

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
CTC/ CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

**Área: Tecnologia da Arquitetura**

**Título do Projeto- Chapéu Sigpex: Sustentabilidade e Desenvolvimento Tecnológico -  
2023 a 2026.**

**Sustentabilidade aplicada ao projeto de acampamentos planejados para atendimento à  
população desabrigada: Plataforma INFRASHELTER, impressão 3D e materiais locais**

**Plano de trabalho da bolsista: POTENCIALIDADE DO DESENVOLVIMENTO DE UM  
SISTEMA DE IMPRESSÃO 3D COM TERRA E MATERIAIS COMPÓSITOS QUE  
INCORPOREM RESÍDUOS E MATERIAIS NATURAIS NA UFSC**

Relatório

Projeto de Pesquisa: PIBIC (2023 –2024)

Bolsista: Lara Marina Vidal

Orientador: Lisiane Ilha Librelotto

Co-orientador: Gabriela Willemann Siviero Maximo

Florianópolis, 2024.

## **TÍTULO: POTENCIALIDADE DO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE IMPRESSÃO 3D COM TERRA E MATERIAIS COMPÓSITOS QUE INCORPOREM RESÍDUOS E MATERIAIS NATURAIS NA UFSC**

### **RESUMO**

Essa pesquisa possui como tema o amparo às comunidades vulneráveis em decorrência de desastres causados por enchentes e enxurradas em Santa Catarina. Faz parte de um projeto maior aprovado junto a CAPES, com duração de 4 anos, que tem como objetivo geral disponibilizar soluções sistematizadas para compor estruturas de acampamentos planejados mais sustentáveis para reassentamentos de populações atingidas por desastres socioambientais. A pesquisa maior foi estruturada em 4 fases, englobando os abrigos emergenciais (emergency shelter) e os transitional shelter (abrigos transitórios), sendo a primeira voltada para analisar a adequação quanto à sustentabilidade das soluções adotadas mundialmente no contexto das enchentes e enxurradas por meio do estabelecimento do estado das arte dos acampamentos planejados e a sistematização das informações do ATPs na plataforma INFRASHELTER. A fase 2 contempla o projeto/adaptação do equipamento e do sistema construtivo baseado em impressão 3D para composição das estruturas do acampamento. Na fase 3 está previsto o projeto e desenvolvimento do material base da impressão, partir da disponibilidade de materiais locais e reciclados e por fim a fase 4 compreende a composição das estruturas na forma de protótipos, projeto do acampamento, ensaios para avaliação do desempenho nas condições do contexto e em situações de enchentes e enxurradas. A radicalização climática exige estratégias e soluções sustentáveis para atender aos desabrigados. Nesse projeto de Iniciação Científica serão tratados os aspectos referentes à exploração da impressão 3D, considerando as possibilidades da UFSC e o contexto do local definido para aplicação da pesquisa, na comunidade indígena de José Boiteux, na região de Ibirama. Também serão explorados os conceitos associados ao tema de pesquisa, desastres, arquitetura sustentável, materiais naturais e impressão 3D por meio de revisões de literatura exploratórias.

**Palavras-chave do projeto principal:** Acampamentos Planejados; Desabrigados; Desastres socioambientais; Impressão 3D; Sustentabilidade; Materiais locais

**Palavras-chaves projeto IC:** Acampamentos Planejados, Impressão 3D, Materiais Locais

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
1.1. CONTEXTO.....	4
1.2. ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	5
1.3. JUSTIFICATIVA PARA O ESTUDO.....	5
1.4. PERGUNTAS DA PESQUISA IC.....	6
1.5. OBJETIVO GERAL DO PROJETO PRINCIPAL.....	6
1.6.OBJETIVOS ESPECÍFICOS DO PROJETO IC .....	6
1.7. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS .....	6
<b>2.REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1. A IMPRESSÃO 3D.....	11
2.2. A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS NATURAIS NA IMPRESSÃO 3D .....	15
2.3.ABRIGOS TEMPORÁRIOS E OS DESASTRES NATURAIS.....	21
2.4.CONSTRUÇÃO MODULAR.....	23
<b>3.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>25</b>
3.1. LEVANTAMENTO DOS EQUIPAMENTOS QUE PODEM SER APLICADOS AO PROJETO.....	25
3.1.1. EQUIPAMENTOS DE IMPRESSÃO 3D PARA EDIFICAÇÕES.....	25
3.1.2. EQUIPAMENTOS DE IMPRESSÃO 3D NA UNIVERSIDADE.....	28
3.1.3. PROPOSTA DE EQUIPAMENTOS ALTERNATIVOS.....	31
3.2. O LOCAL DE ESTUDO.....	33
3.2.1 HISTÓRICO DA TERRA INDÍGENA.....	34
3.2.2. A COMUNIDADE INDÍGENA.....	35
3.2.3. POSSIBILIDADES DE ÁREA DE IMPLANTAÇÃO E ESCOLHA DO LOCAL.....	40

3.3. OS MATERIAIS DISPONÍVEIS NO LOCAL.....	44
3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	45
3.4. MAPAS DO LUGAR E ALINHAMENTO DE PROPOSTA DOS ABRIGOS.....	49
3.4.1. ESTUDO DOS MÓDULOS.....	52
<b>4. RESULTADOS ALCANÇADOS.....</b>	<b>55</b>
4.1. PROPOSTA DE MÓDULOS PARA A ESTRUTURA DOS ABRIGOS.....	55
4.2. MISTURAS COM TERRA PARA FABRICAÇÃO DO MÓDULO.....	58
4.3. RESULTADO DAS EXPERIMENTAÇÕES PARA FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO DOS MÓDULOS PROPOSTOS.....	61
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>64</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS DAS IMAGENS.....</b>	<b>70</b>

