not available at a reasonable price.

Considering that most of the Brazilian population is in low-income conditions and with the current records of inequality, the lack of products focused on the population is visible. As soon as such public does not have sufficient financial resources to consume and use goods designed by the market, much of it survives in a precarious way. Thus, based on frugal design studies, in which the process aims to reduce costs and resources, this project consists in creating an object for the real Brazilian population.

In addition to technological and market solutions, society's cultural approach to water needs to be changed, prioritizing sustainable use and access for all. Thus, the problem of lack of drinking water is seen as a prime factor for the search for possible solutions in the national territory, especially in areas with greater difficulty of access.

Therefore, the present project aims at the possible solution, through the design processes, of a serious social problem of contamination and lack of drinking water in Brazil, focusing on low income population.

Keywords: Social Design, Sustainability, Water purification.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Infográfico Impacto Humano no Planeta	26
Figura 2 – Metodologia Duplo Diamante	28
Figura 3 – Distribuição da Água no Planeta	30
Figura 4 – Índice de Disponibilidade de Água Per Capita (m <sup>3</sup> /pessoa/ano)	31
Figura 5 – Índice de Uso da Água	32
Figura 6 – Hippo Roller Water Project	33
Figura 7 – Como Funciona Warka Tower	34
Figura 8 – Warka Tower	35
Figura 9 – Conjunto P&G Sachet	35
Figura 10 – Lifestraw Uso em Rio	36
Figura 11 – Filtro VF1	37
Figura 12 – Falta de Esgotamento Sanitário no Brasil	38
Figura 13 – Proporção de Municípios com Instrumento Regulador de Serviços de Saneamento Básico	39
Figura 14 – Doenças Decorrentes do Saneamento Básico Observado nos Municípios em 2017	41
Figura 15 – Taxa de Mortalidade por Diarreia em Crianças Menores de 1 Ano Segundo Regiões Geográficas Brasileiras, 2009.	42
Figura 16 – Análise Sincrônica Filtro de Barro	45
Figura 17 – Análise Sincrônica PearCo Filter	46
Figura 18 – Análise Sincrônica Tata SWAC	47
Figura 19 – Análise Sincrônica Lifestraw	47
Figura 20 – Análise Sincrônica Sun Spring System	48
Figura 21 – Relação Custo-Benefício Concorrentes Diretos	51
Figura 22 – Ilustração Estrutural do Filtro de Barro	53
Figura 23 – Incidência das Análises de Coliformes Totais Fora do Padrão	55
Figura 24 – Incidência das Análises de Turbidez Fora do Padrão, Nordeste	56
Figura 25 – Comparação de Municípios na Incidência das Análises de Turbidez Fora do Padrão	57
Figura 26 – Painel Visual do Usuário	58
Figura 27 – Personas	60
Figura 28 – Conceito Atrativo	63

Figura 29 – Conceito Intuitivo	64
Figura 30 – Conceito Prático	64
Figura 31 – Conceito Funcional	65
Figura 32 – Sketch das Alternativa Número 1 e 2	66
Figura 33 – Sketch das Alternativa Número 3 e 4	67
Figura 34 – Sketch das Alternativa Número 5 e 6	68
Figura 35 – Modelagem 3D	68
Figura 36 – Painel de Alça e Bico	69
Figura 37 – Forma Final	72
Figura 38 – Aplicação do Nome	73
Figura 39 – Paleta de Cor	74
Figura 40 – Infográfico Produção	75
Figura 41 – Processo de Criação do Molde	76
Figura 42 – Impressão 3D Finalizada Tamanho Real	77
Figura 43 – Produção da Jarra no Torno	78
Figura 44 – Acabamentos	79
Figura 45 – Ambientação	80
Figura 46 – Infográfico de Uso	81
Figura 47 – Uso do Produto	82
Figura 48 – Dimensões do Produto e Pega	83
Figura 49 – Render do Molde para Usinagem	84
Figura 51 – Desenho Técnico Perspectiva	85
Figura 52 – Infográfico Processo de Recriação	86
Figura 53 – Licença Creative Commons Brasil	89

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Análise Sincrônica Comparativa	49
Quadro 2 - Matriz Comparativa	50
Quadro 3 - Requisitos de Projeto	61
Quadro 4 - Pontuação das Alternativas	70
Quadro 5 - Dados Antropométricos da Mão Direita (mm)	72
Quadro 6 - Fator Econômico do Produto	91



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ACV – Avaliação do Ciclo de Vida  
ANA – Agência Nacional de Águas  
APA – Área de Preservação Ambiental  
CAD – Computer Aided Design  
CI – Comissão de Serviços de Infraestrutura  
CIPP – Complexo Industrial e Portuário do Pecém  
CMA – Conselho Mundial da Água  
CNC – Computer Numeric Control  
CNI – Confederação Nacional da Indústria  
COHESP – Controle Hídrico de São Paulo  
CSDW – Children's Safe Drinking Water Program  
IBGE – Instituto Brasileiro Geografia e Estatística  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
OMM – Organização Meteorológica Mundial  
OMS – Organização Mundial de Saúde  
ONU – Organização das Nações Unidas  
Plansab – Plano Nacional de Saneamento Básico  
P&G – Procter & Gamble  
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente  
Saveh – Sistema de Auto avaliação da Eficiência Hídrica  
SIS – Síntese de Indicadores Sociais  
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
UFC – Universidade Federal do Ceará  
UnB – Universidade de Brasília  
USP – Universidade de São Paulo



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>22</b>
1.1 TEMA	22
1.2 PROBLEMA DE PROJETO	24
1.3 OBJETIVOS	24
<b>1.3.1 Objetivo Geral</b>	<b>24</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos</b>	<b>24</b>
1.4 JUSTIFICATIVA	25
1.5 METODOLOGIA PROJETUAL	27
<b>2. DESCOBRIR</b>	<b>29</b>
2.1 PROBLEMÁTICA DA ÁGUA	29
<b>2.1.1 Poluição</b>	<b>37</b>
<b>2.1.2 Doenças Decorrentes</b>	<b>40</b>
2.2 DEFINIR	43
<b>2.2.1 Pesquisa de Produtos</b>	<b>43</b>
2.2.1.1 Análise Sincrônica	45
2.2.1.2 Análise de Custo Benefício	50
2.2.1.3 Análise Funcional e Estrutural	52
2.2.2 Definição do Público Alvo	55
2.2.2.1 Pesquisa com os Usuários	59
<b>2.2.3 Requisitos de Projeto</b>	<b>61</b>
<b>3. CRIAR</b>	<b>63</b>
3.1 PAINÉIS DE REFERÊNCIA	63
3.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	65
<b>3.2.1 Seleção de Alternativa</b>	<b>70</b>
3.3 REFINAMENTO	71
<b>3.3.1 Levantamento Antropométrico</b>	<b>71</b>
<b>3.3.2 Produto</b>	<b>72</b>
3.4 MATERIAL E PROCESSO	74

	20
<b>3.4.1 Testes</b>	<b>77</b>
<b>3.5 MEMORIAL DESCRITIVO</b>	<b>79</b>
<b>3.5.1 Conceito</b>	<b>80</b>
<b>3.5.2 Fator Uso</b>	<b>81</b>
<b>3.5.3 Fator Técnico - Construtivo</b>	<b>84</b>
<b>3.5.4 Fator Estético - Simbólico</b>	<b>87</b>
<b>3.5.5 Fator Ambiental</b>	<b>87</b>
<b>3.5.6 Fator Social</b>	<b>88</b>
<b>3.5.7 Fator Comercial</b>	<b>89</b>
<b>4. CONCLUSÃO</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICE A</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE B</b>	<b>102</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países mais ricos de água doce das Nações Unidas. Entretanto, os quadros sanitários nas cidades brasileiras são dos mais vergonhosos do mundo. O problema resulta, fundamentalmente, nos desperdícios e na degradação da qualidade da água disponível nas cidades do País terem atingido níveis nunca imaginados.

O presente trabalho visa mostrar como o design pode minimizar problemas sociais por meio de princípios de sustentabilidade.

### 1.1 TEMA

A água é um recurso natural essencial como meio de existência para várias espécies de seres vivos, como também, um representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de energia e de diversos outros bens de consumo. Nesse sentido, quando falta água, a vida está ameaçada, uma vez que essa é a fonte de vida do planeta. No entanto, por maior que seja a importância da água, a nação continua a degradá-la, pelos rios e mares em diversas regiões da Terra, esquecendo seu vital valor.

A falta de água é um dos graves problemas mundiais que pode afetar a sobrevivência dos seres humanos. O uso desordenado, o desperdício e o crescimento da demanda são fatores que contribuem para intensificar a escassez de água potável no planeta. De toda água da Terra, 97% está nos oceanos de forma salgada, enquanto que apenas 3% são lagos de água doce, dentre esses 12 % está no Brasil, (Agência Nacional de Águas, 2018). Um País que apresenta uma das maiores bacias hídricas do mundo, paradoxalmente enfrenta severas escassezes de água potável, que tem sido provocadas pelo desequilíbrio entre a distribuição demográfica, industrial, agrícola e principalmente pela poluição.

Nas sociedades modernas, a busca do conforto implica necessariamente em um aumento considerável das necessidades diárias de água. Porém, passados cinco anos desde que o Brasil se comprometeu as metas do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), mais de 55% da população ainda não possui tratamento de esgoto, sendo que dois em cada 10 brasileiros não têm acesso a água de qualidade.

O Brasil é um país que nunca investiu muito em saneamento. Sempre foi um setor no qual foram buscadas alternativas locais. Então, as pessoas criavam fossas, poços, esse tipo de alternativa que acaba gerando problemas de saúde. (AZEVEDO, 2018 *apud* FERREIRA, 2019)

Todos os anos no Brasil 1,9 milhões de crianças morrem por conta de diarreia, segundo dados da OMS em 2015. Oito em cada 10 mortes, por esse motivo, são atribuídas à má qualidade da água, ao saneamento inadequado e à falta de higiene. Atualmente, em 2019, 100 milhões de brasileiros não contam com a coleta de esgoto e mais de 35 milhões não têm acesso à água potável, segundo dados do Ministério das Cidades.

Segundo professor Demetrios Christofidis, doutor em gestão de recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da Universidade de Brasília (UnB). A situação é crítica. Quando a população tem coleta de esgoto, não tem tratamento adequado, que é o que permite a recuperação da água. Precisa de muito mais investimento do que temos atualmente na área. (AZEVEDO, 2018)

Contando com a falta de água já existentes no Brasil, catástrofes e tragédias como o caso de Brumadinho e Mariana, causam consequências ambientais ainda maiores para o ecossistema e cidades afetadas (PASSARINHO, 2019). Três anos após o rompimento da Barragem Fundão, em Mariana, impactos ainda são sentidos pelas regiões cortadas pelo Rio Doce, devido ao acúmulo de metais pesados como cádmio, mercúrio, chumbo, manganês, ferro e alumínio que atingiu a extensão da bacia inteira. A tragédia de Brumadinho não foi muito diferente, a lama da barragem afetou o abastecimento de água em 16 municípios, no primeiro mês do desastre, uma captação de água que atendia a 100 mil habitantes, ficou comprometida, impedindo a população ribeirinha o consumo desta fonte de água, que agora, está contaminada.

## 1.2 PROBLEMA DE PROJETO

Conforme analisado o tema e as dificuldades existentes, como mencionado acima, a pergunta do projeto é: Como atender a problemática de falta de água potável, purificando, dentro de um ambiente doméstico, a água sem condições adequadas para serem bebidas?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

O presente Projeto de Conclusão de Curso utiliza como base os conceitos de design, para desenvolver um produto que auxilie as comunidades necessitadas a filtrar água suja ou contaminada, tornando-a potável.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar sobre o problema da falta de água potável no Brasil;
- Analisar o mercado e oportunidades;
- Identificar o público alvo;
- Pesquisar necessidades do usuário;
- Verificar produtos similares já existentes no mercado, na questão de estrutura e tecnologia;
- Incorporar o custo benefício de material através da identificação do público alvo;
- Definir requisitos de projeto;
- Desenvolver alternativas para o produto;
- Criar protótipos, analisando as necessidades;
- Testar soluções;
- Detalhar solução final.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

O chamado Design Social cuida de problemas de camadas sociais e comunidades que não são atendidas pelo mercado ou pelo poder público. Um grande obstáculo das sociedades atuais é a falta de acesso à água potável. À vista disso por meio de ferramentas do Design e inovação frugal pode-se realizar projetos que se preocupem em contribuir para o acesso à água limpa e melhoria da qualidade de vida de determinada comunidade. O modelo de desenvolvimento, tal como se apresenta hoje, já provou não ser sustentável.

Dessa forma, existem diversos programas de gerenciamento que visam ao desenvolvimento, priorizando a sustentabilidade de longo prazo, integridade ecológica, participação da comunidade na tomada de decisão e acesso justo, ao invés de lucro. Porém, garantir o acesso à água de qualidade a todos os brasileiros é um dos principais desafios para os gestores do país. Especialistas, da Universidade Federal de Juiz de Fora, alertam que os problemas podem se agravar se não forem tomadas medidas urgentes e se a sociedade não mudar sua percepção em relação aos recursos naturais.

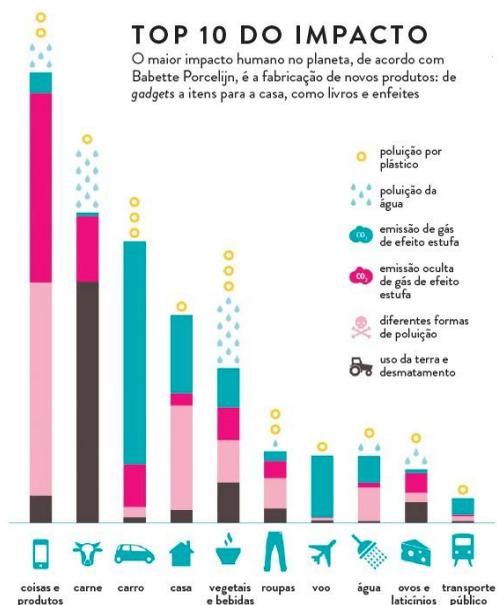
O Brasil tem 12 regiões hidrográficas que passam por diferentes complicações para manter sua disponibilidade e qualidade hídrica. O mapeamento feito pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018), mostra que, nas bacias que abrangem a região norte, o impacto vem principalmente da expansão da geração de energia hidrelétrica. No caso da região centro-oeste, o fator da expansão da fronteira agrícola é a que mais desafia a conservação dos recursos hídricos. As regiões sul e nordeste enfrentam déficit hídrico e a região sudeste apresenta graves problemas de poluição hídrica. Além desta problemática relacionada a disponibilidade das águas no Brasil, 40% da água tratada possui falha de distribuição (AGÊNCIA SENADO, 2015).

Foi o que mostrou a edição de dezembro de 2014 da revista *Em Discussão!*, publicada pela Secretaria de Comunicação do Senado. O desperdício de água já tratada representa uma perda de mais de R\$ 10 bilhões por ano, segundo estudo que resultou de parceria entre o Instituto Trata Brasil e a Universidade de São Paulo (USP), publicado em março de 2013. Além de agravar a escassez hídrica, essas perdas dificultam novos investimentos em abastecimento e saneamento, limitando a oferta de serviços essenciais à população.

As perdas fazem com que mais água tenha que ser retirada da natureza para cobrir a ineficiência. É preciso que Governo Federal, governadores e prefeitos lutem por reduções de perdas desafiadoras, pois certamente resultarão em recursos financeiros para levar água potável e esgotamento sanitário a quem não tem. (SENADO FEDERAL, 2014 *apud* ÉDISON CARLOS, 2015)

Ambientalista holandesa Babette Porcelijn, 2016, defende uma nova abordagem, que tenha um impacto restaurador no planeta com base em números e analisando a cadeia de ponta a ponta. A designer desenvolveu uma fórmula que ajuda cada pessoa a calcular o seu impacto pessoal no ambiente, fazendo assim o primeiro top 10 do mundo de atitudes que mais impactam um meio ambiente. A Figura 1, retirada de seu livro “*What Design Can Do*”, ilustra o impacto humano conforme novos produtos e serviços, levando em conta a questão ambiental.

Figura 1 – Infográfico Impactos Humanos no Planeta



Fonte: PORCELIJN, 2018.

Atualmente a visão ambiental do Design na sustentabilidade do planeta está cada vez mais focado em criar soluções para um problema social. O planeta vem desenvolvendo necessidades não tão novas, mas que infelizmente só agora estão recebendo a atenção que merecem entre os profissionais da área. Assim sendo, o design sustentável é uma alternativa que vem sendo utilizada com o objetivo de diminuir ao máximo os impactos ambientais, maximizar as práticas econômicas, o bem-estar social e propor um valor de responsabilidade de não prejudicar o meio ambiente (PAZMINO, 2007, p.8).

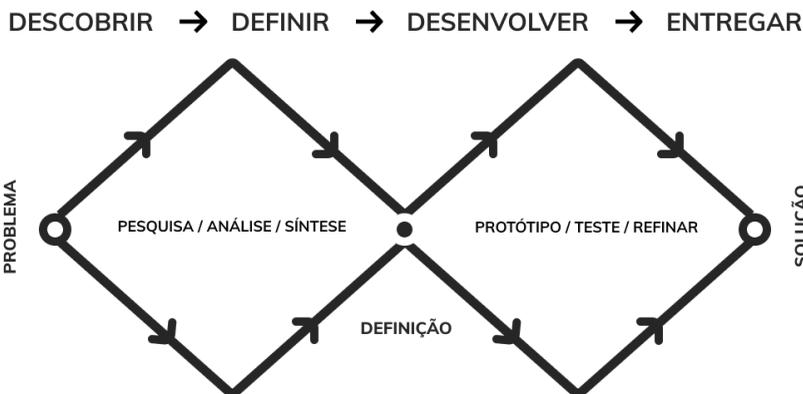
Ao trazer a água para o centro da sustentabilidade, é possível verificar que esta temática vem crescendo na área do Design. Porém, as utilizações de tecnologia e pesquisa ainda estão muito focadas no consumo das grandes empresas, sendo vendidas como produtos para o mercado.