## **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

### **1.1 CONTEXTO**

A crise humanitária advém quando há uma situação de emergência, sendo resultado de um desastre ocasionado por eventos naturais ou humanos que impactam de forma grave o funcionamento de diversos segmentos essenciais de uma comunidade ou sociedade como a economia, a saúde e a educação, podendo envolver perdas humanas, ambientais e materiais. (UNISDR, 2009; CASTRO, 1998)

Castro (1998) define que um desastre acontece sobre um ambiente vulnerável e é dimensionado em função dos danos e prejuízos, podendo ser classificado pela intensidade, evolução e origem. Os desastres naturais são acarretados por fenômenos e desequilíbrios da natureza e ocorrem independente de intervenção humana como secas, tempestades, terremotos, furacões, inundações, deslizamentos de terra, entre outros e por eventos tecnológicos, como colapsos de edificações. Os desastres humanos são propiciados por ações humanas, como conflitos armados ou colapsos econômicos e políticos (CASTRO, 1998; CARBONARI, 2021), dessa forma, em uma análise integrada, recebem a denominação de desastres socioambientais.

Após a ocorrência de um desastre socioambiental, gera-se a necessidade de acomodar a população desalojada e desabrigada. Soluções individuais de abrigo nos acampamentos planejados têm sido frequentemente utilizadas para atender populações afetadas por desastres socioambientais.

As estruturas portáteis/móveis desempenham papéis importantes que as estruturas fixas não podem proporcionar: elas são rapidamente empregadas, instaladas em locais de difícil acesso e são reutilizáveis. Seu uso se deve a fatores históricos, econômicos, sociais e culturais da comunidade à qual se destinam a prover abrigo, mas seu uso deve buscar uma adaptação à realidade da sociedade onde serão utilizados, o que não tem ocorrido em muitos dos acampamentos planejados.

Este projeto, de uma maneira ampla ao longo de quatro anos, visa disponibilizar referências de soluções para estruturas em acampamentos planejados, incluindo o projeto e protótipo de um abrigo. As soluções estão sendo disponibilizadas na plataforma INFRASHELTER de forma a alcançar profissionais envolvidos no projeto e gestão dos acampamentos.

Este projeto foi concebido, durante as atividades pós-doutorais, junto ao Instituto Politécnico de Leiria em Portugal, da professora brasileira, agora coordenadora da proposta no Brasil. Inicialmente era composto por uma equipe de Brasil e Portugal, com previsão de aplicação no Brasil e em Moçambique. Com esta concepção, foi submetido à FCT - Fundação de Ciência e Tecnologia em Portugal, com coordenação da professora Helena Bártolo, sob o nome de INNOGreen Shelter.

Desta forma, a pesquisa foi iniciada no Brasil, com trabalhos de iniciação científica, hospedada no endereço: <https://infrashelter.paginas.ufsc.br/>. Não há iniciativas semelhantes

de estabelecimento de plataformas que reúnam as informações para implementação de acampamentos planejados, entretanto, há pesquisas buscando o projeto de abrigos que possam ser utilizados nos acampamentos, ambas informações estão dispersas e dessa forma não agilizam a implementação em emergências humanitárias, no que poderia contribuir a sistematização e disponibilização pública de informações.

Atualmente a tecnologia da impressão 3D está sendo cada vez mais utilizada em diversas áreas do conhecimento, tais como design, engenharias, medicina, entre outros. Dentro do projeto, uma das questões que requer pesquisa são as possibilidades de uso da impressão 3D nos ATPs (Acampamentos Temporários Planejados) e como ela pode ser aplicada nas edificações / estruturas que os compõem. Essas possibilidades devem considerar os aspectos da sustentabilidade, do uso de material natural e tipos de equipamentos passíveis de serem empregados no âmbito da UFSC e do laboratório onde se desenvolve essa pesquisa - o Grupo de Pesquisa Virtuhab, que tem sua sede no LABRESTAURO/Departamento de Arquitetura e Urbanismo.

## **1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO**

O relatório encontra-se estruturado em cinco capítulos: (i) introdução, (ii) referencial teórico, (iii) procedimentos metodológicos, (iv) resultados, (v) conclusões e (vi) considerações finais, seguidas pelas referências bibliográficas e referência das imagens. .

Como conteúdo principal, serão explorados a impressão 3D de um modo geral e sua aplicação em edificações, a possibilidade de materiais naturais nesse método construtivo e incorporação de resíduos disponíveis na região, elencados por meio do referencial teórico.

No referencial teórico, além dos conceitos associados aos materiais, foi necessário abordar os equipamentos necessários para a impressão 3D, trazendo isso para a realidade da UFSC e do local escolhido para a intervenção, além de sugerir alguma(s) solução(ões) que possam ser implementadas.

## **1.3 JUSTIFICATIVA PARA O ESTUDO**

A pesquisa combina inovação tecnológica, sustentabilidade, relevância social e potencial para impacto positivo em comunidades vulneráveis. Desenvolve soluções de Acampamentos Temporários Planejados (ATPs) que possam auxiliar em emergências humanitárias associadas a desastres socioambientais, que não só visam ajudar a comunidade local, mas também têm o potencial de servir como modelo para outras regiões com desafios semelhantes. Já sobre a tecnologia de impressão 3D, esta tem se tornado cada vez mais popular em várias áreas, incluindo design, engenharia e medicina. Este estudo explora as possibilidades de utilização da impressão 3D em construções sustentáveis, considerando materiais naturais locais e equipamentos disponíveis.

## **1.4 PERGUNTAS DA PESQUISA IC**

Esta pesquisa assume como pergunta norteadora:

Como podem ser disponibilizadas opções de ATPs que auxiliem no atendimento de emergências humanitárias associadas aos desastres socioambientais em populações vulneráveis?