## 1.5 METODOLOGIA PROJETUAL

O processo projetual adotado para o desenvolvimento do Projeto de Conclusão de Curso é denominado **Duplo-Diamante** (Cody Wallis, 2005) da organização *Design Council*. Tal método divide-se em quatro fases, que mapeia as etapas convergentes e divergentes do processo de criação do projeto de design. Seguindo o processo sequencial, as fases são nomeadas como “Descobrir, Definir, Desenvolver e Entregar”, sendo Descobrir/Desenvolver as etapas divergentes e Definir/Entregar as fases convergentes, como mostra a Figura 2.

A primeira fase do processo é **Descobrir**, que consiste em etapas de investigar e pesquisar a partir da definição do problema ou objetivo. Nesta fase, é preciso conhecer as premissas, restrições e requisitos, para então definir as metas desejáveis. Desta forma deve-se iniciar o projeto pesquisando o tema e acompanhando o comportamento do mercado juntamente com as tendências da sociedade, através de métodos como painel semântico e ferramentas de síntese e fundamentação teórica por meio de pesquisa documental.

Figura 2 – Metodologia Duplo Diamante



Fonte: Adaptado de Design Council, 2005.

Em seguida passa-se para a etapa **Definir**, que contempla-se a partir dos materiais coletado na fase anterior, tendo início a interpretação das ideias e análise de viabilidade. Nesta etapa, tem-se a definição da finalidade, ou seja, a intenção do projeto, identificando oportunidades. A terceira fase, **Desenvolver**, é a exploração e o aperfeiçoamento dos resultados obtidos nas etapas antecedentes, com o objetivo de criar, testar, prototipar, refinar as soluções. O dispêndio de trabalho será maior tendo em vista a necessidade de aprofundamento e pesquisa sobre os conceitos que serão elencados, pois o próximo passo levará ao encerramento do trabalho.

Por último a quarta fase, **Entregar**, que consiste em finalizar para entregar um produto final. Essa fase trata da aprovação, lançamento e avaliação dos objetivos, onde o projeto resultante (um produto, serviço ou ambiente, por exemplo) é finalizado, produzido e lançado.

A utilização deste método no relatado Projeto de Conclusão de Curso visa a aplicação de ferramentas e técnicas, ou seja, uma sequência de passos para que todos os processos necessários aconteçam de forma coerente, chegando assim a uma solução cabível ao problema da água. O processo projetual Duplo Diamante, tem como objetivo organizar os dados pesquisados estabelecendo prioridades, facilitando a visualização de prazos e metas para garantir o cumprimento de todas as tarefas e consequentemente a resolução do problema.

## 2. DESCOBRIR

Neste capítulo foi abordado o tema de sustentação teórica em relação a contextualização do problema do projeto. A continuação de pesquisas relacionadas à problemática da água, seus motivos de detrimento, condições e impactos, de forma a fornecer dados importantes para o objetivo do presente trabalho.

Através de um diagrama simples, demonstrado na Figura 2, denominado Duplo Diamante, esta fase dá início às análises a partir da definição do problema pesquisado anteriormente. Dessa forma, este capítulo consiste na investigação do tema, acompanhando o comportamento do mercado no intuito de descobrir os pontos positivos e negativos que globam a ideia do projeto.

### 2.1 PROBLEMÁTICA DA ÁGUA

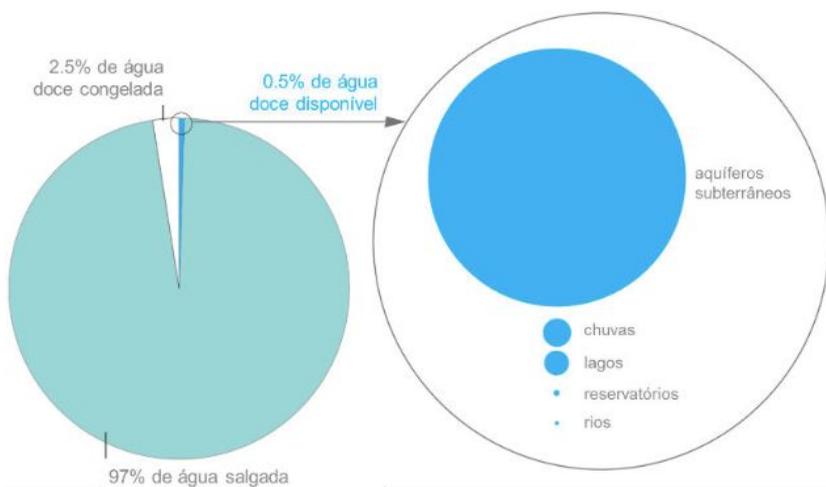
Segundo Varella (2016), “A água é fundamental para o bom funcionamento do organismo, entre outras funções. Mais de 60% do corpo de um ser humano adulto é composto de água”. Ela é o principal componente das células, principalmente aquelas localizadas nos músculos e nas vísceras. A água é um poderoso solvente e está relacionada com praticamente todas as reações do corpo, uma vez que estas acontecem em meio aquoso. Ela também atua nos processos fisiológicos, como é o caso da digestão, assim como é fundamental para o transporte de substâncias, como oxigênio, nutrientes e sais minerais.

Diante de tantas funções, para que o organismo funcione adequadamente, é fundamental que o ser humano fique hidratado. A Taeq (2015), informa que a quantidade de água diária que se deve ingerir por dia é individual em que o cálculo feito é 35ml de água multiplicado pelo peso corporal de cada um. Porém como se pode escapar de problemas de saúde perante a falta de tratamento da água, poluição dos mananciais, alteração no regime de chuvas e falta de distribuição nos grandes aglomerados populacionais, quando são desafios para um País, com as maiores reservas hídricas?

A água é um recurso natural abundante, que ocupa aproximadamente 70% da superfície do nosso planeta. No entanto, 97% dessa água é salgada e, portanto, imprópria para o consumo. Apenas 3% da água do planeta é doce, das quais 2.5% está presa em geleiras. Dos

0.5% de água restantes no mundo, a maior parte está presa em aquíferos subterrâneos, dificultando o acesso humano. Somente 0,04% da água do planeta disponível na superfície, em rios, lagos, mangues, etc. como mostra a Figura 3. A água doce é fornecida de diversas formas: pela chuva, pelos rios e lagos e, em parte, derretimento das geleiras. Porém, a quantidade de água doce no planeta, em relação à necessidade humana de água pura, é pouca comparando com a quantidade de salgada, (SAVEH) 2016.

Figura 3 - Distribuição da Água no Planeta

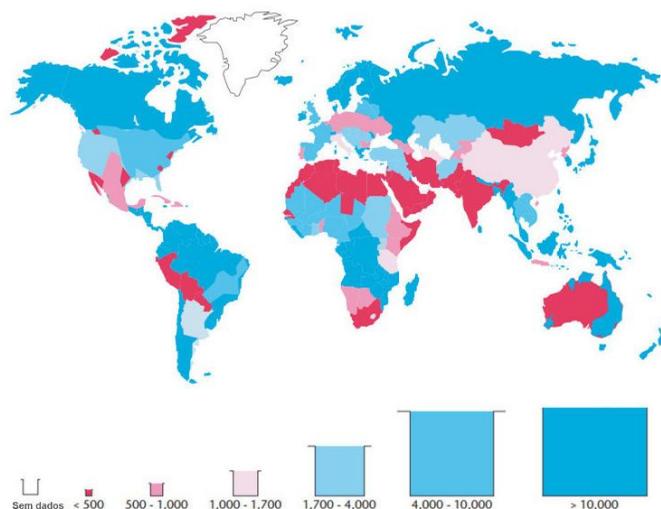


Fonte: UN Water, 2006

Desse modo, 60% da água doce disponível está concentrada em 10 países: Brasil, Rússia, China, Canadá, Indonésia, EUA, Índia, Colômbia e Congo. Conforme a Figura 4, pode-se perceber que entre as diferenças de densidades populacionais nas regiões do mundo, existe uma grande variação de distribuição de água per capita. Assim sendo, mesmo o planeta tendo água em abundância, esta não está imediatamente disponível, sua distribuição é irregular e controlar o acesso de água pura para todos é um processo que implica altos custos.

Em consequência disso, estudos feitos pela ONU em 2017, mostram que cerca de 10% das pessoas no mundo não têm acesso a sequer uma quantidade mínima de água potável para consumo diário.

Figura 4 - Índice de Disponibilidade de Água Per Capita ( $\text{m}^3/\text{pessoa}/\text{ano}$ ):



Fonte: (REVENGA, C., 2000) em UN Water, 2006

E mesmo possuindo melhores condições de disponibilidade hídrica, a América Latina enfrenta problemas de escassez desse recurso devido a sua má distribuição, ocasionada pela falta de gerenciamento.

Em termos de água, o Brasil é privilegiado. Não tem nem 3% da população mundial, mas abriga 12% da água doce disponível no globo. Porém o País utiliza 72% desta água para a agricultura; 9% em setores como a pecuária; 6% na indústria; e 10% para fins domésticos, segundo relatório da Agência Nacional de Águas em 2016, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Índice do Uso da Água



Fonte: “Water for People, Water for Life” United Nations World Water Development Report, UNESCO, 2003; Agência Nacional de Águas, 2016

Também no Brasil, metade do território nacional acomoda 20 bacias que garantem uma vazão de 42,3 milhões de litros por segundo. E, como são mais bem distribuídos pelo país do que os rios e lagos, os aquíferos se revelam cruciais para abastecer mais de metade da população. Seria um cenário perfeito se o país não enfrentasse um enorme problema de saneamento básico.

Em termos nacionais, três em cada dez domicílios urbanos ainda não são abastecidos com água potável. Nas regiões com menor acesso a rios, nascentes e aquíferos, o atendimento é precário e nas áreas e bairros mais pobres, o cenário piora. Parte da responsabilidade é da diversidade de climas e relevos, que influencia a distribuição dos recursos hídricos pelo país. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), em 2015, na Amazônia (com 45% do território e 80% da disponibilidade hídrica nacionais, mas apenas 7% da população), a vazão chega a 74 milhões de litros por segundo. Afinal, além de captar a água, é preciso transportá-la.

A principal maneira de repor essas reservas de água é através da precipitação. Desta forma, dependemos quase que exclusivamente do volume de chuvas para manter os reservatórios em seu nível normal. Porém o Brasil padece, em diversas regiões, de uma preocupante falta de chuvas, que coloca boa parte do país em risco real e imediato racionamento, segundo alertaram os especialistas na Comissão de Serviços de Infraestrutura (CI). A falta de água resultante das secas e os

períodos de estiagem, que se abatem sobre o semiárido nordestino, já é um fenômeno secular.

Muito dinheiro já foi destinado para a região, o suficiente para implantar projetos avançados de irrigação e distribuição de água, porém boa parte da verba foi desviada. A seca de 2012 a 2013 foi a pior dos últimos 50 anos, constatou a Organização Meteorológica Mundial (OMM). Em relatório divulgado no início de 2014, a organização menciona perdas de aproximadamente R\$ 20 bilhões em decorrência da estiagem prolongada.

A situação merece acompanhamento de toda a sociedade, pela sua gravidade. Os reservatórios não foram plenamente recuperados. O estado que mais recuperação teve no último período das chuvas, em dezembro, foi a Bahia. Os outros tiveram recuperação pequena, muito menor que a desejável. Vamos partir para o próximo período seco numa situação equivalente ou relativamente pior que a de 2013. Hoje, o estado que apresenta o maior problema de reservação de água é Pernambuco, (SENADO FEDERAL *apud* GUILLO, 2014).

Com a falta de água e secas, a busca por água potável é um dos maiores motivos de migração no Brasil, já que isso representa a procura por uma melhor qualidade de vida. Porém, nem para todas famílias essa mudança de vida é possível. Os engenheiros sul-africanos Pettie Petzer e Johan Jonker, presenciam diariamente mulheres e crianças africanas necessitando caminhar quilômetros para conseguir água. Idéias como o *Hippo Roller Water Project* produziu um galão portátil, capaz de armazenar até 90 litros de água, melhorou o transporte e substituiu os baldes carregados com pesos na cabeça.

Figura 6 - Hippo Roller Water Project



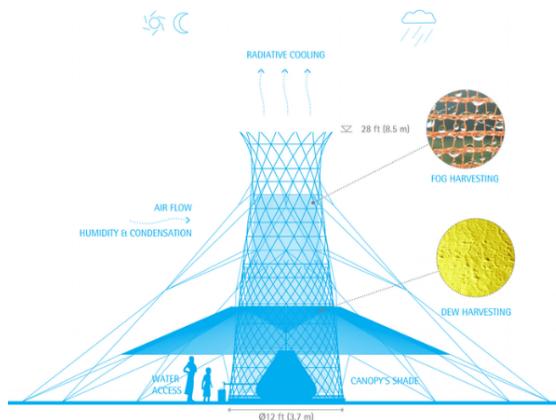
Fonte:  
CCTV News

Somando a questão das secas, *Warka Water* é um projeto realizado pelos italianos Arturo Vittori e Andreas Vogler que pretende amenizar o problema da falta d'água nos desertos da Etiópia.

Não há água potável, saneamento básico e eletricidade nessas regiões, o que torna a vida de todos os habitantes bem complicada. Para conseguir água, é necessário andar por muito tempo até lagoas, o que se configura num trabalho cansativo - sem contar que a água coletada, muitas vezes, não é potável. (WARKA WATER GROUP, 2015).

A proposta italiana para amenizar a situação ganhou tal nome graças a uma figueira nativa da Etiópia, a árvore que serviu de inspiração, além de ter importância para o ecossistema, fornece frutos, é local de interação social e um símbolo de fertilidade e generosidade. Chamada de *Warka Tower*, possui uma estrutura feita com a divisão de bambus, proporcionando assim luminosidade, força e estabilidade. As junções são feitas com pinos de metal e cânhamo. Dentro, a estrutura é forrada com um fibras de náilon para captar gotículas de água atmosférica que escorrem até uma bacia localizada ao centro. Além de tudo, o projeto possui também pequenos espelhos que fazem com que os pássaros mantenham-se longe, evitando contaminação.

Figura 7 - Como Funciona Warka Tower



Fonte: warkawater.org

Figura 8 - Representação Warka Tower



Fonte: warkawater.org

Muitas empresas têm se atentado aos problemas sociais, no Brasil a P&G se tornou referência após o lançamento de um produto chamado o P&G Sachet, mostrado na Figura 9. Trata-se de uma tecnologia de baixo custo apresentada em um sachê de 4 gramas, que é capaz de transformar 10 litros de água contaminada em água potável, livre de resíduos sólidos e impurezas. Atendendo às normas da OMS o produto não será vendido e faz principal parte da ação de responsabilidade social da companhia, do programa Água Pura Para Crianças.

Figura 9 - Conjunto P&amp;G Sachet



Fonte: CSDW - Água pura para crianças

Ganhador da premiação “ideia que mudará o mundo”, concedido pela empresa inglesa *Saatchi & Saatchi*, *LifeStraw* é um produto que torna a água contaminada segura para beber. Lançado pela empresa *Vestergaard Frandsen*, é capaz de filtrar quase 100% das bactérias e parasitas, evitando a maioria das doenças transmitidas pela contaminação da água. Através de um formato de canudo o produto foi criado para beber diretamente de riachos e lagos (Figura 10) sendo vendido como filtro portátil, pelo uso da tecnologia de carvão ativado para purificação das águas.

Figura 10 - Lifestraw Uso em Rio



Fonte: Groupon

Dentro de parâmetros nacionais a empresa Ecoracional desenvolveu soluções através de um kit para captação de água de chuva, solução econômica para fins não potáveis. Tal sistema faz a captação de água pluvial, para preservação da água em projetos residenciais, industriais e comerciais. Este equipamento, (Figura 11) coleta a entrada da água de chuva bruta e a filtra diretamente para a cisterna, enquanto a sujeira é despejada. Este componente é apoiado sobre o suporte metálico ou enterrado e constituído por várias conexões de PVC, de simples manutenção.

Figura 11 - Filtro VF1



Fonte: AECweb

O avanço das tecnologias e pesquisas da Instituição de Engenharia (2010), sugere que as partículas microscópicas podem contribuir como soluções para a provável falta de água potável nos próximos anos com o crescente aumento populacional. As impurezas que a nanotecnologia pode combater dependem do estágio de purificação da água em que a técnica é aplicada, pode ser usada para remover sedimentos, efluentes químicos, partículas carregadas, bactérias e outras doenças.

### 2.1.1 Poluição

A concentração da população em grandes cidades, a poluição, a degradação de mananciais e a falta de investimentos, fazem com que o acesso das pessoas à água seja cada vez mais trabalhoso. A poluição é um dos maiores problemas da água potável, uma vez que diariamente as nascentes do mundo recebem dois milhões de toneladas de diversos tipos de resíduos. Através de atividades antrópicas relacionadas ao descarte indevido de efluentes, uso inadequado de substâncias químicas e extração de recursos, se causa uma redução na qualidade da água, poluindo-a de diferentes maneiras e graus. O que gera consequências negativas tanto para os demais componentes da biosfera quanto para a própria sociedade humana.

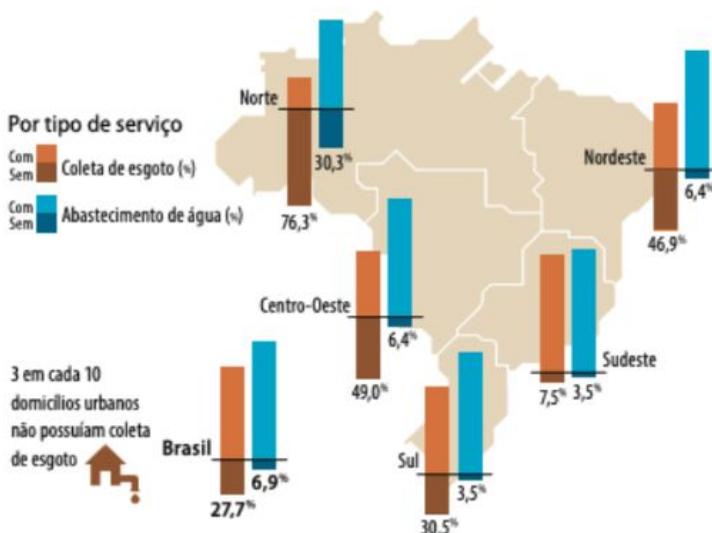
Poluição é uma alteração ecológica, ou seja, uma alteração na relação entre os seres vivos, provocada pelo ser humano, que prejudique, direta ou indiretamente, nossa vida ou nosso

bem-estar, como danos aos recursos naturais como a água e o solo e impedimentos a atividades econômicas como a pesca e a agricultura, (NASS, 2002).