Como perguntas secundárias pretende-se responder:

- i) Quais pesquisas estão sendo feitas com impressão 3D?
- ii) Que projetos e edificações estão sendo construídas com impressão 3D?
- iii) A impressão 3D pode auxiliar na construção/montagem de estruturas em ATPs?
- iv) Quais materiais e equipamentos podem ser utilizados?
- v) É possível imprimir usando a terra? Quem está fazendo isso e como?
- vi) Podemos imprimir com terra na UFSC? E em José Boiteux?

## **1.5 OBJETIVO GERAL DO PROJETO PRINCIPAL**

Disponibilizar soluções sistematizadas para compor estruturas de acampamentos planejados mais sustentáveis para reassentamentos de populações vulneráveis atingidas por desastres socioambientais.

## **1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DO PROJETO IC**

- i) compreender o processo de impressão 3D, a partir do que pode ser produzido, quais os equipamentos e materiais que podem ser utilizados;
- ii) relacionar projetos de edificações realizados em impressão 3D e materiais naturais;
- iii) Viabilizar o processo de impressão 3D utilizando a terra como matéria prima; e,
- iv) elaborar um módulo de bloco estrutural que possa ser aplicado na construção do protótipo de um abrigo temporário, respeitando o contexto da referida tecnologia no Brasil e no local selecionado para estudo: a comunidade indígena de José Boiteux.

## **1.7 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS**

Para a estruturação desta pesquisa, foi elaborado um plano de trabalho inicial, no qual estão previstas todas as etapas necessárias para alcançar os resultados finais desejados. Essas etapas foram previamente definidas no seguinte texto do PIBIC:

- 1) Apoio ao levantamento do estado da arte da impressão 3D com terra e suas aplicações em construções, estruturas itinerantes e das estruturas necessárias para compor Acampamentos Temporários Planejados - realização de uma revisão exploratória e de uma revisão sistemática de literatura;

- 2) Determinação das possibilidades de uso da terra como material de impressão e incorporação de resíduos na impressão 3D;
- 3) Levantamento de equipamentos e possibilidades tecnológicas;
- 4) Estudo de traços e composição da terra como material de impressão;
- 5) Proposta de plano para viabilização da impressão 3D com terra a partir de tecnologias de baixo custo ou com colaboração com outros setores da UFSC; e,0
- 6) Elaboração de relatórios e publicações no tema.

O plano proposto parte de uma inovação da empresa italiana Wasp, que desenvolveu um sistema de impressão utilizando a terra como material básico. A empresa vem investindo em pesquisa e em projetos integrados com utilização de materiais eco-sustentáveis e sistemas inovadores. O objetivo deles é a construção de casas utilizando materiais locais, reduzindo custos e utilizando energias renováveis (WASP, 2022). A partir de experiências como a da WASP, pesquisas vêm sendo conduzidas de forma a aliar o uso de materiais naturais de menor impacto ambiental com tecnologias de última geração, como a impressão 3D e a manufatura aditiva.

No Brasil, a UFSM e a IFPB têm realizado trabalhos para viabilizar a impressão 3D de forma mais sustentável. No IFPB, o grupo de pesquisa Materiais e Construções Sustentáveis, coordenado pelo Professor Marcos Alyssandro dos Anjos, busca desenvolver materiais com impacto ambiental reduzido em relação aos materiais que são utilizados atualmente. Já na UFSM, estão sendo realizadas primeiras impressões com materiais cimentícios com reciclagem de resíduos industriais (lodo de esgoto e de tratamento de água e resíduos da queima de carvão), e geopolímeros. Estas iniciativas formam a base de proposição de um composto para o uso em impressão 3D.

O plano de trabalho foi pensado inicialmente para um período de 12 meses, dividido mês a mês, de agosto de 2023 a julho de 2024. Devido a alteração no calendário, acrescenta-se nesse plano de trabalho o mês de agosto de 2024 e setembro, também utilizados para elaboração dos relatórios e publicações sobre o tema.

Plano de Trabalho												
Etapa	Mês											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	X	X	X	X								
2			X	X	X	X						
3					X	X	X	X				



4	Estudo de traços e composição da terra como material de impressão						X	X	X	X			
5	Proposta de plano para viabilização da impressão 3D com terra a partir de tecnologias									X	X	X	
6	Elaboração de relatórios e publicações no tema.						X					X	X

Cada uma dessas etapas foram constituídas de diferentes tipos de atividades, organizadas em tarefas menores, para uma melhor organização e obtenção dos resultados parciais. A seguir, será explicado o processo de cada uma delas, que já foram apresentadas acima.

**Etapa 1:** Nesta etapa foi feita uma revisão bibliográfica exploratória de exemplos de construções de edificações que tinham como método construtivo a impressão 3D, dando um maior enfoque nas que apresentavam a terra como principal material. Essas informações coletadas pela bolsista foram utilizadas para auxiliar no desenvolvimento do seguinte artigo: “SOLUÇÕES PROJETUAIS UTILIZANDO A IMPRESSÃO 3D E OS MATERIAIS NATURAIS”, publicado na revista “Impact projects, da UNIFEESPA e apresentado por uma das autoras, Monique Filgueiras, no Evento “SDS 2023 - IX Simpósio de Design Sustentável”, realizado na UFSC. As bases de dados consultadas foram as do Google Scholar, uma ferramenta digital onde foram feitas as buscas com as seguintes palavras-chave: “Impressão 3D com terra” e “*Additive manufacturing AND mud*” (em inglês), sendo encontrados 21.000 e 29.500, respectivamente, artigos relacionados ao assunto.

Os links abaixo apresentam o resultado da pesquisa realizada para busca de referências:

[https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=Aditive+manufactor+AND+mud&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Aditive+manufactor+AND+mud&btnG=)

[https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=Impress%C3%A3o+3D+com+terra+&btnG=](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Impress%C3%A3o+3D+com+terra+&btnG=)

Nessa etapa também foi feito um trabalho coletivo para a seleção do local de estudo da pesquisa principal. Esse local corresponde a comunidade indígena do município de José Boiteux, no estado de Santa Catarina, local definido por conta do histórico da vulnerabilidade da comunidade em relação às fortes chuvas que atingem a região e provocam alagamentos e deslizamentos. Somado a isso, outros fatores que foram levados em consideração, foi a

situação social dos integrantes da comunidade e o fato de que uma das participantes do grupo de pesquisa, a doutoranda Susana, havia trabalhado na região quando atuava na Defesa Civil do estado e já possuía conhecimento sobre a área, a comunidade e a situação deles, o que facilitaria, posteriormente, na coleta de materiais, levantamento de documentos e dados, bem como no desenvolvimento dos demais.

**Etapa 2:** Com o local definido na etapa anterior, o próximo passo foi fazer uma visita no local, para conhecer a comunidade, entrevistá-los e coletar o material (terra do local) que, posteriormente, seria levado ao laboratório para execução dos testes de caracterização de solo necessários. Nesta etapa, como auxílio, a bolsista desenvolveu um questionário direcionado para os membros da comunidade indígena, com as principais perguntas sobre: as características e condições das moradias que eles vivem, acontecimentos dos desastres naturais no local, a barragem Norte (localizada na comunidade), os abrigos atuais, as medidas governamentais adotadas em caso de cheias e deslizamentos e as expectativas de um novo abrigo. O objetivo era utilizar as respostas obtidas como auxílio no processo projetual do abrigo que será proposto ao fim da pesquisa maior.

Ainda nesta etapa, foi feita mais uma revisão bibliográfica de forma exploratória para elaboração de um referencial teórico, o qual aborda alguns assuntos necessários para compreensão da pesquisa, são eles: Impressão 3D, Impressão 3D com materiais naturais, Abrigos temporários, Desastres naturais e Construção modular. Como está mais relacionado com o plano de trabalho e a referida etapa, os dois primeiros assuntos foram mais explorados, trazendo exemplos de construções impressas com terra, onde o material é coletado localmente e envolve a inclusão de resíduos para melhorar o seu desempenho.

**Etapa 3:** Nesta etapa, novamente foi realizada uma busca exploratória, através do buscador Google Scholar, sobre os equipamentos utilizados na impressão de edificações e, consequentemente, os métodos. Como palavras-chaves nesta busca utilizou-se: “impressora 3d de casas” “impressora 3d de edificações”, que resultaram em, aproximadamente, 11.410 artigos localizados. Os links abaixo apresentam o resultado da pesquisa realizada para busca de referências:

[https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=impressora+3d+de+casa&btnG=](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=impressora+3d+de+casa&btnG=)

[https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as\\_sdt=0%2C5&q=impressora+3d+de+edifi](https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=impressora+3d+de+edifi)

ca%C3%A7%C3%B5es&btnG=

Também foi elaborado um levantamento dos equipamentos de impressão 3D existentes na universidade, iniciando pelo departamento de Arquitetura e Urbanismo e depois em departamentos vizinhos como: Engenharia mecânica e Design, pois poderiam ser utilizados futuramente. Como complemento, pensou-se em algumas maneiras alternativas de realizar a impressão do material, utilizando ferramentas de outras tipologias.

**Etapa 4:** Nesta etapa, foram elaborados os levantamentos sobre a Terra Indígena e a comunidade, através de documentos fornecidos pela Defesa Civil. Também buscou-se entender as características necessárias e traços da terra para impressão através de pesquisas bibliográficas e documentos compartilhados no grupo de pesquisa, bem como a aplicação de resíduos. Em seguida, realizou-se os testes de caracterização no solo coletado.

**Etapa 5:** Etapa mais prática, na qual foram realizadas propostas de abrigo temporário, definida a maneira de impressão mais viável para o contexto e elaborado um projeto de módulo que poderiam estar sendo aplicados na construção de abrigos temporários, bem como sua sua construção com extrusão, em escala reduzida desse módulo

## CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A IMPRESSÃO 3D

A impressão 3D (*3D Printing*) é uma técnica inovadora de manufatura aditiva, conhecida por seu processo de deposição camada a camada, que revolucionou a manufatura e expandiu as possibilidades de utilização de materiais em várias indústrias. (Gunduz e Özkar, 2024).

A tecnologia da impressão 3D possibilita que objetos físicos sejam construídos utilizando três informações dimensionais: largura, altura e comprimento; obtidas a partir da construção de um modelo computacional. (Morandini; Vechio, 2020). Está vinculada aos softwares de modelagem, que se baseiam em ferramentas como o CAD - *Computer Aided Design*, permitindo a elaboração do modelo computacional e a transferência de suas dimensões para o equipamento de construção, conhecido como impressora 3D, que, por sua vez, materializa o objeto desejado. (Figueiredo e Cesar, 2021). É justamente a predefinição digital do objeto que possibilita uma certa flexibilidade no seu design e produção, pois pode ser visualizado antes de ser construído. (Maya et. al. 2024). A figura 1 apresenta um esquema com o princípio de funcionamento da tecnologia de impressão 3D.