Em geral, a poluição e a redução da vazão dos mananciais em épocas de estiagem são os principais fatores responsáveis pela escassez de água na maior parte do mundo (há regiões onde a única solução é dessalinizar a água, por exemplo). Estatísticas elaboradas pelo Banco Mundial 2014, aponta que, na Região Norte, somente 13% dos domicílios têm acesso a rede coletora de esgoto. A ANA, em pesquisa divulgada em 2013, disse ter encontrado água de qualidade “ruim” ou “péssima” em 44% dos pontos urbanos de coleta no país, contaminada principalmente, por esgoto doméstico.

Não basta ter água. É preciso ter água limpa. A (Figura 12) mostra a falta de tratamento sanitário no Brasil. A última pesquisa Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IBGE), publicada em 2012, mostra que a falta de saneamento é um dos maiores problemas do país. Grande quantidade de esgoto não tratado é lançada em rios, lagos e represas, constitui um dos principais fatores do baixo índice de qualidade da água, o que ameaça a saúde da população e a preservação do meio ambiente.

Figura 12 - Falta de Esgotamento Sanitário no Brasil



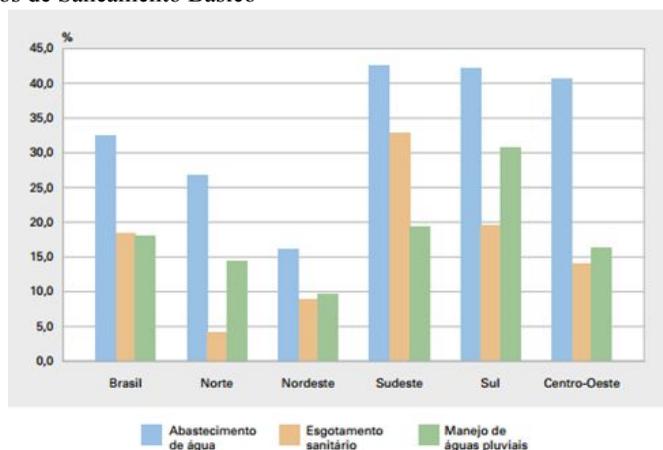
Fonte: IBGE

Os mananciais são poluídos principalmente nos trechos em áreas urbanas, atravessam zonas industrializadas e de intensa atividade agrícola ou passam por cidades de médio e grande portes. É o caso dos Rios Tietê, na cidade de São Paulo, e Iguaçu, em Curitiba, campeões de poluição no Brasil. Além deles, os outros rios mais poluídos do país são Ipojuca (PE), Sinos (RS), Gravataí (RS), das Velhas (MG), Capibaribe (PE), Caí (RS), Paraíba do Sul (RJ) e Doce (ES).

O Rio Tietê, por exemplo, recebe resíduos industriais e esgoto não tratado de 19 dos 39 municípios da Região Metropolitana de São Paulo. Diariamente, são despejadas 690 toneladas de esgoto no rio mais importante do estado, dono da maior economia no país. Por isso, água para abastecimento humano está tendo que ser captada cada vez mais longe dos locais de consumo, nas grandes cidades.

A poluição dos mananciais é uma questão crítica. No caso da Região Metropolitana de São Paulo, as águas dos Rios Tamanduateí, Pinheiros e Tietê não existem para consumo, por causa da poluição. O Tietê, lá na frente, é limpo, mas a disponibilidade da água na região de São Paulo é zero. (GUILLO, 2014).

Figura 13 - Proporção de Municípios com Instrumento Regulador de Serviços de Saneamento Básico



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisa, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008

O ciclo do saneamento começa com a captação de água nos mananciais, que é levada por adutora até a estação de tratamento. Depois de tratada, a água é armazenada em reservatório e distribuída para a população. A água suja é coletada pela rede de esgoto, que deve ser tratada e devolvida aos mananciais.

Em relação à coleta de esgoto, o Brasil ainda tem muito por fazer. Quase 30% dos domicílios brasileiros ainda não têm saneamento adequado, segundo a Síntese de Indicadores Sociais 2013 (IBGE), conforme Figura 13. O conceito de saneamento adequado abrange serviços essenciais para tornar a moradia saudável e digna: abastecimento de água e esgotamento sanitário ligados à rede geral, coleta de lixo e iluminação elétrica.

### **2.1.2 Doenças Decorrentes**

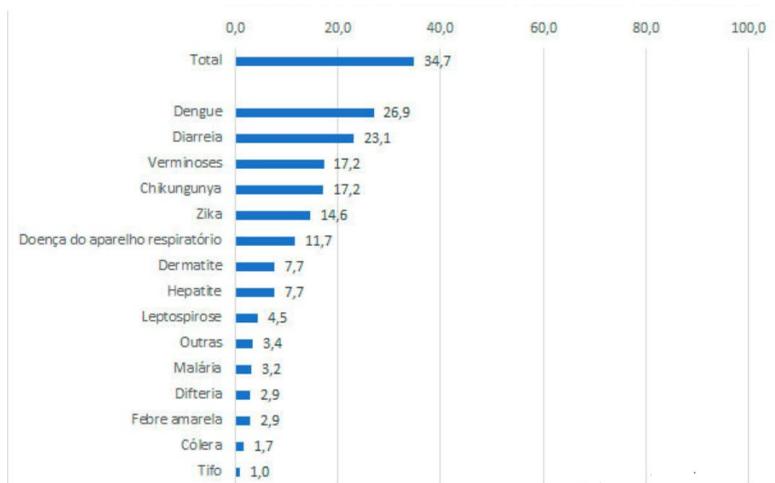
Febre Tifóide, Cólera e Hepatite A, são algumas das doenças cruciais causadas pela má qualidade da água. De acordo com relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 323 milhões de pessoas em todo o mundo correm o risco de contrair algumas dessas doenças devido a contaminação da água em diversas regiões do planeta. A existência de poluentes nas águas, teve um aumento registrado de mais de 50% e ao menos 3,4 milhões de pessoas, morrem a cada ano por falta de tratamento adequado da água utilizada para consumo.

Em sua maioria, as doenças contraídas através do consumo da água são transmitidas por microrganismos presentes nos reservatórios. As enfermidades passam a existir quando a água entra em contato direto com esgoto, enchentes, efluentes distintas contaminadas, produtos químicos, entre outros e não é submetida a tratamentos de limpeza e purificação.

O risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio rural é alto, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas que muitas vezes são captadas em poços velhos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (STUKEL, 1990).

O Conselho Mundial da Água (CMA) classificou o Brasil em 50º lugar em um ranking de saúde hídrica, que analisou 147 países. Os critérios foram quantidade de água doce por habitante, parcela da população com água limpa e esgoto tratado, desperdício de água doméstica, industrial e agrícola, poluição da água e preservação ambiental. Os riscos são invisíveis, até a água mais cristalina pode estar contaminada e oferecer sérios riscos à vida humana. A (Figura 14) mostra as doenças decorrentes do falta de saneamento básico no Brasil.

Figura 14 - Doenças Decorrentes do Saneamento Básico Observado nos Municípios em 2017

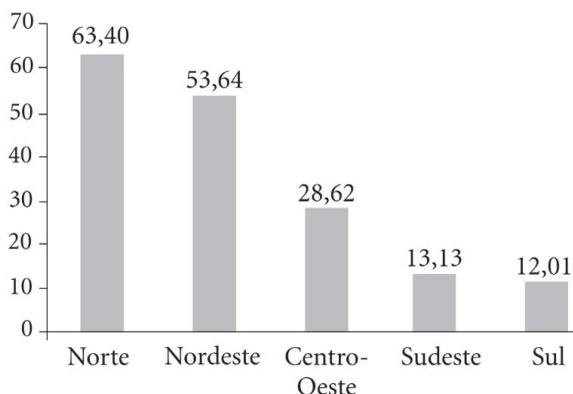


Fonte: IBGE

Segundo o IBGE, no ano de 2017, 34,7% dos municípios brasileiros afirmaram saber de epidemias ou endemias de doenças diretamente ligadas com o saneamento básico. Dentre as doenças mais observadas (Figura 14) podem ser citadas as seguintes. **Hepatite A** é uma infecção viral transmitida pelo contato com fezes humanas contaminadas. A transmissão do vírus pode se dar pela propagação de alimentos preparados por pessoas infectadas, que não lavam as mãos após irem ao banheiro, ou pelo contato da água com fezes contaminadas, o que ocorre principalmente nos locais onde não há saneamento básico. **Diarreia** é uma importante causa de

morbimortalidade no Brasil e em países subdesenvolvidos, a diarreia aguda tem incidência elevada e os episódios são frequentes na infância. Conforme a Figura 15, as microrregiões com maiores taxas de mortalidade por doença diarreica aguda estão situadas nas regiões Norte e o Nordeste, que apresentaram, respectivamente, 5 e 4 vezes mais taxa de mortalidade por diarreia em menores de 1 ano que a região Sul.

Figura 15 - Taxa de Mortalidade por Diarreia em Crianças Menores de 1 Ano Segundo Regiões Geográficas Brasileiras, 2009.



Fonte: Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz

Assim como a diarreia, a **Amebíase** é adquirida por comer ou beber algo contaminado com material fecal. Essa doença é causada por uma ameba, que entra no trato digestivo como um minúsculo ovo. As amebas se alimentam do muco da parede intestinal e começam a reprodução, se espalhando cada vez mais. **Cólera** é uma infecção que ataca o intestino, em que também é transmitida pela via fecal-oral. A bactéria causadora da doença, instala-se no intestino e passa a produzir uma toxina que ataca as células intestinais, provocando uma grave diarreia e fazendo com que o organismo elimine uma grande quantidade de água e sais minerais, acarretando uma séria desidratação.

**Ascaridíase** é a verminose intestinal, causada por um parasita popularmente conhecido como lombriga. A contaminação acontece quando há ingestão dos ovos infectados do parasita, que podem ser encontrados no solo, água ou alimentos contaminados por fezes humanas.

A transmissão das doenças pode acontecer de diversas formas, tanto pela ingestão direta da água contaminada, pelos alimentos que entraram em contato com água imprópria e em alguns casos até o contato com a pele pode gerar riscos. Ainda assim a ingestão é a forma mais comum de contaminação. Além das infecções transmitidas diretamente pela água, há também outras doenças relacionadas à água, como infecções causadas por mosquitos que se reproduzem em água doce parada, nomeadamente dengue, febre chikungunya e febre amarela. O consumo de água contaminada por substâncias químicas, como chumbo, arsênico e flúor, também pode levar a doenças.

## 2.2 DEFINIR

Depois de explorar o problema, inicia a fase de tomada de decisão. A fase de definir é justamente o estágio onde é concluída a interpretação e alinhamento das necessidades dos usuários e objetivos de negócio, tornando tangível o problema em resolução.

### 2.2.1 Pesquisa de Produtos

Na antiguidade, o homem aprendeu que a água suja e o acúmulo de lixo disseminam doenças. Dessa forma, foi notável a necessidade de desenvolver técnicas para obter água limpa e livrar-se dos resíduos. Então foi assim que iniciou-se a idéia de saneamento básico. “Sanear” é uma palavra que vem do latim e significa tornar saudável, higienizar e limpar. Relatos da Idade Média mostraram o surgimento de medidas sanitárias, como exemplo, o tratado de Hipócrates que iniciou seus estudos criando um purificador para tratar seus pacientes com água mais limpa. Grandes nomes da época se engajaram e realmente se preocuparam com a qualidade da água e as medidas sanitárias.

Outro exemplo foi o Império Romano, que em 312 a.C., concebeu um sistema de abastecimento chamado de “O aqueduto Aqua Apia”. Eles foram a primeira grande civilização que tratou o saneamento de fato, criaram grandes aquedutos, construíram reservatórios, banheiros públicos, chafarizes e nomearam um responsável efetivo como Superintendente de Águas de Roma. Com a queda de Roma, o conhecimento ficou arquivado em mosteiros religiosos até 1425. Assim, os ensinamentos sobre saneamento e sua

gestão ficaram ignorados durante toda a Idade Média, em que modelo de abastecimento concebido estava em decadência. Durante a história do saneamento no Brasil existiram obstáculos que impediram (e ainda impedem) que o desenvolvimento dessa área não tenha atingido o crescimento expressivo. Dentre eles, a falta de planejamento adequado, o volume insuficiente de investimentos, deficiência na gestão, entre outras (Rodrigo Barros , 2017)

Com o avanço da tecnologia os purificadores de água vem crescendo cada vez mais, e com qualidade. Filtros na atualidade são muito eficientes, conseguem diminuir em até 90% o cloro e as diversas substâncias que se encontram na água e fazem mal à saúde. Desse modo, são existentes diversas marcas e modelos de purificadores, filtros e refis, para caixa d'água, torneiras, chuveiros, registros e outras saídas e entradas de água. Juntamente às diversas tecnologias surgindo na área, novas pesquisas aparecem, uma delas é a utilização de membranas de polímeros, com pequenos poros, para impedir a passagem de bactérias e vírus e assim, permitindo o caminho da água purificada. A tecnologia de nanofibras feitas de polímeros naturais, não necessita de uma produção fabril para sua criação, desse modo, facilita a produção local e sustentável.

As principais vantagens de usar nano filtros, em comparação com os sistemas tradicionais, é que eles exigem menos pressão para que a água passe pelo filtro, são mais eficientes, têm áreas de superfície muito grandes e podem ser limpos facilmente por meio de retro descarga (INSTITUIÇÃO DE ENGENHARIA, 2010).

A nanotecnologia refere-se a uma série de ferramentas, técnicas e aplicações que envolvem apenas as partículas na escala de tamanho aproximado de algumas centenas de nanômetros de diâmetro (um milionésimo de milímetro ou um bilionésimo do metro). Dentre sua diversificada aplicação, os aditivos antimicrobianos garantem máxima proteção contra as bactérias nocivas, principalmente aquelas encontradas na água. Além disso podem ser aplicados desde o elemento filtrante até a parte externa do filtro, passando por todas as partes que entram em contato com a água e com o manuseio de quem o esteja utilizando, garantindo máxima proteção.

### 2.2.1.1 Análise Sincrônica

A análise sincrônica é uma ferramenta de padrão comparativo em que se permite a identificação de objetos / sistemas concorrentes e o levantamento de dados dos produtos similares. Sendo assim, esse método possibilita verificação da existência de produtos similares e a possibilidade de uma oportunidade devido a existência de um nicho de mercado.

Posteriormente permite a identificação de pontos positivos e negativos dos produtos analisados, a solução de seus problemas e verificação das possibilidades de inovação. A análise sincrônica, aplicada no projeto, visa a pesquisa de similares, focando nos aspectos de tecnologia, diferencial, sustentabilidade na produção como do material utilizado e preço. Estas podem ser analisada nas Figuras seguintes:

Figura 16- Análise Sincrônica Filtro de Barro

FILTRO DE BARRO		
	Material	Barro vermelho
	Manutenção	5 anos
	Função	Purifica e mantém a água fresca
	Capacidade	4 a 13 Litros
	Tecnologia	Material microporoso (cerâmica), prata coloridal e vela decolorante.
	Estética	Coloração avermelhada própria do material
	Preço	R\$ 170
	Filtragem	Remove bactérias, odores, sabores e cloro. Retém partículas sólidas e impurezas.

Fonte: Desenvolvido pela autora

Os **Filtros de Barro** são um dos produtos mais tradicionais brasileiros, fabricado de argila (barro vermelho), tem como propriedade principal a troca de calor com o ambiente, mantendo a água 5°C abaixo da temperatura ambiente, ou seja, sempre fresca. Por conta da porosidade cerâmica (microporosa), a água consegue passar barrando as impurezas. Além de seu material, o filtro contém uma vela que nada mais é do que uma câmara de filtragem, sendo muito mais eficientes na retenção (95%) de cloro, pesticidas, ferro, alumínio, chumbo e ainda

99% de Criptosporidiose, um parasita que causa doenças no sistema digestório. Normalmente tal vela é preenchida por carvão ativado que filtra as partículas sólidas, deixando a água limpa, sem cheiro e sem gosto.

Figura 17- Análise Sincrônica PearlCo Filter

PEARLCO FILTER	Material	Plástico e vidro
	Manutenção	100 Litros por cartucho
	Função	Tratamento de água por carvão ativado
	Capacidade	1,2 Litros de água filtrada
	Tecnologia	Cartucho de magnésio
	Estética	Disponível em cor verde (hortelã), branco e preto
	Preço	R\$ 58,00
	Filtragem	Metais pesados, cloro e substâncias que perubam o sabor

Fonte: Site do produtor

Outro filtro analisado foi *PearlCo*, uma empresa alemã que inova na incorporação de filtros em jarros de água para ambiente doméstico. Visando a sustentabilidade *PearlCo* diminui a produção de garrafas plásticas, normalmente compradas pela facilidade de água purificada, trocando pela utilização de vidro e filtros incorporados.

O equipamento de água é feito de vidro de borosilicato de alta qualidade caracterizado, entre outras coisas, pela sua alta resistência térmica e química. Juntamente integrado na tampa, um LED indica quando se deve trocar o cartucho do filtro, que utiliza de carvão ativado para seu processo de filtração. Seu design moderno e claro combina-se harmoniosamente em qualquer ambiente juntamente com sua forma ergonômica que garante um fácil manuseio e conforto.

Figura 18- Análise Sincrônica Tata SWACH

	Material	Plástico de engenharia
	Manutenção	3000 Litros de purificação
	Função	Purificador que torna a água livre de bactérias e vírus nocivos
	Capacidade	18 Litros
	Tecnologia	Nanotecnologia de prata
	Estética	Disponível em cor azul safira
	Preço	R\$ 116
	Filtragem	Dupla proteção de UV e UF contra bactérias, vírus e cistos

Fonte: Tataswach.com

O *Tata Swach* é um purificador de água desenvolvido pela *Tata Chemicals*, uma parte do grupo Tata na Índia. O *Swach* foi projetado como um purificador de baixo custo para grupos indianos de baixa renda, que não têm acesso a água potável. Sua primeira versão foi desenvolvida para implementação, de milhares, no desastre do tsunami ocorrido no Oceano Índico em 2004, como parte de uma atividade de socorro.

Após aperfeiçoamento do projeto, que estava com dificuldade de remover algumas impurezas e bactérias, o projeto *Tata Swach*, encontrou a solução de purificação da água através de nanopartículas de prata. Porém mesmo constando a preocupação social de baixo custo o produto não visa aspectos sustentáveis ao utilizar de apenas plástico na confecção deste.

Figura 19- Análise Sincrônica Lifestraw Go

	Material	Plástico Tritan
	Manutenção	5 anos
	Função	Filtro microbiológico purifica qualquer tipo de água contaminada
	Capacidade	0,65 Litros
	Tecnologia	Membrana de fibra com carvão ativado
	Estética	Disponível em 11 cores
	Preço	R\$ 166
	Filtragem	Bactérias, parasitas, cloro, microplásticos, matéria química orgânica

Fonte: Lifestraw.com

**Lifestraw Go** é uma garrafa de filtro de água avançado projetado para ser usado em viagens, esporte ao ar livre e emergências, filtrando qualquer tipo de água. Os produtos da marca foram projetados pela empresa suíça *Vestergaard Frandsen*. Embora originalmente tenha sido criado para pessoas que vivem em países em desenvolvimento e distribuição em crise humanitária, o *LifeStraw* ganhou popularidade como produto de consumo. Hoje ele é usado por praticantes de atividades de natureza e embalado em *kits* de preparação para emergências.

Figura 20- Análise Sincrônica Sun Spring System

 <p>The image shows the Sun Spring water purification system. It consists of a cylindrical metal container with a mesh-like texture. On top of the container is a solar panel and a small wind turbine. The brand name 'SUN SPRING' is visible on the container.</p>	Material	Aço inoxidável e alumínio
	Manutenção	Mais de 10 anos
	Função	Trata fontes de água do solo, superfície ou cisterna
	Capacidade	20.000 Litros por dia
	Tecnologia	Membrana usada em usinas de filtragem, sistema solar e eólico
	Estética	Própria coloração do material metálico
	Preço	U\$ 25.000
	Filtragem	Partículas, turbidez, bactérias e vírus

Fonte: innovativeh2o

O **SunSpring** é um sistema de purificação de água microbiológica auto-contido por energia solar e eólica. O equipamento fornece água potável e segura para comunidades em desenvolvimento através de uma alta tecnologia. A empresa dos Estados Unidos fabrica, sob encomenda, para pequenos sistemas públicos, que podem produzir 5.000 a 250.000 galões de água purificada por dia.

Quadro 1 - Análise Sincrônica Comparativa



	FILTRO DE BARRO	PEARLCO FILTER	TATA SWACH	LIFESTRAW GO	SUN SPRING
Material	Barro vermelho	Plástico e vidro	Plástico de engenharia	Plástico Tritan	Aço inoxidável e alumínio
Manutenção	5 anos	100 Litros por cartucho	3000 Litros	5 anos	Mais de 10 anos
Função	Purifica e mantém a água fresca	Tratamento de água por carvão ativado	Purificador que torna a água livre de bactérias e vírus	Filtro microbiológico purifica qualquer tipo de água contaminada	Trata fontes de água do solo, superfície ou sistema
Capacidade	4 a 13 Litros	1.2 Litros de água	18 Litros	0,65 Litros	20.000 Litros por dia
Tecnologia	Material microporoso (cerâmica), prata colorida e vela decolorante	Cartucho de magnésio	Nanotecnologia de prata	Membrana de fibra com carvão ativado	Membrana usada em usinas de filtragem, sistema solar e eólico
Estética	Coloração avermelhada própria do material	Disponível em cor verde (hortelã), branco e preto	Disponível em cor azul safira	Disponível em 11 cores	Própria coloração do material metálico
Preço	R\$ 170	R\$ 58,00	R\$ 116	R\$ 166	U\$ 25.000
Filtragem	Remove bactérias, odores, sabores e cloro. Retém partículas sólidas e impurezas.	Metais pesados, cloro e substâncias que perubam o sabor	Dupla proteção de UV e UF contra bactérias, vírus e cistos	Bactérias, parasitas, cloro, micropásticos, matéria química orgânica	Partículas, turbidez, bactérias e vírus
Vantagem	Fácil manutenção, água fresca, filtragem por gravidade e produção atersanal	Transparência, manuseio, ergonomia. Base siliconada garante estabilidade	Fácil limpeza, prata como agente antimicrobiano (nanotecnologia)	Compacto e fácil transporte. Duração e filtragem de qualquer tipo de água	Duração, utilização de meios sustentáveis de captação de energia e purificação
Desvantagem	Estética, limpeza e troca de vela (regularmente)	Limitação de purificação por quantidade	Precisa de pilha para led interno, produção em plástico	Poucos litros e água com sabor de plástico. Dificil uso	Design robusto, apenas para grande quantidade, valor

Fonte: Desenvolvido pela autora

Uma outra pesquisa de inovação feita na área, foi realizada pela Panasonic em que se desenvolve a tecnologia fotocatalítica de purificação, criando água potável com luz solar e fotocatalisadores. Esta tecnologia capta os raios UV da luz solar para desintoxicar a água poluída (eficaz contra arsênico, cromo hexavalente, bactérias, compostos orgânicos gerais e produtos orgânicos refratários) em altas velocidades, criando água segura e potável. Este avanço chamou muita atenção quando a Panasonic revelou em Tóquio na *Eco-Products 2014*.

### 2.2.1.2 Análise de Custo Benefício

A partir do estudo dos concorrentes e similares apresentado anteriormente, a próxima etapa foi uma análise do custo-benefício que serve para calcular, comparar e qualificar os produtos.

Primeiramente é necessário estabelecer o custo de cada concorrente, equiparando em uma única moeda, por serem de diversos países, como mostra o Quadro 1. Tendo definido isso, é preciso eleger quais produtos apresentam mais benefícios de acordo com o procurado pelo público-alvo. Para que seja realizada de forma correta, é importante considerar não só os custos e benefícios tangíveis, mas também os intangíveis, tais como os custos sociais e ambientais. Desse modo foi aplicado um quadro de inter-relação entre os critérios: Aparência, produção, praticidade, capacidade (litros) e vida útil, assim foram dadas notas de 0 a 5, como apresenta o Quadro 2.

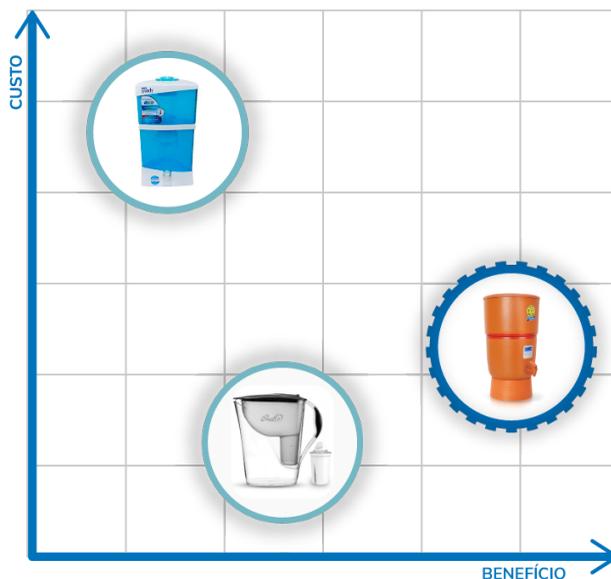
Quadro 2 - Matriz Comparativa

	FILTRO DE BARRO	PEARLCO FILTER	TATA SWACH	LIFESTRAW GO	SUN SPRING
Aparência	2	4	4	5	1
Produção	5	3	3	2	2
Praticidade	2	5	2	5	1
Capacidade	4	1	4	1	5
Vida útil	5	4	3	2	5
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>14</b>

Fonte: Desenvolvido pela autora

Após análise dos dados coletados necessários para realização da relação de custo-benefício (gráfico simplificado em que se posiciona os produtos no local mais aproximado de sua realidade). Assim, pelo quadro 2, foram selecionados apenas aqueles com maior pontuação, que são mais relevantes para relação e comparação nas próximas etapas, até achar o concorrente único mais parecido com as necessidades do projeto e definir uma oportunidade de mercado.

Figura 21: Relação Custo-Benefício Concorrentes Diretos



Fonte: Desenvolvido pela autora

Mediante as informações adquiridas, foi possível determinar que o principal concorrente direto é o Filtro de Barro (círculo tracejado na Figura 21), que se destaca pela sua eficiência, sustentabilidade e baixo custo.

Avaliações realizadas pelo Ministério da Saúde em 2011, mostrou a eficiência do material cerâmico na remoção de variáveis de qualidade de água: cor, turbidez, pH, Ferro, Manganês, concentrações de coliformes termotolerantes, Dureza, Cloretos e sólidos dissolvidos. Além do material, as velas do Filtro de Barro são fabricadas incorporando um núcleo de carvão ativado de alto desempenho dentro do cartucho de filtro de cerâmica, que reduz contaminantes. Por outro lado, a utilização de carvão ativado se torna um importante fator negativo, devido o ciclo de vida do material ser longe do ideal para aspectos de sustentabilidade.

Listando essas vantagens e desvantagens, é possível pensar e idealizar que o produto final desse projeto possa ser superior, achando oportunidades e lacunas para inovação.

### 2.2.1.3 Análise Funcional e Estrutural

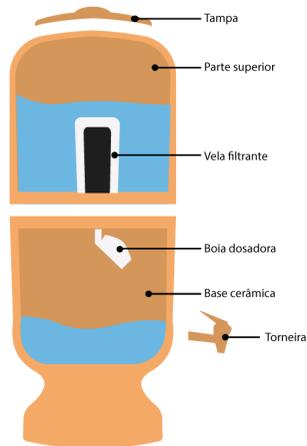
A maioria dos filtros utilizados no tratamento da água usam o mesmo mecanismo de operação, ou seja, os principais elementos do corpo do filtro. Porém um dos materiais mais comuns a ser utilizado como meio filtrante é o carvão ativado. Isto porque o carvão é um material produzido a partir de fontes facilmente disponíveis, é inerte e com alta capacidade de adsorção de impurezas, que alteram a qualidade da água.

O termo ‘ativado’ implica que o carvão foi submetido à um tratamento (geralmente uma queima controlada), no qual aumenta-se a porosidade do material, ampliando significativamente sua área superficial. Isso permite que diferentes compostos particulados, de diferentes tamanhos sejam retidos por esta superfície dos poros. Mesmo com o uso abundante, é fundamental ressaltar as desvantagens do uso do carvão nos aspectos de sustentabilidade, sendo este um material poluente em diversos pontos em seu ciclo de vida.

A classificação dos filtros pode ser feita de acordo com sua força motriz (para passagem de água): Sendo filtros de gravidade, em que o líquido flui devido a existência de uma coluna hidrostática, como os mais simples e famosos filtros de barro, e pressão, por meio da aplicação de vácuo para aumentar a taxa de fluxo. Como exemplo desses, o filtro de tubo de carvão se estrutura por um tecido protetor por volta de uma tubulação de *Carbon Block* (elemento filtrante), o que torna o produto um dos mais caros no mercado. Os fatores mais importantes para a seleção de um filtro são a resistência específica do meio poroso de filtração, quantidade de suspensão a ser filtrada, concentração de sólidos na suspensão e a facilidade de descarga.

As velas, ao serem utilizadas nos filtros, fazem dois processos para purificação, o físico, em que as paredes feitas em material cerâmico retém partículas em suspensão durante a passagem da água de modo a torná-la limpa, cristalina e apta ao consumo humano. Juntamente com o processo químico, onde em sua maioria preenchida com carvão ativado (elemento filtrante), que absorve componentes como bactérias, flúor e cloro, fazendo o processo de purificação. Para conferir mais qualidade à água é recomendada a troca da vela e também a limpeza periódica do filtro e sua torneira. Conforme ilustrado na Figura 22.

Figura 22: Ilustração estrutural Filtro de Barro



Fonte: Desenvolvido pela autora

A vela cerâmica utilizada em filtro de barro, por sua excelência e simplicidade de purificação, fez do Brasil o único país produtor e exportador. Assim sendo o material cerâmico, com alta porosidade, absorve 20% da água, se tornando um dos melhores meios de filtração do mundo, ou seja, pelas propriedades do material cerâmico consegue fazer por si só o processo de filtragem da maioria dos elementos encontrados em águas contaminadas.

Conforme ensaios realizados de acordo com a norma ABNT NBR16098:2012, que elenca a qualidade da água para consumo, os filtros cerâmicos por gravidade retêm todas as impurezas sólidas, visíveis e invisíveis na água, tornando-a pura e cristalina, garantindo eficiência bacteriológica e controle de nível microbiológico.

Contudo, o filtro torna-se ineficaz quando a porosidade do meio filtrante (geralmente do carvão ativado) é maior do que as dimensões das partículas de impurezas presentes na água. Além disso, segundo o Controle Hídrico de São Paulo (COHESP), quando essa situação ocorre, há formação de biofilmes nos poros do carvão, torna-se uma fonte de contaminação devido ao alojamento das colônias de bactérias em suas paredes.

Paralelamente, por muito tempo a utilização da prata como agente antimicrobiano vem sendo conhecida por civilizações antigas como a

grega e a egípcia, que armazenavam água em tambores de barro com prata para mantê-la potável um período de tempo maior. Para contornar o problema dos biofilmes no meio filtrante, a impregnação com nitrato de prata em filtros tem se tornado uma prática segura e comum entre os fabricantes e com isso, impede-se a contaminação do material filtrante e o repasse dessa para a água.

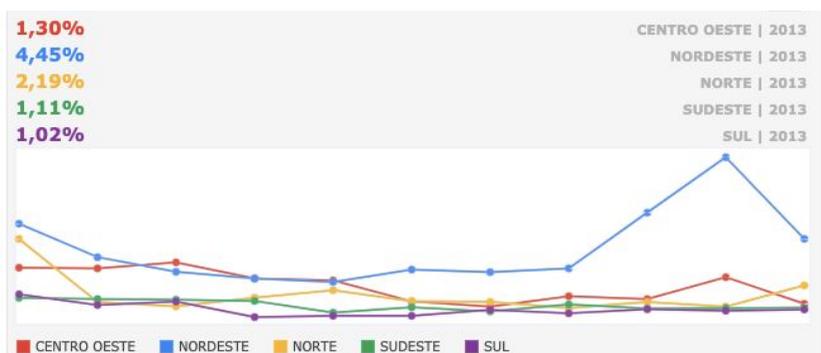
A empresa parceira TNS, informou que a aplicação de nanopartículas de prata garante a proteção antimicrobiana, que impede de novas bactérias se proliferarem nos filtros e elimina até 99,9% dos microrganismos presentes na água. Garantindo assim uma eficácia maior aos filtros domésticos, além de manter sua propriedade filtrante por mais tempo. Além disso o uso de aditivos de nanotecnologia garantem, conforme a norma ABNT NBR16098:2012, condição bacteriostática, com 95% de eficiência.

Uma segunda alternativa de filtragem para um possível projeto com custo benefício ainda menor, é o uso de sementes de Moringa. Para a clarificação da água, a aplicabilidade da Moringa oleifera tem sido objeto de estudo de vários cientistas: Ndabigengesere et al. (1995). As descobertas do uso de sementes trituradas de Moringa oleifera para o tratamento de água a um custo de apenas uma fração do tratamento químico convencional, constituem uma alternativa da mais alta importância. Em relação à remoção de bactérias, reduções na ordem de 90-99% têm sido relatadas na literatura (Muyibi & Evison, 1995a). Para o seu uso, apenas macerar três sementes, que purificam cerca de um litro de água, consegue atrair argila, sedimentos e bactérias, que se acumulam no fundo do recipiente deixando a água clara e potável. Contudo após o tempo de repouso (90 min) a água deverá passar por um processo de filtragem, ou apenas coar para retirar tais resíduos.

## 2.2.2 Definição do Público Alvo

É evidente as problemáticas no Brasil referente a falta de água potável, vários são os motivos que impedem as cidades e comunidades do recebimento e distribuição desta água. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS 2017, o consumo médio de água no país, para necessidades básicas, foi de 154,1 litros por habitante ao dia, porém os dados mostram as grandes variações regionais. Em 2017, em todo o Brasil, foram analisadas 872 cidades com reconhecimento federal de situação de emergência por falta de água. A região mais afetada é a do Nordeste, conforme mostra a Figura 23, e é possível perceber que além da falta que a região tem, foi ranqueado pelo pior índice de qualidade de água.

Figura 23: Incidência das Análises de Coliformes Totais Fora do Padrão



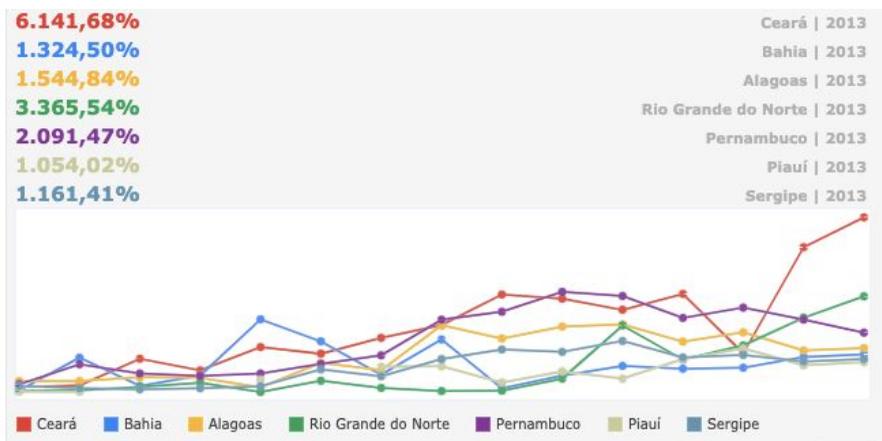
Fonte: Ministério das Cidades - SNIS, 2013

Além dos problemas observados na região do Nordeste, pesquisas feitas sobre a poluição das águas brasileiras mostram que os rios cearenses são classificados como os mais poluídos do Brasil. Trechos críticos dos rios Cocó, Ceará e Maranguapinho, têm metade dos indicadores fora dos padrões e mostram que existem cerca de 16 mil colônias de coliformes fecais por 100ml de água (G1 CE, 2019).