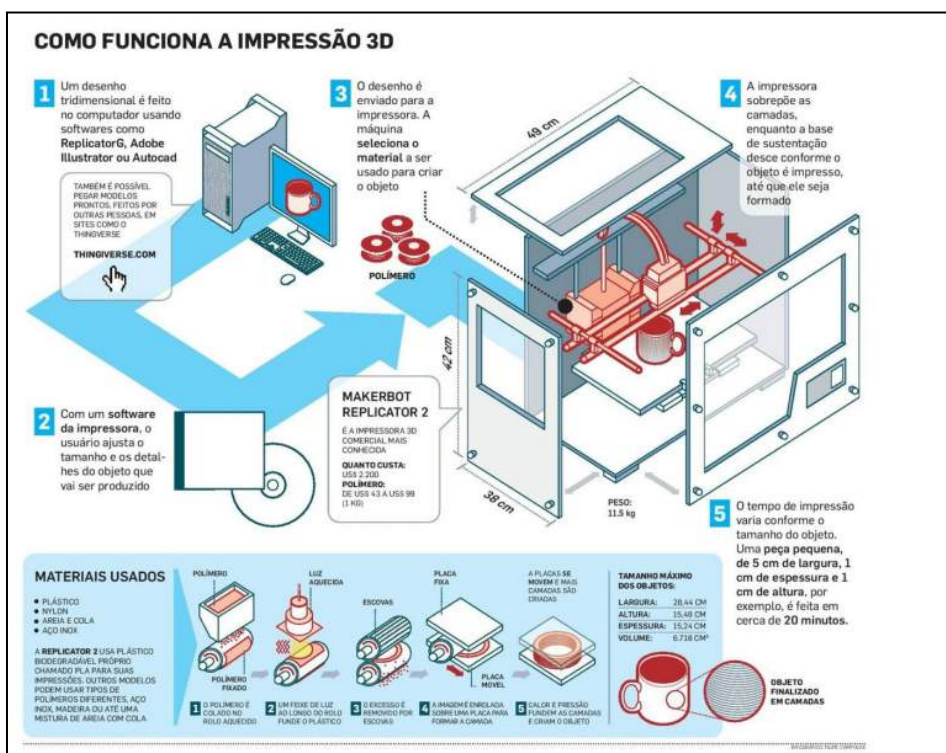


Figura 1: esquema de funcionamento da impressão 3D.

Fonte: Tino, 2019.

Apesar da sua grande disseminação atualmente, é uma tecnologia que tem uma longa trajetória. Seu surgimento ocorreu por volta de 1984, quando Chuck Hull colocou em funcionamento a primeira impressora 3D do mundo, que operava a vapor e através do sistema de estereolitografia, uma técnica de impressão por camadas que gera o objeto a partir de uma resina líquida, posteriormente solidificada por um laser (Filho, I, 2015).

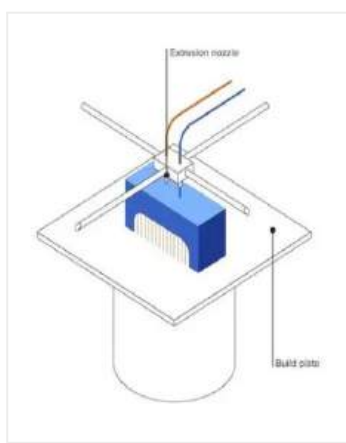
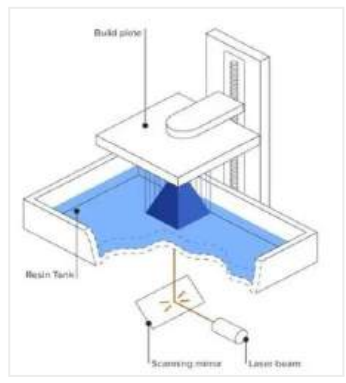
Desde a sua criação, a impressão 3D evoluiu significativamente, expandindo-se além do campo da computação, sendo atualmente aplicada nas mais variadas áreas do conhecimento. Dessa forma, suas possibilidades de uso e aplicações são muito amplas, produzindo peças desde as mais simplificadas, como uma caixa, até as mais complexas, como por exemplo, uma prótese para o corpo humano. (Paiva e Nogueira, 2019).

A manufatura aditiva, ou impressão 3D, é considerada uma técnica altamente promissora e com grande potencial de mercado, pois, além da diversidade dos setores em que pode ser aplicada, ainda permite uma produção rápida, precisa e personalizada, possibilitando que produtos sejam desenvolvidos para necessidades e situações muito específicas, motivo pelo qual já vem sendo utilizada por muitas empresas ao redor do mundo (EMBRAPII, 2023). Como exemplos de aplicação, Paiva e Nogueira (2019) argumentam em sua pesquisa, que essa tecnologia viabilizou a criação de um objeto capaz de simular um brônquio ou vias de uma traqueia para auxiliar na respiração de um recém-nascido com problemas respiratórios, em Michigan, nos Estados Unidos. A Figura 2 ilustra a imagem da prótese criada:

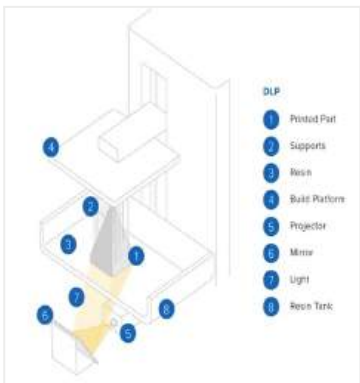
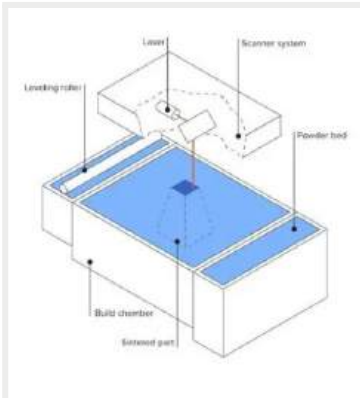
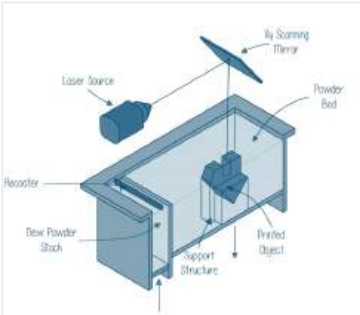


Figura 2: Traqueia para auxiliar na respiração de bebê produzida por impressão 3D.  
Fonte: Fessenden, 2013.