O Ceará tem vivenciado nos últimos anos a maior sequência de secas jamais vista no estado. Isso movimenta uma engrenagem viciosa que tem colocado a população em alerta geral. A falta de chuvas afeta não só o consumo de água potável, mas também a geração de energia.

Com os reservatórios das hidrelétricas vazios, o governo é obrigado a acionar as usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis, que possuem um custo maior de operação, aumentando conseqüentemente o valor da conta de luz. As térmicas, por sua vez, precisam de muita água para resfriar as máquinas. Dado esse contexto, além de estarem pagando mais pela energia utilizada em suas casas no momento, os cearenses ainda estão vendo a pouca água que lhes resta ser totalmente consumida pelas térmicas do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP). Lagamar do Cauípe, por exemplo, é uma Área de Preservação Ambiental (APA) onde, segundo relatos, há presença de comunidades ribeirinhas e até indígenas, como do povo Anacé “O governo se preocupa em satisfazer as grandes empresas e não com quem precisa de água para viver. Enquanto elas gastam, nós não temos nem para beber”, atestam. A Figura 24 mostra as análises de turbidez por estados.

Figura 24: Incidência das Análises de Turbidez Fora do Padrão, Nordeste



Fonte: Ministério das Cidades - SNIS, 2013

Além da grande problemática de seca e falta de água que existe nos municípios do Ceará, a qualidade de água dos rios cearenses não alcançam satisfação. Assim sendo, houveram diversas tentativas de contatos com ONGs e empresas nacionais relacionadas à qualidade de água no país. Dentre os emails, houve apenas resposta do Michel Viana, professor do curso de Ciências Ambientais da UFC. Assim, foram

discutidas as características em relação às necessidades de captação de água de comunidades cearenses.

Tenho a lhe dizer sobre problemas de abastecimento é que é um problema generalizado no Estado do Ceará. Nas zonas rurais, o problema está associado à falta de abastecimento de água. Logo, a população têm que buscar outras fontes. Na cidade de Quixadá, onde morei por 4 anos, essa população rural (e até as periféricas) compram água de "carroceiros", que são pessoas que pegam água em poços com água de qualidade desconhecida e vendem porta-a-porta. Em outros casos, as pessoas vão buscar a água em pequenos mananciais de água, também com qualidade desconhecida, (VIANA, 2019).

Figura 25: Comparação de Municípios na Incidência das Análises de Turbidez Fora do Padrão



Fonte: Ministério das Cidades - SNIS, 2013

Além disso, a qualidade da água do abastecimento público muitas vezes é conhecida pelos parâmetros de turbidez e a cor que ultrapassam os limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Com isso, a companhia estadual de água paga multa, mas o problema da qualidade da água não se resolve. Seja pela qualidade da água bruta, pelos custos com tratamento e/ou pelas estações de tratamento de água subdimensionadas ou tecnologias ultrapassadas.

Conforme o supervisor de Documentação e Disseminação da Informação da Unidade Estadual do IBGE no Ceará, Hélder Rocha, a maior parte da população que vive em áreas urbanas e em piores condições de vida (nas categorias G ao K - baixas condições de vida até

precárias condições de vida) estão no Nordeste (59,9%). O número de pessoas em situação de extrema pobreza, com renda inferior a US\$ 1,90 por dia (R\$ 140 por mês), avançou 0,6% na passagem de 2016 para 2017 no Ceará, segundo dados da Síntese de Indicadores Sociais (SIS), divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2017).

Figura 26 : Painel Visual do Usuário



Fonte: Banco de imagem

A figura 26 ilustra o público-alvo através do painel visual, que se classifica como pessoas de ambos os sexos, 12 à 65 anos, que possuem péssima ou nenhuma qualidade de água potável em seus domicílios. São em sua maioria moradores de comunidades cearenses, de classe baixa e pobre. Vivem em centros rurais e periféricos sem qualquer condição de abastecimento de água domiciliar, tendo de buscar formas alternativas sem conhecimento da qualidade desta água. Geralmente moram com filhos, que para ajudar em casa procuram desde os 12 anos trabalhos tentando auxiliar em questões financeiras.

### 2.2.2.1 Pesquisa com os Usuários

Com base na etapa anterior foi aplicado um questionário, entregue para o professor Michael Viana do curso de ciências ambientais da UFC, que residiu em Quixadá e já vivenciou o cotidiano da comunidade e suas necessidades perante ao assunto pesquisado. Isso tem como objetivo conhecer melhor e confirmar o público-alvo, seus hábitos e as dificuldades que encontram diante a água potável que consomem. Tal questionário foi enviado por email, com perguntas referentes ao acesso e qualidade da água que as comunidades periféricas consomem no Ceará. As perguntas realizadas encontram-se no Apêndice A. Dentro das respostas mais importantes e informações compartilhadas, foi possível pontuar o seguinte:

- As famílias em geral são formadas por 4 ou mais integrantes
- São pessoas de classe baixíssima possuindo em suas casas apenas o essencial para sobrevivência.
- Suas casas são feitas, na grande maioria, de tijolos aparentes, situadas nas laterais de ruas de barro.
- A água que consomem vem de forma alternativa como em mananciais e muitas vezes comprada de carroceiros, porém em ambas situações a qualidade da água é desconhecida.
- A água que utilizam para beber é apenas coada, sem qualquer tipo de filtragem ou processo de fervura.
- Não possuem filtragem por não terem dinheiro para comprar equipamentos ou filtros.

Com base nas informações adquiridas através da pesquisa, foram criadas "personas", que são personagens com características que representam tipos de usuários dentro de um alvo demográfico, atitude e/ou comportamento similar. Essa técnica serve de ferramenta para que seja possível estudar o público-alvo de forma mais segmentada. Assim, foram elaboradas três personas, na figura 27.

Figura 27- Personas



João Miranda

João Miranda, de 65 anos. Aposentado, ele não hesita em ajudar os cinco filhos, 17 netos e 11 bisnetos. Mora com a esposa em uma casa de pau a pique com dois cômodos, em uma rua de terra batida, na periferia de Sobral - Ceará. Toda sua família mora na cidade ao nas proximidades. Em sua casa, possui uma fossa para escoamento do esgoto, que fica ao lado do banheiro, localizado no quintal. Juntamente nos fundos de sua casa, possui uma caixa d'água que fica destampada, e por isso, costuma a aparecer impureza e insetos em sua superfície.



Eva Gonçalves

Dona de casa, Eva Gonçalves, de 28 anos, ganha a vida lavando roupa para fora, além de fazer bicos. Mãe de três filhos, 6, 9 e 12 anos, mora também com o marido, que trabalha cavando poços artesanais e na Juquira. Juquira é o nome dado ao mato que cresce no campo, e que precisa ser capinado para o gado pastar. Em sua casa, a água que utilizam para consumo, é recebida suja por conta de na cidade não possuir encanação. Com a baixa renda da família, sem ter condições de comprar um filtro, Eva coa a água e guarda em garrafas na geladeira.



Raimunda Costa

Raimunda Costa, de 44 anos, é dona de casa, maior parte de sua renda vem de um ponto que possui e aluga para o dono do estabelecimento. De seu trabalho tem mês que tira apenas R\$ 200. A funerária funciona em um dos cômodos de sua casa. Além do aluguel, o dono da loja paga por melhorias em sua moradia. Raimunda é analfabeta, mãe de quatro filhas, e se orgulha ao afirmar que a caçula está cursando o oitavo ano do ensino fundamental.

Fonte: Autora

Com base nas personas citadas acima é possível classificar uma representação do usuário final do produto a ser desenvolvido no projeto. Baseada em dados reais, adquiridos pelas fontes e contatos da UFC, tal pesquisa auxilia na verificação das características e comportamentos

persoais, desafios e preocupações definindo o público-alvo. Assim, em uma rápida análise, é possível identificar necessidades e brechas para preenchimento dos requisitos de projetos citados na etapa a seguir.

### 2.2.3 Requisitos de Projeto

Descobrir os critérios de resolução do problema analisado, com relação a qualidade da água potável em municípios cearenses. A construção do quadro 3, trata-se de uma lista de diretrizes critérios, significativos ou obrigatórios, para identificar as características que o projeto deve ter, servindo para a geração de alternativas.

A obtenção das informações, que representam as necessidades e os desejos dos usuários, serviu de base para a fundamentação teórica e o desenvolvimento do projeto. No Quadro 3 abaixo, cada requisito está relacionado com os objetivos pretendidos, as saídas desejadas ou possíveis soluções para orientar e facilitar o desenvolvimento de um produto de baixo custo que auxilie as comunidades a filtrarem sua própria água, tornando-a potável para consumo.

Quadro 3 - Requisitos de Projeto

	REQUISITO	OBJETIVO	CLASSIFICAÇÃO	FONTE
	Filtrar a água	Processo de filtração (cerâmica)	Obrigatório	Pesquisa inicial
	Purificação	Eliminar impurezas	Obrigatório	Pesquisa inicial
<b>Material</b>	Local	Argilas	Obrigatório	Público alvo
	Mono material	Argila	Desejável	Análise custo benefício
	Sistema de baixo custo	até R\$40,00	Desejável	Análise sincrônica/ Público alvo
	Peso/ leve	até 7Kg	Obrigatório	Concorrentes
	Capacidade	1 litro	Obrigatório	Concorrentes

<b>Confecção</b>	Artesanal	Produção local	Desejável	Pesquisa inicial
	Tecnologia digital	Fablab	Desejável	-
	Semi artesanal	Peças base + confecção manual	Desejável	Análise estrutural
<b>Tecnologia</b>	Antimicrobiano	Eliminar bactérias	Desejável	Análise funcional
	Filtragem	Carvão ativado	Desejável	Análise sincrônica/ estrutural
	Facilitar de servir	Torneira ou similar	Obrigatório	Pesquisa de produtos
	Facilidade de limpeza e manutenção	Troca da vela ou carvão	Desejável	Análise sincrônica/ estrutural
<b>Sustentabilidade</b>	Material natural	Argila	Obrigatório	Pesquisa inicial
	Reciclável	Argila e carvão	Obrigatório	Pesquisa de produtos

Fonte: Autora

Os dados desse quadro foram analisados e serviram de base para as próximas etapas, assim como construiu o raciocínio para a idealização de um produto com a finalidade de filtração e purificação de água contaminada, visando a solução dos problemas expostos na pesquisa.

### 3. CRIAR

A partir dos requisitos de projeto, iniciou-se a geração de ideias para solucionar o problema do projeto: como filtrar água de forma eficiente e de baixo custo para populações de baixa renda.

#### 3.1 PAINÉIS DE REFERÊNCIA

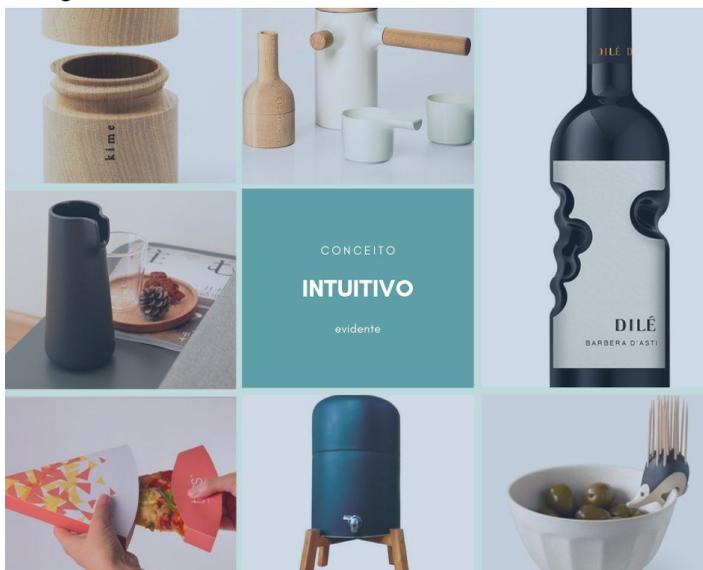
Para a geração de alternativas foram definidos conceitos de significado, ou seja, a linguagem do produto, para iniciar a criação do produto foram feitos painéis de referência. Dessa forma, a semântica do produto final tem que ser: Atrativo, Intuitivo no sentido de evidente e óbvio, Prático e Funcional. Conforme ilustrado nas figuras a seguir.

Figura 28- Conceito Atrativo



Fonte: Autora

Figura 29- Conceito Intuitivo



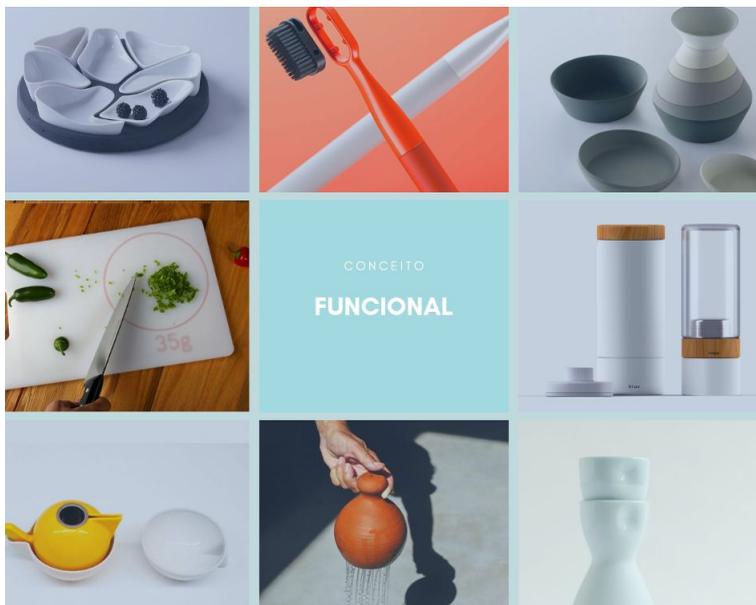
Fonte: Autora

Figura 30- Conceito Prático



Fonte: Autora

Figura 31- Conceito Funcional



Fonte: Autora

Para o desenvolvimento de produto, essa etapa iniciou o processo de criação através da análise de informações levantadas, para assim utilizá-las na geração de ideias. Facilitando a visualização de informações que o projeto seguirá, os painéis semânticos ajudam a organizar e traduzir os conceitos e estilos através de imagens como inspiração para as próximas etapas.

### 3.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Essa fase se caracteriza pelo momento onde as ideias ganham forma, em que a criatividade aliada ao conhecimento cria alternativas para encontrar a melhor solução. Assim sendo, foram gerados desenhos e *sketches*, que tendem a aplicar os requisitos mostrados no Quadro 3 através de desenhos representados nas Figura 32 e Figura 33, conforme ilustrado a seguir.

Ressaltando a etapa de definição do público, através da conversa com Professor Michael Viana da UFC, foi possível destacar os costumes de como indivíduos de tais comunidades se relacionam com a

água potável em seus domicílios. Foi possível destacar os costumes, que através de experiências, relatou de como indivíduos de tais comunidades têm referente a água potável em seus domicílios. Isto é, o entendimento da necessidade de coar inicialmente esta água, para retirada das partículas sólidas, e assim armazenamento na geladeira, devido a temperatura ambiente local ser normalmente elevada. Tal comportamento mostrou ser a única ação de limpeza da água, que a sociedade local faz para consumo.

Considerando que a água é armazenada em recipientes dentro da geladeira, é necessário avaliar a relação da altura do objeto, com o tamanho padrão das prateleiras internas da própria geladeira. Além disso, importante considerar a forma prática de uso, e de como o objeto será manuseado.

Figura 32 - Sketch das Alternativa Número 1 e 2



Fonte: Autora

Considerando essas questões, foi necessário seguir parâmetros dentro do conceito intuitivo, para que ficasse claro e visível a utilização e benefício do produto/recipiente. Sendo assim, por uma entrevista foi analisada as necessidades que o objeto precisa ter, para que assim fosse evidente sua função. Portanto, a alça e bocal (que auxilia na caída de água) são essenciais para o projeto. A aplicação das cores,

transparência, análise de forma e função, formato também foram avaliados para criação conforme os conceitos, das alternativas mostradas a seguir.

Figura 33 - Sketch das Alternativa Número 3 e 4



Fonte: Autora

Conforme definido pela pesquisa, o material mais adequado é a cerâmica como produto único para a criação do objeto. A própria pesquisa mostrou a notável capacidade que esse material tem, sendo um excelente filtro natural. Além disso, foi adicionado ao produto a ideia de ter um filtro no formato similar a de um funil, para facilitar o uso e processo de filtração.

Conforme a criação dos desenhos foi visto um ponto primordial em relação do material com seu tamanho e forma, para que possível a realização correta da funcionalidade como filtro. Assim sendo, a necessidade de ter uma espessura de base com 10 mm, é obrigatória para fazer corretamente o processo de purificação. Por outro lado, o projeto não visa calcular exatamente o tempo que levaria para tal processo de filtração, mas identifica a necessidade de uma hipótese da demora em consideração ao formato e tamanho de tal filtro. Então, sua limitação consiste em questões físicas, estéticas e uma alternativa viável de funcionamento.

Figura 34 - Sketch das Alternativa Número 5 e 6



Fonte: Autora

Para auxiliar na melhor visualização das alternativas desenhadas para o projeto, foram criadas três modelagens 3D. Estas facilitam na idealização, como também por, concepção da forma da jarra e do objeto de filtragem, gerando suas modificações. Assim, conforme a Figura 35 são ilustradas as alternativas, através do programa Rhinoceros, tentando ajustar a alça e o bico para uma estética mais funcional e adequada aos estudos feitos anteriormente

Figura 35 - Modelagem 3D



Fonte: Autora

Para melhor adequação ao projeto, foi criado um painel visual referente apenas a questão das alças e bicos, para melhor análise do formato, tamanho, pega e uso.

Figura 36 - Painel de Alça e Bico



Fonte: Pinterest

Na Figura 36, foi possível analisar as peças e jarras feitas de material cerâmico. A diversificação entre as alças, tende a ter uma certa simplificação devido a necessidade do conforto ao uso, e considerando que para levantar um peso superior, comparado a uma xícara, é preciso ter uma forma fácil e segura. Dessa forma, juntamente com as alternativas feitas anteriormente, o refinamento do formato escolhido sofreu algumas alterações devido ao painel mostrado acima.

Considerando todas essas harmonizações visuais, em cruzamento com as informações de como o público-alvo utiliza os produtos similares, foram tabeladas as ideias do projeto.

### 3.2.1 Seleção de Alternativa

Após análise dos *sketchs*, foi criado um quadro para pontuação de cada opção.

Quadro 4 - Avaliação das Alternativas

	OPÇÃO 1	OPÇÃO 2	OPÇÃO 3	OPÇÃO 4	OPÇÃO 5	OPÇÃO 6
<b>Praticidade</b>	5	3	4	2	5	5
<b>Adequação aos conceitos</b>	4	5	3	2	4	4
<b>Capacidade</b>	3	5	4	3	5	5
<b>Facilidade de limpeza</b>	4	5	3	5	5	4
<b>Facilidade para servir</b>	3	4	3	1	4	5
<b>Usabilidade e conforto</b>	3	3	3	2	3	4
<b>Filtro</b>	4	2	4	4	4	4
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>31</b>

Fonte: Autora

Conforme a numeração da tabela acima, é possível perceber pontos positivos e negativos de cada alternativa. Entretanto, conforme a pontuação das opções na Figura 34, a número 6 foi a escolhida. A decisão se dá pelo fato de ser a que apresenta a maior capacidade de água, adequada ao conforto e facilidade de servir (devido ao formato do bico). Entretanto, a alternativa de número 5 ficou com uma pontuação muito próxima, o que fez com que o produto final fosse uma mistura de ambas, adequando as questões de relevância de cada desenho.

A próxima etapa define o refinamento e detalhamento ilustrativo, assim como o tamanho da alternativa final, incorporando a melhor forma de servir, juntamente com uma alça com as medidas antropométricas e ergonômicas.

### 3.3 REFINAMENTO

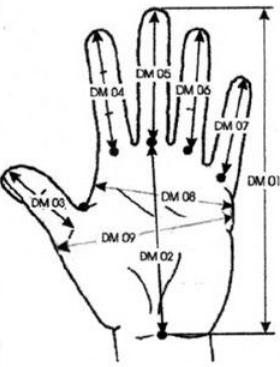
A Prototipação tem como função auxiliar a validação das ideias geradas, apesar de ser apresentada como uma das últimas fases do processo de Design. Assim, para selecionar e refinar de forma assertiva as ideias, foram feitos modelos 3D, para melhorar a visualização da alternativa selecionada, fazendo suas alterações conforme melhor adequação de forma e função.

#### 3.3.1 Levantamento Antropométrico

A antropometria é o ramo das ciências humanas que estuda as medidas do corpo, particularmente o tamanho e a forma. Uma das aplicações das medidas antropométricas na ergonomia, é o conhecimento das dimensões físicas do homem, no desenvolvimento de produtos. A manipulação de instrumentos manuais mal dimensionados pode gerar uma série de problemas aos usuários. Sendo assim, conhecer a antropometria das mãos é indispensável para um correto dimensionamento do produto e deve fazer parte do desenvolvimento do design de instrumentos manuais.

Levando em consideração a necessidade de análise dos dados Antropométricos, foram avaliadas tabelas que fornecem as medidas da mão como a do (HENRY DREYFUS, 2009).

Quadro 5 - Dados Antropométricos da Mão Direita (mm)

MÃO ESQUERDA	Var	MASCULINO		FEMININO		ANOVA "p"
		MÉDIA	D.P.	MÉDIA	D.P.	
	DM1	187,95	9,80	171,03	8,55	0,0000
	DM2	107,91	5,60	97,74	4,69	0,0000
	DM3	63,06	4,74	56,84	3,89	0,0000
	DM4	71,67	5,05	66,41	4,43	0,0007
	DM5	79,94	5,42	72,77	4,93	0,0000
	DM6	74,27	4,43	67,58	5,47	0,0001
	DM7	59,83	4,32	54,29	4,00	0,0001
	DM8	84,69	5,22	75,80	4,91	0,0000
	DM9	112,38	8,00	98,05	6,09	0,0000

Fonte: HENRY DREYFUSS ASSOCIATE, 2009

Dessa forma, a análise é que o principal movimento no manejo é da articulação da mão ao fechar segurando a alça, e do cotovelo para levantar-lo. Examinadas as informações fornecidas pelo Quadro 5, em conjunto com as medidas de objetos similares, foram definidos os tamanhos de pega principalmente pelas, DM 09, DM 08 e DM 02. Tais medidas são possíveis de serem verificadas nas últimas páginas do Apêndice B que ilustra o desenho técnico.

### 3.3.2 Produto

Testes de alça e bico foram feitos levando em consideração os dados referidos anteriormente. Sua avaliação foi de acordo com a melhor funcionalidade, em relação a pega e manuseio, utilizando os parâmetros antropométricos de medidas referente a mão. Assim sendo a figura 37 ilustra a renderização de seu formato final.

Figura 37 - Forma Final

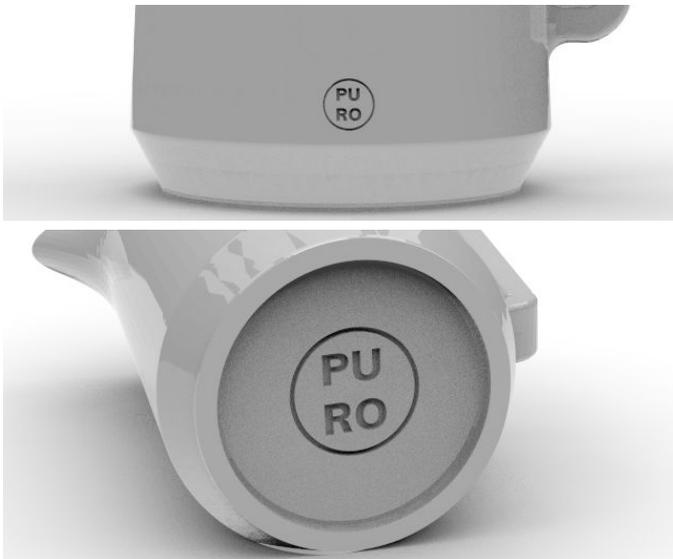


Fonte: Autora

Conforme já mencionado, para a análise do tamanho do produto foi considerada uma série de informações, como por exemplo a altura entre as prateleiras da geladeira, já que provavelmente a jarra será armazenada de forma que a água permaneça fria. Dessa forma, parte-se da disposição de que o produto tenha uma altura inferior a 250 mm, somando-se com os apontamentos de antropometria.

Além do desenvolvimento em si do produto, foi concebido a concepção de um nome. Assim, é de suma importância que tal esteja em consonância com o que o produto representa, bem como seja a sua essência. Isso posto, o produto foi batizado com o nome "PURO", que além de representar a verdadeira função do produto, simboliza como a criação de uma identidade visual e logo. De forma simples mostrado na Figura 38 o nome será aplicado no objeto apenas para identificação de forma sutil.

Figura 38 - Aplicação do Nome



Fonte: Autora

Seguindo tal identidade, a concepção de uma paleta de cor referente aos conceitos do trabalho, é primordial para futura coloração da peça. Por outro lado, mesmo delimitando uma idéia de cor para aplicação, o presente projeto visa também sua reprodução de maneira artesanal pelos usuários. Então possibilita a construção dos moldes, e assim das peças, por grupos de ceramistas, deixando livre para opções de personalização dentre cores e desenhos. Independente dessa versatilidade do projeto, uma identidade visual foi criada, seguindo padrões de cores conforme mostrado na Figura 39.

Figura 39 - Paleta de Cor



Fonte: Autora

A escolha do formato e cores se dá perante a ideia de fluidez da água, elemento foco do projeto. Na tentativa de representar formas, que vão ser aplicadas na versão final em cerâmica, o azul remete a pureza que o filtro faz em cima dos sedimentos e partículas. Juntamente a isso outros tons tem como ideal representar a tecnologia, que mesmo de baixo custo, ajuda no processo de purificação da água.

### 3.4 MATERIAL E PROCESSO

A primeira etapa da produção do protótipo se deu pela visualização tridimensional das ideias escolhidas, geradas através da modelagem 3D em softwares como Rhinoceros e SolidWorks. As tecnologias digitais foram aplicadas para etapa de prototipagem da melhor ideia. Juntamente para criação dos modelos visuais a impressão 3D foi útil para construção de um protótipo, para confecção do molde, como também na escala verificando o formato do tamanho final.

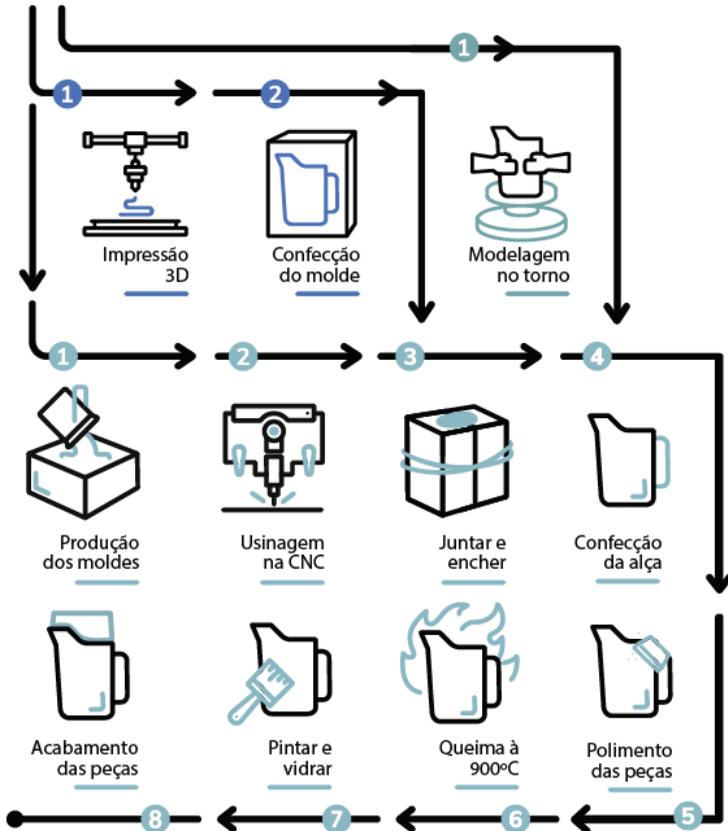
Conforme a imagem abaixo é possível ver o processo de produção do projeto, tendo ele três vertentes.

A primeira foi através da elaboração do molde por peças maciças em gesso, para usinagem do formato modelado. Para análise de uma forma mais barata na produção do molde, foi considerada a utilização de máquinas CNC (*Computer Numeric Control*). Essa etapa seria facilitada devido a tecnologia conseguir a usinagem da peça pelo formato já construído no software 3D. Porém, para isso seria necessário

elaborar as formas base. Considerando que o único material para construção de molde para criação de peças cerâmicas, é o gesso, foram gerados 3 fragmentos maciços na medida correta, do material.

Figura 40 - Infográfico Produção

## PROCESSO DE CONFECÇÃO DO PROTÓTIPO



Fonte: Autora

O segundo processo de confecção do protótipo foi através da impressão, em tamanho real, de ambas peças (tampa e jarra). Sendo este realizado no laboratório Pronto, referido anteriormente, tal impressão auxilia na construção do molde em gesso, sendo usado como forma

base. Ambos os processos citados visam a construção do molde de forma fácil e barata, para que o usuário possa ele mesmo desenvolver a produção da peça de forma artesanal.

Figura 41 - Processo de Criação do Molde



Fonte: Autora

Após o molde pronto, ambos os processos continuam da mesma maneira, sendo esta pelo enchimento deste. O terceiro processo constitui de uma maneira mais rápida de confecção do protótipo, Devido problemas ocorridos com os métodos citados anteriormente. Dessa forma a criação através do torno facilitou a modelagem, porém não visa sua reprodução por um molde como os demais processos. Entretanto, sua continuação se dá igualmente aos outros, conforme ilustrado na Figura 40. Após a peça pronta, retirada do molde, ela deve ser polida e a alça fixada, podendo assim ser cozida de preferência à baixa temperatura, 900°C. Assim que finalizadas, as possibilidades de coloração, como também da necessidade de vidrar são indicadas para o melhor funcionamento do produto.

Com relação ao material, a idealização em barro vermelho (terracota), foi ponderada devido a familiaridade que ceramistas nordestinos possuem com o material, e assim, a maior proximidade do público alvo com o barro. Porém, considerando que tal material pode não remeter a devida usabilidade, em questão da forma do projeto, e contando com a baixa resistência mecânica, o barro vermelho não foi o material escolhido para criação do protótipo. Mesmo assim, a reprodução artesanal em terracota pode ser considerada como uma opção viável para aplicação na jarra, já que o filtro necessita ser uma

cerâmica mais porosa. A escolha da Argila branca (Marfim) se deu pela pasta plástica, por natureza, apresentar uma composição dura de elevada resistência, além de uma viável solução para produtos que precisam ser lavados diariamente.

### 3.4.1 Testes

Conforme descrito na etapa anterior, o primeiro e segundo processo de criação do protótipo, acabaram não conseguindo ser finalizados a tempo para apresentação do projeto. Porém, a Figura 42, por meio da impressão da peça, foi possível analisar seu tamanho final, como também realizar alterações e testes de capacidade (1 litro). A problemática deste, foi de que a peça devia estar dividida em sua metade vertical e sem alça para confecção do molde.

Figura 42- Impressão 3D Finalizada em Tamanho Real



Fonte: Autora

A prototipação do projeto foi mediante à criação de uma peça única. Através do processo de confecção em torno, ou também chamado de roda, sendo a primeira tecnologia que impulsionou as oficinas de oleiro nos critérios rapidez e perfeição de acabamento das peças. A

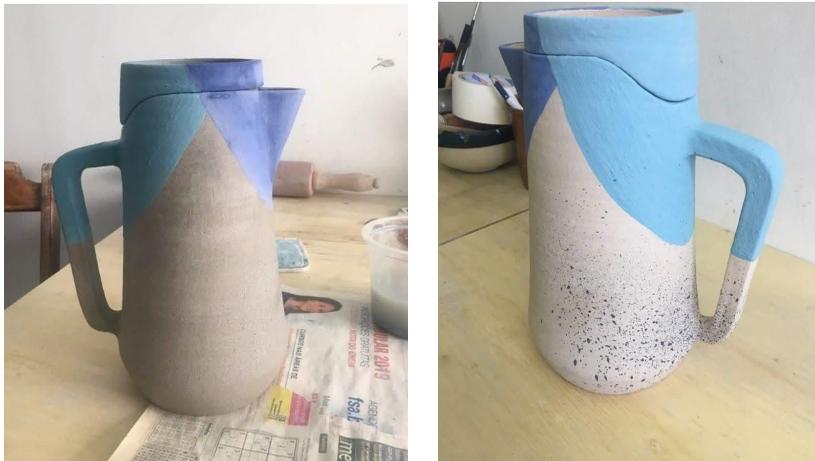
modelagem em torno funciona por meio de uma porção de argila, em que se configura da forma desejada com o uso das mãos. O material é colocado no centro de um prato giratório e, com os dedos posicionados, é possível levantar as paredes de argila até a altura e a forma desejadas. Por esse processo, e seguindo o gabarito e desenho técnico, foi confeccionada a jarra e o filtro, sendo finalizados através das etapas ilustradas na Figura 43 e 44.

Figura 43 - Produção da Jarra no Torno



Fonte: Autora

Figura 44 - Acabamentos



Fonte: Autora

Após a finalização das peças no torno e execução da alça, a jarra e filtro foram polidos e lixados dando os acabamentos finais como também aplicação da coloração. Os tons azulados utilizados como engobes foram usados tentando aproximar ao máximo das tonalidades comentadas nas etapas anteriores, porém após o cozimento da peça essas sofreram pequenas alterações. Além disso a aplicação de vidro transparente foi incorporado após a primeira cozedura das peças, dando para o interior e exterior da jarra, características impermeáveis. Por conta disso, na parte da tampa e filtro não foi aplicado tal acabamento para não perder a propriedade porosa da cerâmica, necessária para o processo de filtração.

Os testes de funcionalidade do filtro não foram possíveis serem realizados, a delimitação do presente projeto considera até o fator estético e viável à aplicação. Porém o projeto fica em aberto para possíveis continuações de pesquisa sobre o assunto.

### 3.5 MEMORIAL DESCRITIVO

O memorial descritivo é a etapa onde está detalhado todo projeto, relacionado um a um, todos os itens do produto a ser construído.

### 3.5.1 Conceito

O filtro PURO tem o intuito de permitir que todas as pessoas, principalmente aquelas com poucas condições, consigam ter recursos para adequar a qualidade da água em seu domicílio. Criado pensando em seu baixo custo e fácil acesso objetivando a inclusão social. A simplicidade das peças, peso e tamanho se adequam às necessidades e usabilidade já existente dos usuários de cidades do interior nordestino. Sua nomenclatura, PURO, aborda a possível solução de uma séria problemática existente no País, falta de água potável, e visa a filtragem de modo simples fornecendo um recurso vital para sobrevivência humana.