As técnicas produtivas relacionadas à impressão 3D são diversas; ou seja, os equipamentos (impressoras 3D) podem construir objetos utilizando diferentes métodos, cada um oferecendo propriedades específicas para o objeto final. Entre os métodos mais utilizados estão: FDM ou FFF, SLA, DLP, SLS e SLM (Paiva e Nogueira, 2019). O Quadro 1 apresenta a descrição de cada método, bem como as possibilidades de materiais e propriedades conferidas ao objeto.

Método/Técnica	Descrição	Material	Propriedades finais	Imagem
FDM ou FFF (Fused Deposition Modeling ou Fabricação por Filamento Fundido)	O material é aquecido até chegar no estado semi-líquido, sendo depositado na bandeja da impressora através de um extrusor, que forma o objeto. Depois do objeto impresso, utiliza-se uma lixa para dar um melhor acabamento a ele.	Termoplástico em formato de filamento	Peças com boa resistência mecânica e desempenho térmico e químico	 <p>Fonte: LIQCREATE, [ s.d]</p>
SLA (Stereolithography ou Estereolitografia)	A plataforma de construção fica imersa no material em estado líquido e através de uma luz ultravioleta que incide, camada por camada, ele vai sendo solidificado nas regiões específicas, que irão formar o objeto. Ao final a peça passa por um banho químico e é colocada em um forno com luz ultravioleta, que oferece mais firmeza ao objeto.	Resina Líquida	Peças de alta precisão, bem detalhadas e com ótimo acabamento.	 <p>Fonte: LIQCREATE, [ s.d]</p>



<p>DLP (Digital Light Processing ou Processamento de Luz Digital)</p>	<p>Possui processo muito parecido ao do método anterior, mas a luz incidente não é ultravioleta, é uma luz tradicional, que ao invés de incidir várias vezes no material até formar a camada, incide uma única vez, formando a camada inteira de uma vez só.</p>	<p>Resina Líquida</p>	<p>-</p>	 <p>Fonte: FESMO, 2022</p>
<p>SLS (Selective Laser Sintering ou Sinterização Seletiva a Laser)</p>	<p>O material em pó, é aquecido por um laser que vai fundindo por camada partes específicas do material para formar o objeto. Assim que a camada é finalizada, o material em pó é espalhado sobre ela, para criação da próxima camada e assim o objeto vai sendo formado. Ao final é retirado o excesso do pó do objeto com ar comprimido e também é feito um lixamento ou pintura.</p>	<p>Nylon, cerâmica, areia fundida, entre outros, necessariamente em pó.</p>	<p>-</p>	 <p>Fonte: LIQCREATE, [ s.d]</p>
<p>SLM (Selective Laser Melting ou Fusão Seletiva a Laser)</p>	<p>Processo de produção igual o do método acima (SLS). Difere somente o material, que neste caso é metálico.</p>	<p>Metal em pó</p>	<p>Objetos metálicos com 100% de densidade.</p>	 <p><b>A IMPRE</b> Fonte: PICK 3D PRINTER, 2022</p>

Quadro 1 -Principais tipos de impressão 3D e suas características.  
Fonte: Elaborado pelo autor com base em Paiva e Nogueira (2019).

Quanto aos materiais que podem ser utilizados na fabricação aditiva, existem muitas possibilidades. Os materiais poliméricos, principalmente os termoplásticos, como o PLA

(Ácido Poliático), são predominantes e considerados a principal matéria prima desse âmbito (BIONE, et al 2021). No entanto, com a evolução dessa tecnologia, já é possível realizar impressões com células biológicas, metais, vidros, areias, argilas, entre outros (Pinto, 2022). A figura 3 apresenta um objeto de vidro criado por impressora 3D, GG3DP, no MIT (Massachusetts Institute of Technology):



Figura 3: Objeto de vidro produzido por impressão 3D.  
Fonte: Alecrim,2015.

## 2.2 A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS NATURAIS NA IMPRESSÃO 3D

Como visto anteriormente, existem diferentes técnicas para realização da impressão 3D, bem como uma certa variação nos tipos de materiais. A presença de materiais naturais ou locais neste âmbito é recente, sendo normalmente encontrada nos processos de fabricação de peças de cerâmicas, por exemplo, que são produzidas a partir da argila (Pinto, 2022). No entanto, vem ganhando destaque na área da arquitetura, com a construção de edificações que utilizam a manufatura aditiva como meio produtivo e material natural, especificamente a terra, como matéria-prima (Souza, 2021).

A sustentabilidade é um dos principais fatores associados à aplicação dos materiais naturais no processo da impressão 3D. Filgueiras et. al. (2023) destacam que a sustentabilidade já é um fator inerente ao processo de impressão 3D, pois ele possibilita que estruturas sejam produzidas minimizando o desperdício e o consumo de energia, quando comparada aos outros métodos de produção; e, que a utilização dos materiais naturais como matéria-prima ajuda a tornar essa tecnologia ainda mais sustentável, pois esses materiais têm baixo impacto ambiental e podem ser coletados no próprio local de fabricação. De acordo



com as autoras, quando aplicados no setor da construção civil, esses materiais podem substituir outros mais comumente utilizados, como o cimento, o concreto, que não são biodegradáveis e contribuem significativamente para a emissão de CO<sub>2</sub>.

Seguindo a mesma ideia, Bajpayee et. al. (2020) defendem no seu artigo a importância da aplicação dos materiais locais no processo da impressão 3D para produção civil. Segundo os autores, o concreto é o principal material utilizado para impressão de edificações; no entanto, seu impacto ambiental é devastador. Desta forma, a utilização de materiais naturais, especialmente os materiais locais, reduziria os custos de transporte e de energia, possibilitaria a construção com a tecnologia de manufatura aditiva em regiões remotas, ou seja, locais mais afastados dos centros urbanos e, principalmente, evitaria a emissão de CO<sub>2</sub> nesse processo Bajpayee et al (2020).