Figura 45 - Ambientação



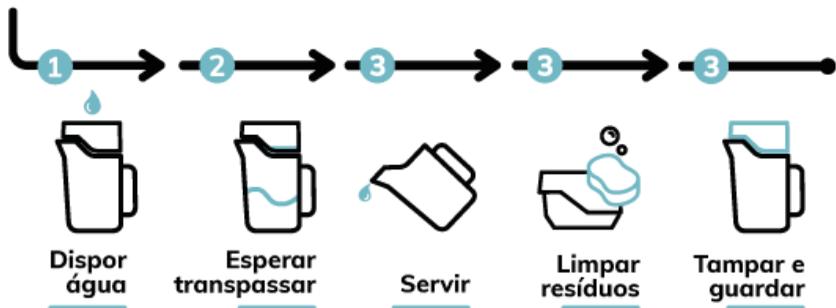
Fonte: Autora

### 3.5.2 Fator Uso

A jarra filtrante consiste em uma forma barata, simples e fácil de purificação de água para consumo. Sua função principal é conservar água fresca, pura e própria para ingestão.

Para isso, seu formato intuitivo deixa implícito seu uso: o filtro/tampa posicionado na parte superior, funciona como um funil, ou seja, permite a passagem de água pelos poros do material cerâmico, mas impede das partículas sólidas de atravessar. Para servir, é necessário remover a peça superior, para que não ocorra da sujeira se direcionar ao copo, lembrando sempre de lavar após o uso. Além da função de filtro a peça superior serve também como tampa para preservar a água fresca na geladeira. Conforme a imagem a seguir.

Figura 47- Infográfico de Uso



Fonte: Autora

Para sua higienização, basta uma solução de água com sabão neutro, secando cuidadosamente, visto que é um objeto frágil.

A aplicação de agentes antimicrobianos em sua superfície cerâmica (interna do filtro) certifica proteção segura e duradoura contra diversos microrganismos, incluindo bactérias e fungos patogênicos causadores de contaminação hospitalar. As partículas de nanotecnologia tem em média uso em 1500 litros, podendo depender de fatores como pressão, quantidade de água, tamanho, entre outros, sendo eficiente durante todo o ciclo de vida da matéria cerâmica.

Figura 48 - Uso do produto

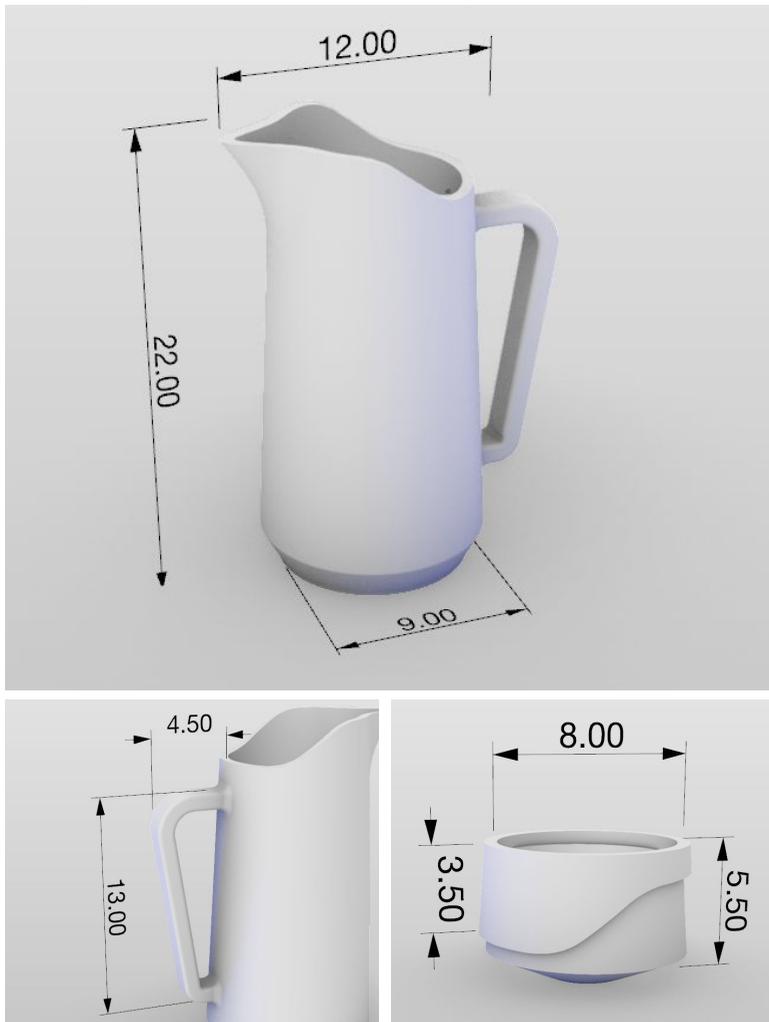


Fonte: Autora

Em questão ao formato, constando com a alça e o bico, estas auxiliam na pega e usabilidade, facilitando a dispersão da água, diminuindo a necessidade de maior inclinação e reduzindo a força para levantar. Seu bico curvo proporciona o derramamento direcionado e ajuda na interpretação intuitiva da usabilidade, por conhecimentos anteriores com objetos semelhantes.

Suas dimensões estão baseadas nas médias entre as medidas das as mãos femininas e masculinas com percentil 50, baseado em outros produtos similares para pega.

Figura 49 - Dimensões do Produto e Pega



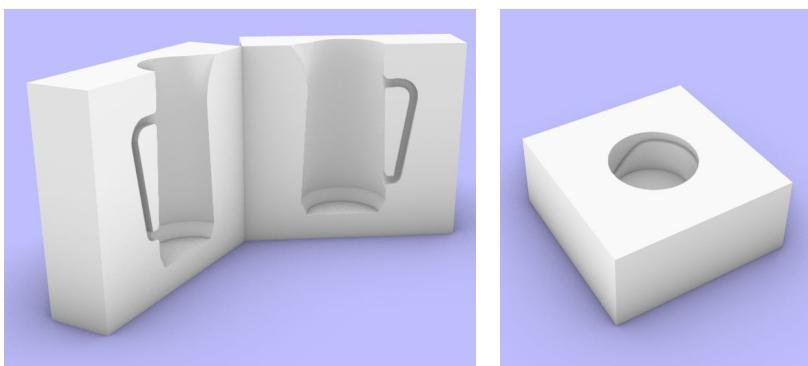
Fonte: Autora

Na figura 49, as dimensões do objeto foram calculadas levando em conta as medidas tiradas no quadro de antropometria, mostrado na etapa de refinamento.

### 3.5.3 Fator Técnico - Construtivo

O produto utiliza o molde por usinagem em máquina CNC como processo produtivo. Tal molde é composto por dois blocos de gesso de igual tamanho, que se encaixam, dando a forma do produto. Visando a sustentabilidade, a construção do produto dispensa o uso de componentes de fixação como colas, parafusos ou pregos, tanto para molde como para a peça final.

Figura 50 - Render do Molde para Usinagem



Fonte: Autora

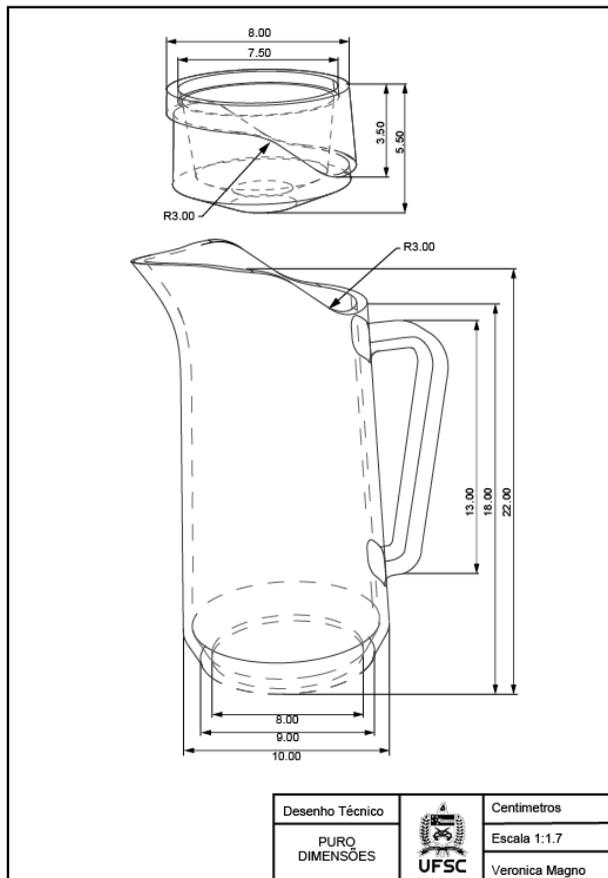
Com o molde finalizado e pronto, a construção é simples: Encher com qualquer tipo de argila líquida, ou também chamada de barbotina, e deixar repousar por 15 minutos ou até a espessura das laterais estarem do tamanho desejado (0,5 cm). Remover o excesso, retornando a barbotina ao pote. Tal processo consiste na maior simplificação para conseguir adequar a uma reprodução artesanal aos usuários.

Considerando a necessidade de um agente químico para purificação, as nanopartículas podem ser incorporadas no próprio substrato e nos esmaltes cerâmicos quando ainda na forma de suspensão (barbotina). A aplicação se dá pela conta de 0,3% do seu peso, ou seja, 3 gramas de aditivo para 1000 gramas de pasta cerâmica. Dessa forma, a incorporação do aditivo no produto torna-se mínima, sendo esta exclusivamente ao interior da peça filtrante. Além da utilização de tal tecnologia, pesquisas mostraram que sementes de Moringa possuem

propriedades naturais de filtração semelhantes, já podendo estas serem uma segunda opção de uso e possivelmente mais barata para purificação da água ao projeto.

Sua estrutura consiste em dois componentes: a jarra e o filtro, conforme ilustrado na figura a seguir.

Figura 51 - Desenho Técnico Perspectiva

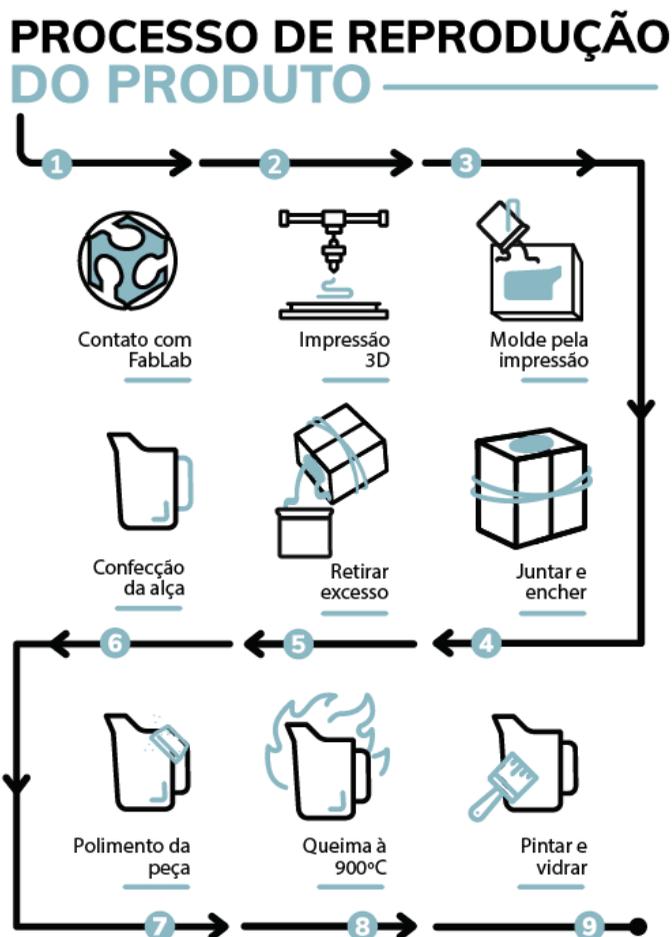


Fonte: Autora

O processo de fabricação suporta a reprodução industrial, entretanto isso aumentaria o custo do produto, descaracterizando-o como uma alternativa barata e fácil de ser viabilizada pelo usuário.

Dessa forma a elaboração do molde poderia ser construída em FabLabs, justamente pelo projeto não se direcionar a produção em massa.

Figura 52 - Infográfico Processo de Recriação



Fonte: Autora

O infográfico apresentado demonstra as etapas como um manual de produção para a possível reprodução das peças de forma artesanal. As etapas, assim como sua forma, foram pensadas de maneira

simples para tornar tal processo o mais fácil e intuitivo para produção, seguindo os conceitos do projeto.

#### **3.5.4 Fator Estético - Simbólico**

Com a dificuldade de aplicar questões estéticas, sem perder o fator intuitivo de uso e forma, a identidade da jarra reflete um estilo de vida simples prezando pela reconhecimento da usabilidade e principalmente como um fácil modo de purificação de água.

Priorizando a sustentabilidade ao adotar apenas um material, a jarra se apresenta como pronta para uso e disfarça sua eficiente forma de filtragem, dando ao produto uma característica de valorização.

A preferência pela argila marfim, evidencia uma característica do projeto: a pureza e conseqüente percepção de higienização, relacionada a turbidez da qualidade da água potável. Além disso seu fator estético claro, sugere a possível personalização pelo usuário, no processo artesanal de reprodução, podendo aplicar as cores como também formas que mais identificam com seus aspectos culturais e sociais. O respectivo acabamento aplicado pela utilização de esmalte transparente, auxilia ao material poroso não absorver a água, dando um aspecto vidrado ao interior e exterior. Porém com a função de filtro, a parte das paredes interior da tampa consiste na utilização do material cru justamente para permitir a passagem da água por fator gravitacional.

Por outro lado a decisão das cores utilizadas, conforme detalhado na etapa de refinamento, sugere toda a fluidez e liquidez como metáfora da água e sua importância, ressaltando os aspectos de pureza desejados, mesclando o estético com sua função.

#### **3.5.5 Fator Ambiental**

O produto possui um apelo sustentável, pois promove a utilização de mono material e uma produção com baixo impacto ambiental, o que facilita a montagem e também o reaproveitamento no final do ciclo de vida.

Ciclo de vida é o conjunto de todas as etapas necessárias para que um produto cumpra sua função na cadeia de produtividade. Segundo a NBR ISO 14040 / 2009, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é dada pela compilação dos fluxos de entradas e saídas. Dentre as etapas

existentes na produção do material cerâmico estão, a Aquisição, Manufatura, Uso e Reciclagem. A utilização do material têm impacto 66% menor na emissão de gases de efeito estufa, e consomem até 43% menos recursos naturais não renováveis, comparando com a utilização em concreto. Por outro lado, a reciclagem das cerâmicas é limitada devido às características do material e suas propriedades. Os resíduos cerâmicos podem ser reciclados para confecção de agregados, que poderão ser utilizados no canteiro, ou para enchimento de valas, reforço de bases de pavimentação, etc.

A utilização de meios filtrantes naturais como a nanotecnologia, entre tantas tecnologias convergentes em voga atualmente, esta se faz útil e oportuna na discussão sobre sustentabilidade. Com o uso racional e inteligente de menores quantidades de materiais, vai na contramão do desperdício e estimula estudos cada vez mais aprofundados sobre o tema. Além disso, permite a possível utilização de sementes de Moringa como meio filtrante, que decanta a água separando-a das impurezas, tornando o líquido apto ao consumo. Tal opção pretende estimular produtos naturais do sertão nordestino, como também traz a esperança de uma água limpa e uma fonte alimentar para esses locais que sofrem tanto com as condições climáticas e de solo.

Da mesma forma, o sistema de produção de montagem, por máquina CNC para o molde, reduz a ocorrência de erros garantindo uma usinagem com medidas exatas, podendo ser replicadas e diminuindo desperdícios. A criação do molde em gesso para o uso em cerâmica, tem a possibilidade de criar em média 20 peças, o que proporciona uma fabricação artesanal garantindo o melhor aproveitamento da matéria-prima.

### **3.5.6 Fator Social**

Tem a finalidade única de trazer a oportunidade à pessoas que moram em sertões e locais sem acesso à água canalizada, de terem em seus domicílios água purificada de qualidade sem problemas de doenças. Esse projeto consiste em um apelo social concebido em base de um produto que beneficia comunidades de baixa renda devido a minimização de seus custos. A simplicidade dos seus processos, como também seu baixo custo, foram idealizados para gerar bem estar ao ser

humano, melhorando a qualidade da água e conseqüentemente de vida, além de minimizar problemas sociais.

Além de seu uso, abre a possibilidade de geração de renda através da produção das peças reproduzidas por grupos de ceramistas e/ou associações de moradores. Essa também pode ser uma forma de auxiliar comunidades, famílias como também aposentados, no faturamento mensal.

O fator social de tal projeto se baseia essencialmente na busca de relações sociais mais justas, sendo o design aplicado de uma maneira verdadeiramente transformadora, na busca de construir uma sociedade mais justa e igualitária.

### 3.5.7 Fator Comercial

Visando o apelo social do projeto, esse é denominado de *Open Source*, ou seja, código aberto, permitindo a qualquer pessoa o seu acesso. Projetos *Open Source* concedem livremente seu código, CAD (*Computer Aided Design*), possibilitando a sua reprodução gratuita.

Juntamente por meio de licenças jurídicas da organização *Creative Commons Brasil* o projeto concede o direito de autor. Isso significa que o projeto criativo pode ser copiado, distribuído, editado, remixado e utilizado para criar outros trabalhos, sempre dentro dos limites da legislação de direito de autor e de direitos conexos. Desta forma o fator comercial do projeto consiste na chamada Licença de Atribuição-CompartilhaIgual (CC BY-SA) definida pela imagem abaixo.

Figura 53 - Licença Creative Commons Brasil



Fonte: CreativeCommuns.org

Tal licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir deste projeto, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito e que licenciam as novas criações sob termos idênticos.

Além disso, todos os trabalhos novos baseados no presente projeto terão a mesma licença, portanto quaisquer trabalhos derivados também permitirão o uso comercial.

Somando-se as condições de compartilhamento, o fator comercial se caracteriza também na explicação dos atributos econômicos do projeto. Contando com as etapas de criação e os materiais informadas anteriormente, no quadro abaixo é possível analisar o custo referente ao processo de construção da peça.

Quadro 6 - Fator econômico do produto

\*Quantidade para criação do molde junto a uma peça base impressa.

	MATERIAL E/OU PROCESSO	PREÇO KG/e ou hora	QUANTIDADE UTILIZADA	PREÇO POR UNIDADE
<b>Materiais</b>	Barbotina	R\$9,50	1,5 kg	R\$14,25
	Nanotecnologia	R\$300	0.15 kg	R\$0,45
	Gesso*	R\$1,99	8 kg	R\$15,92
<b>Produção</b>	Impressão 3D	R\$150	0.33 kg	R\$49,50
	Usinagem CNC	R\$150 hora	30 min	R\$75,00
<b>TOTAL CONFECÇÃO</b>	-	-	-	R\$155,12
<b>PREÇO UNITÁRIO</b>	-	-	-	R\$36,85

Fonte: Autora

Considerando que para confecção, o maior valor é referente ao molde, e que este pode ser usado para criação de em torno de 20 peças, o produto finalizado de fato consiste em ser de custo mais baixo do que aqueles já existentes no mercado. Além de possibilitar um compartilhamento do molde entre indivíduos das comunidades e/ou organizações, o projeto oferece uma alternativa viável e sustentável de purificação de água, que pode ser também uma possível fonte de renda.

#### 4. CONCLUSÃO

Em vista dos argumentos apresentados, este trabalho teve a preocupação de apontar as questões de criação de produtos aplicados ao design social e focados na sustentabilidade. Foram abordadas metodologias e diversas ferramentas para favorecer a popularização de projetos com o mesmo intuito.

Considerando que no Brasil o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e pela Lei nº. 11.445/2007, nada ainda é feito para auxiliar moradores das comunidades que mais precisam. A proposta desse projeto foi de desenvolver uma forma de minimizar, ao menor custo, as problemáticas de falta de água potável em ambientes domiciliares. Para isso, foi apontada a contextualização histórica, como também dados referentes ao saneamento nos municípios brasileiros.

Em virtude da importância do tema mencionado, o presente projeto consiste na criação de uma jarra cerâmica purificadora, considerando as características filtradoras naturais do material. Entende-se por meio dos processos de design, o projeto considera meios e materiais que consigam transformar tanto a produção como o produto ao menor custo possível, se tornando viável para o público-alvo. Para isso, inspirado na funcionalidade de filtros de barro há décadas utilizados nos ambientes domésticos brasileiros, o produto foi construído analisando uma forma de manter a sua maior simplicidade. Isso permite com maior facilidade a reprodução através de *FabLabs*, por impressão e/ou usinagem em máquina CNC, para assim, confecção do molde. Por meio deste é possível construir diversas peças, possibilitando uma produção artesanal pela comunidade ou grupo de ceramistas, podendo inclusive servir como uma fonte de renda.

O presente trabalho visou a melhora e satisfação da qualidade de vida dos cidadãos, e auxiliar em suas atividades econômicas. Porém, ainda exige a necessidade de pesquisas de funcionalidade, através de testes de filtragem com outros materiais como também formas. Servindo como base e inspiração para a continuação de futuros outros projetos.

Como conclusão este projeto teve como motivação a construção do conhecimento e de criação de uma sociedade - mais ética, mais justa, mais humana, mais solidária. O design também deve ter como princípio,

ser uma ferramenta que auxilia na solução de problemas em favor das classes oprimidas e de luta pela igualdade.

## REFERÊNCIAS

AGRAWAL, A., Pandey, R.S. and Sharma, B., 2010. **Water pollution with special reference to pesticide contamination in India.** Journal of Water Resource and Protection, 2(05), p.432.

ALESSANDRA AZEVEDO (Brasil). Correio Braziliense. **Mais da metade da população não tem acesso à água potável no Brasil.** Correio Braziliense. Brasília, 04 ago. 2018. p. ?-?. Disponível em: <[https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/politica/2018/08/05/interna\\_politica,699290/mais-da-metade-da-populacao-nao-tem-acesso-a-agua-potavel-no-brasil.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/politica/2018/08/05/interna_politica,699290/mais-da-metade-da-populacao-nao-tem-acesso-a-agua-potavel-no-brasil.shtml)>. Acesso em: 10 abr. 2019.

ALVES, Maria Bernardete Martins; ARRUDA, Susana Margareth. **Como fazer referências:** bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documento. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Biblioteca Universitária, c2001. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/design/framerefer.php>>. Acesso em: 11 abr. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520:** informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024:** informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724:** informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16098:2012**, Portaria INMETRO n° 344 de 22/07/2014, Portaria INMETRO n° 394 de 25/08/2014, Portaria INMETRO n° 92 de 04/05/2017 e Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

BRITO, Débora **A água do no Brasil: da abundância a escassez** <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-10/agua-no-brasil-d-a-abundancia-escassez>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

CHONG, M.N., Jin, B., Chow, C.W. and Saint, C., 2010. **Recent developments in photocatalytic water treatment technology: a review.** *Water research*, 44(10), pp.2997-3027.

COMARU, Lucas Fernandes. **Uma Reflexão Sobre a Importância do Design Sustentável para o Meio Ambiente.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 9. Ano 02, Vol. 05. pp 58-73, Dezembro de 2017. ISSN:2448-0959

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos.** São Paulo: Editora UNESP, 2000

GREENPEACE. **Sem Floresta Não Tem Água** – Episódio 1 – Represa Paraibuna. Greenpeace. 5’29”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?t=47&v=S0uUYiP1cLY>>. Acesso em Abril de 2019.

HENRY DREYFUS, Livro, **As medidas do homem e da mulher, fatores humanos em design.** Bookman, Jan 1, 2009.

INSTITUIÇÃO DE ENGENHARIA (São Paulo). Confea (Comp.). **Nanotecnologia pode ajudar na purificação de água.**2010. Disponível em: <<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2010/07/29/nanotecnologia-pode-ajudar-na-purificacao-de-agua/>>. Acesso em: 01 maio 2019.

LEONARD, Annie **A História das coisas da natureza ao lixo: o que acontece com tudo que consumimos.** 1 ed. Brasil: Editora Zahar, 2011. 304 p.

NASS, D. P. **O Conceito de Poluição.** Revista Eletrônica de Ciências. Número 13, Novembro de 2002. Disponível em:

<[http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_13/poluicao.html](http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html)>. Acesso em: 12 de Abril de 2019.

NDABIGENGESERE, A.; Narasiah, K. S.; Talbot, B. G. **Active agents and Mechanism of coagulation of turbid waters using Moringa oleifera**. Water Research, v.29, n.2, p.706-710, 1995.

MUYIBI, S. A.; Evison, L. M. **Moringa oleifera seeds for softening hardwater**. Water Research, v.29, n.12, p.1099-1104, 1995a.

MUYIBI S. A.; Evison, L. M. **Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with Moringa oleifera seeds**. Water Research, v.29, n.12, p.2689-2695, 1995b.

PASSARINHO, Nathalia. Bbc News Brasil. **Tragédia com barragem da Vale em Brumadinho pode ser a pior no mundo em 3 décadas**. BBC News. Londres, 29 jan. 2019. p. ?-?. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-47034499>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

PAZMINO, Ana Verónica. Uma reflexão sobre **Design Social, Eco Design e Design Sustentável**. I Simpósio Brasileiro de Design Sustentável. Curitiba, setembro de 2007.

PINHEIRO, Pedro. **Doenças transmitidas por água contaminada**. Lisboa: Md. Saúde, 2019. 4 p. Disponível em: <<https://www.mdsaude.com/doencas-infecciosas/doencas-da-agua>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

RÖRIG, L.R., Tundisi, J.G., Schettini, C.A.F., Pereira-Filho, J., Menezes, J.T., Almeida, T.C.M., Urban, S.R., Radetski, C.M., Sperb, R.C., Stramosk, C.A. and Macedo, R.S., 2007. **From a water resource to a point pollution source: the daily journey of a coastal urban stream**. Brazilian Journal of Biology, 67(4), pp.597-609.

SAVEH. Ambev (Org.). **A disponibilidade de água no mundo e no Brasil.** Brasil, 17 out. 2017. Disponível em: <<https://saveh.com.br/artigos/a-disponibilidade-de-agua-no-mundo-e-no-brasil/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

SENADO FEDERAL. Brasil. Revista em Discussão!. **Falta de chuvas expõe fragilidade do sistema.** em Discussão!, Brasília DF, v. 23, p.28-28, 06 dez. 2014. Semanal.

STUKEL TA, Greenberg ER, Dain BJ, Reed FC, Jacobs NJ. **A longitudinal study of rainfall and coliform contamination in small community drinking water supplies.** Environ Sci Technol 1990;24:571-5.

VALADES, Luis de Anda. **E o processo de filtração de água? Principais instalações de tratamento de água.** Portal Tratamento de Água, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-1, 08 fev. 2018. Semanal. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/processo-filtracao-agua-principais-instalacoes-tratamento-de-agua/>>. Acesso em: 07 maio 2019.

VANDERLEI LCM, Silva GAP, Braga JU. **Fatores de risco para internamento por diarreia aguda em menores de dois anos: estudo de caso-controle.** Cad Saude Publica 2013;19(2):455-463

VARELLA, Mariana. **Qual a nossa quantidade necessária de água por dia?** São Paulo: Drauzio, jun. 2016. Mensal. Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/alimentacao/qual-a-nossa-a-quantidade-necessaria-de-agua-por-dia/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Biblioteca Universitaria. **Trabalho acadêmico:** guia fácil para diagramação: formato A5. Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/design/GuiaRapido2012.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2013



## ANEXO A



Comunicação Interna nº 91/2019/SPR  
Documento nº: 02500.028433/2019-32

Em 6 de maio de 2019.

Ao Senhor Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos

Assunto: Serviço de Informações ao Cidadão - SIC/ANA

Referência: Documento nº 0 2500.0025764/2019-11

1. Em atendimento a Comunicação Interna nº 220/2019/COR - Documento nº 02500.025764/2019-11, no sentido de responder a dúvida do Sra. Verônica Magno de Moraes sobre informações referentes à falta de água própria para consumo humano, temos a informar que:
2. No que se refere ao abastecimento humano, a ANA elaborou em 2010 o estudo do ATLAS BRASIL, que reúne informações sobre a situação de todas sedes municipais brasileiras, quanto às demandas urbanas, disponibilidade hídrica dos mananciais e capacidades dos sistemas de produção de água. Após a identificação dos déficits nos mananciais e sistemas produtores, realizada na etapa de diagnóstico, foram propostas soluções técnicas, em nível de preconcepção, visando à garantia da oferta de água para o abastecimento das sedes urbanas de todo País até o horizonte de 2025.
3. Todas as informações do estudo do ATLAS BRASIL estão disponíveis no site da ANA (<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>). Nesse link, podem ser encontradas também planilhas em formato Excel, com informações para cada sede municipal, sobre a demanda, tipo de sistema, manancial de abastecimento, entre outros dados.
4. É importante ressaltar que o estudo do Atlas Brasil está em processo de atualização, com previsão de divulgação dos resultados finais em agosto de 2020.
5. Em relação à garantia da qualidade da água, o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua), do Ministério da Saúde, implementa um conjunto de ações para garantir à população o acesso à água com qualidade compatível com o padrão de potabilidade, estabelecido na legislação vigente, como parte integrante das ações de promoção da saúde e prevenção dos agravos transmitidos pela água. O Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) é um instrumento do Vigiagua e tem como objetivo divulgar informações sobre os sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano, bem como sobre a qualidade da água proveniente de cada um dos sistemas cadastrados. Os referidos dados podem ser encontrados no seguinte link: <http://dados.gov.br/organization/ministerio-da-saude-ms?page=1>.
6. Colocamo-nos à disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)  
ANA CATARINA NOGUEIRA DA COSTA SILVA  
Especialista em Recursos Hídricos

De acordo, à COR para providências.

(assinado eletronicamente)  
SÉRGIO RODRIGUES AYRIMORAES SOARES  
Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos



Documento assinado digitalmente por: SERGIO RODRIGUES AYRIMORAES SOARES/ANA CATARINA NOGUEIRA DA COSTA SILVA

A autenticidade deste documento 02500.0284332019 pode ser verificada no site <http://verificacao.ana.gov.br/> informando o código verificador: 5EB7C05D.

## APÊNDICE A

### Qualidade da água

Referente a problemática de água potável em Quixadá e cidades periféricas cearenses

\* Required

Dentro dessas comunidades, existe alguma economia local, ou trabalho rural típico? \*

Your answer

Geralmente as famílias que moram nas comunidades periféricas, são em média, formadas por quantas pessoas? \*

Choose

Você tem conhecimento de alguma pesquisa ou projeto de extensão já realizado pela UFC, sobre estilo de vida desse local?

\*

Your answer

Referente a água que os moradores consomem, esses realizam algum tratamento ou filtragem para melhorar a qualidade dessa?

\*

Your answer

Qual é a frequência que normalmente se adquirem água? \*

- Duas ou mais vezes por semana
- Semanalmente
- Quinze em quinze dias
- Mensalmente
- Other:

Essa água é adquirida em quantos litros? \*

- 1l - 4l
- 5l - 8l
- 9l - 12l
- Mais de 12l
- Other:

Como a água é utilizada? \*

- Cozinhar
- Beber
- Banho
- Regar plantas
- Escovar os dentes
- Other:

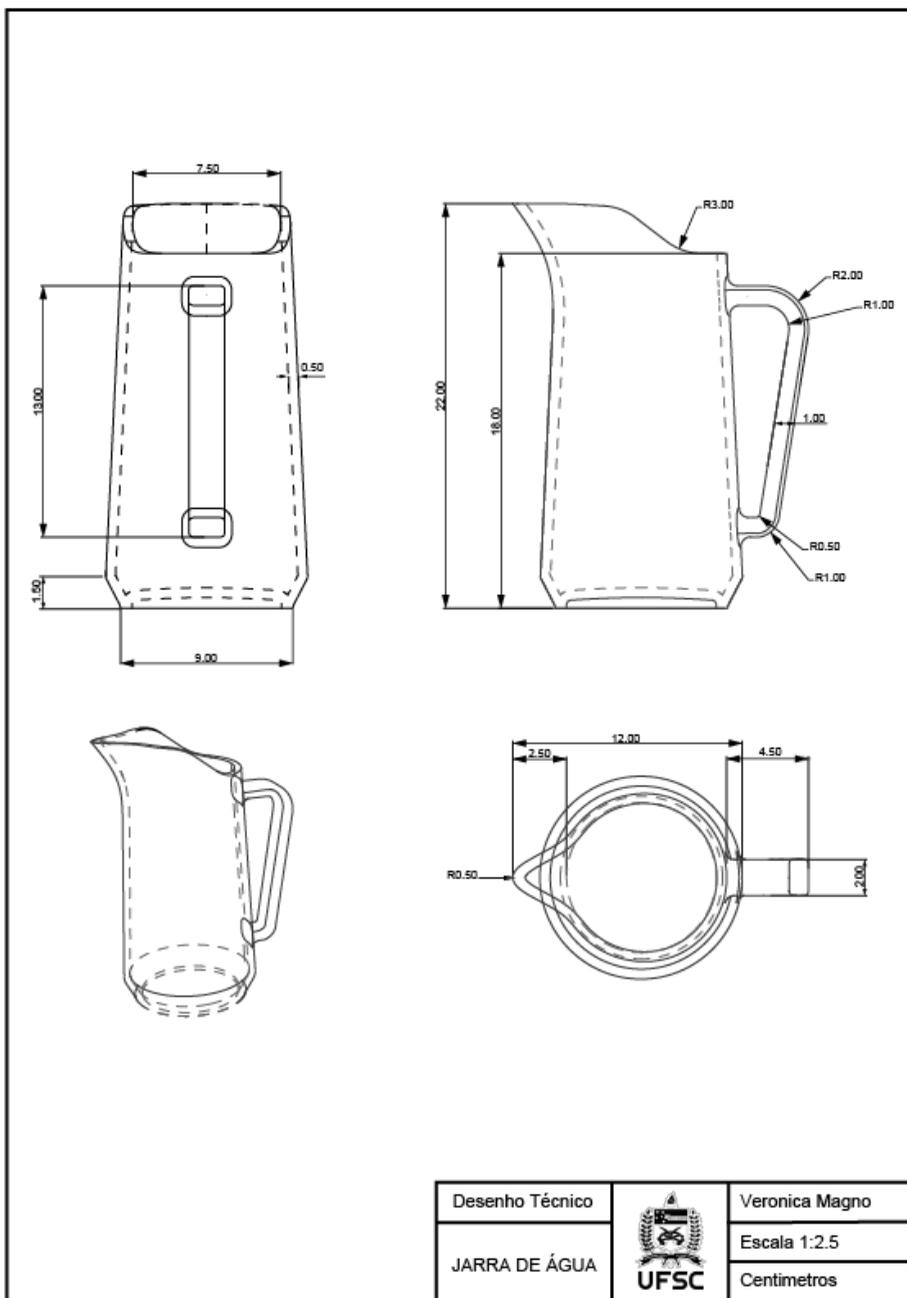
Dentro de uma questão de chuva, tirando épocas de secas, ocorre frequentemente ? \*

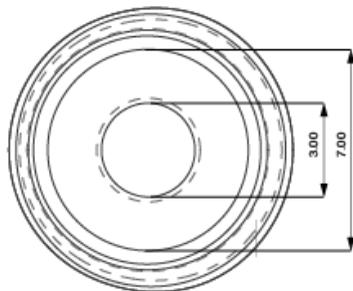
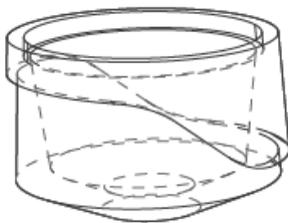
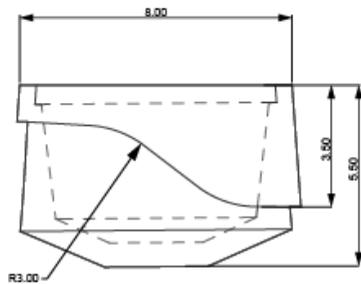
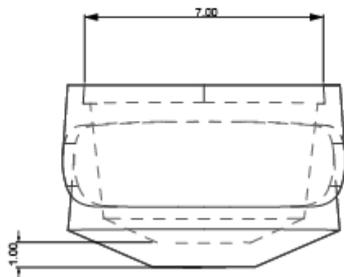
- Sim
- Não
- Other:

**Diga algo a mais**

Your answer

## APÊNDICE B





Desenho Técnico

FILTRO DE ÁGUA



Veronica Magno

Escala 1:1.5

Centímetros