A pesquisa de Gunduz e Ozkar (2024) sobre impressão 3D (*3D Printing*) com argila como material de construção foca em aplicações com materiais de origem local, sistemas de extrusão variados e misturas de materiais. Os autores pontuam que, no âmbito das pesquisas sobre manufatura aditiva, as matérias-primas à base de terra têm recebido menos atenção em relação às cimentícias. No entanto, elas possuem uma grande importância para as construções vernaculares, evidenciada através dos seguintes fatores: facilidade de acesso e de adaptação, suas propriedades térmicas e capacidade estrutural, além de serem uma alternativa altamente sustentável.

Como complemento, apresenta-se um referencial de projetos com exemplos práticos de edificações que utilizaram a fabricação aditiva (impressão 3D) combinada a materiais naturais. Todos os exemplos são internacionais e resultam de experimentações de pesquisas.

#### **TECLA:**



Figura 4: Casa eco sustentável Tecla .  
Fonte: Archdaily, [s.d].

O projeto TECLA é um modelo de habitação sustentável localizado na Itália. Foi desenvolvido em uma pesquisa do SOS - Escola de Sustentabilidade (Escola de Pós-graduação fundada por Mario Cucinella) e foi projetado pelo escritório Mario Cucinella Architects em parceria com a empresa italiana WASP, responsável pela execução.

A habitação possui aproximadamente 60 m<sup>2</sup> (metros quadrados) e é composta por dois módulos de até 4,2 metros de altura, sendo construída a partir de impressão 3D com o equipamento multinível Crane Wasp, que possui dois braços de extrusão sincronizados, em um tempo de aproximadamente 200 horas.



Figura 5: Construção da estrutura da casa Tecla .  
Fonte:WASP,2022.

Quanto à composição da sua materialidade, as paredes são feitas de uma mistura de solo coletado no local, água, fibras de casca de arroz e um ligante. Para dar forma à parede, essa mistura foi impressa com uma espessura de aproximadamente 12 mm (milímetros), organizada em 350 camadas empilhadas de forma ondulada. Essa configuração confere à edificação estabilidade estrutural e propriedades térmicas.

Possui uma estrutura em formato circular, em forma de cúpula (devido ao clima e latitude da região) composta por um sistema de paredes nervuradas e contínuas, que também formam a cobertura. esta cobertura possui uma abertura zenital para iluminação natural.

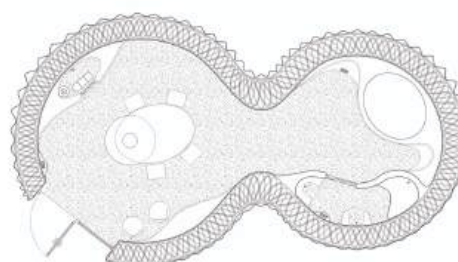


Figura 6: Construção da estrutura da casa Tecla .  
Fonte:WASP,2022

Figura 7: Planta baixa esquemática da casa Tecla .  
Fonte:Archdaily, [s.d].

## GAIA:



Figura 8: Casa Gaia.  
Fonte:WASP,2018

Trata-se de uma casa eco sustentável de 20 m<sup>2</sup> (metros quadrados), localizada em Massa Lombarda, na Itália. Desenvolvida em 2018 pela empresa Italiana de impressoras 3D, WASP, em parceria com a empresa Rice House, fornecedora de biomateriais, é considerada a primeira edificação de baixo impacto construída a partir da técnica da impressão 3D, utilizando como matéria-prima a terra coletada no local.

## Estrutura:

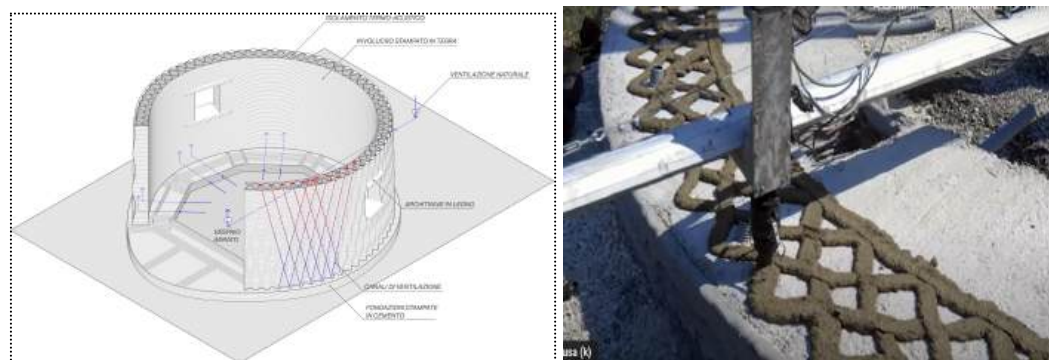


Figura 9: Desenho esquemático da estrutura da casa Gaia.  
Fonte:WASP,2018

Figura 10: Processo de impressão das paredes da casa Gaia.  
Fonte:WASP,2018

A casa é constituída por uma estrutura autoportante, ou seja, as paredes são os elementos estruturais, produzidos a partir de uma mistura feita em um moinho de panela úmida composta por:

- 25% do solo retirado do local (30% de argila, 40% de silte e 30% de areia)
- 40% de palha de arroz picada
- 25% de casca de arroz e
- 10% de cal

O material resultante da mistura dos componentes foi uma pasta homogênea e trabalhável, com uma consistência adequada para ser extrudada pelo equipamento de construção, a Crane Wasp, uma das primeiras impressoras 3D de grande porte capazes de produzir objetos com materiais à base de terra.

As paredes da edificação são produzidas através da deposição de camadas do material, formando uma trama articulada, com uma espessura de aproximadamente 40 cm. Elas são compostas por uma parte interna de suporte de carga e uma parte externa, além de um espaço de ar entre elas, onde é interposto o isolamento termoacústico (arroz). A composição desse sistema estrutural favorece a ventilação natural e o isolamento térmico, conferindo à edificação uma certa eficiência térmica, com transmitância térmica de 0,249 W/m<sup>2</sup>K, permitindo que a temperatura interna permaneça confortável, tanto no verão quanto no inverno. (PANEVNYK, IGOUZAL e FERRETTI, 2022).



Figura 11: Crane Wasp produzindo a casa Gaia.  
Fonte:WASP,2018

Além disso, a edificação inclui uma cobertura de madeira laminada colada, apoiada em pilares de madeira que partem da fundação, composta por peças de argamassa, e



cimentícias e concreto armado. O piso é uma laje também de concreto, onde se sobrepõem as paredes de terra, já comentadas. (WASP,2018).

Um fator importante é que, apesar de a estrutura em terra possuir capacidade de auto-sustentação, ela não possui resistência mecânica suficiente para suportar desastres naturais, como abalos sísmicos. (WASP,2018).

#### **TOVA:**



Figura 12: Protótipo Tova.  
Fonte: IACC, 2022

Protótipo de habitação sustentável desenvolvido nas pesquisas do IAAC ( Instituto de Arquitetura Avançada da Catalunha), que têm como objetivo central, a busca por novos métodos e soluções para o enfrentamento dos desafios sociais e ambientais do futuro. O projeto mencionado está localizado em Valldaura Labs, Barcelona, e assim como os citados anteriormente, evidencia a potencialidade e os benefícios da união do processo de impressão 3D com materiais coletados no local (acessíveis).

Seu processo de desenvolvimento apresentou estratégias projetuais que encaminharam para a redução da emissão de carbono na construção, resultando em um edifício ecologicamente correto, constituído a partir de uma fundação de geopolímeros, paredes de mistura de terra local com aditivos e enzimas otimizadores das propriedades estruturais e um sistema de cobertura produzido com madeiras do próprio local. (WOLF, ÇETIN e BOCKEN, 2024). As paredes são revestidas na parte exterior com uma membrana líquida produzida à base de aloe vera e clara de ovo, capazes de tornar a superfície resistente à intempéries. Além disso, são formadas a partir de seis camadas de terra, de modo que formam vazios intencionais (camada de ar) na parte central, fazendo com que a estrutura apresente um bom desempenho térmico, tanto no verão, quanto no inverno. Quanto ao equipamento utilizado na

sua produção, foi a impressora 3D Crane Wasp, utilizada também nos outros projetos aqui referenciados e desenvolvida pela empresa WASP, parceira nessa pesquisa. (IAAC, 2022).

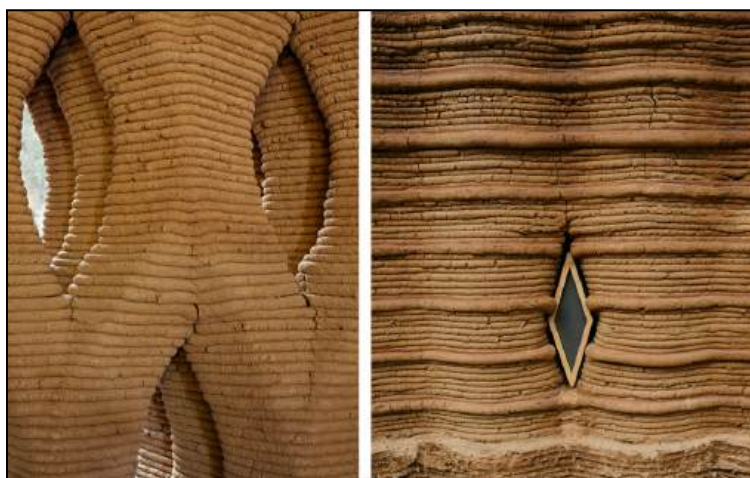


Figura 13: Estrutura do protótipo Tova.  
Fonte:IAAC, 2022

O tempo de construção do TOVA foi de sete dias e sua finalidade é ser uma edificação modelo, que poderia ser empregada em outros locais do mundo, pois baseia-se em uma técnica construtiva rápida, com materiais acessíveis e de baixo impacto ambiental, podendo ser uma alternativa para habitação emergencial, que são cada vez mais necessárias por conta da ocorrência frequente de desastres naturais, migrações, entre outros, no âmbito global. (IAAC, 2022).

### **2.3 ABRIGOS TEMPORÁRIOS E OS DESASTRES NATURAIS**

Os desastres naturais podem ser entendidos como a ação danosa de fenômenos naturais (chuva, deslizamento, terremoto, entre outros) em áreas habitadas pelo homem. De acordo com Fagundes e Silva (2022), devido às grandes mudanças climática e às alterações do meio ambiente causadas pela ação humana, é evidente que a sociedade está cada vez mais exposta à possibilidade de desastres e catástrofes naturais, que podem deixar muitas pessoas desabrigadas, em situação de vulnerabilidade social. Anders (2007) afirma que um desastre natural pode resultar em centenas de pessoas afetadas, mortes, prejuízos, perdas econômicas e pessoas desabrigadas. O autor (2007) também aponta que os sobreviventes de um desastre natural podem enfrentar diversas situações, desde pequenos danos nas moradias até as mais graves, quando se trata da reconfiguração de todo o espaço ou paisagem ao seu redor.



Figura 14: Casas alagadas após tempestade no Rio Grande do Sul.  
Fonte: Coelho e Lopes, 2023

Os abrigos temporários, por sua vez, são uma alternativa para amparar as pessoas que ficam impossibilitadas de permanecerem em suas moradias. De acordo com Junqueira (2011), esses abrigos, quando são oferecidos de forma eficiente para uma população oriunda de um desastre, são fatores cruciais para salvar vidas e prolongar a sobrevivência da comunidade. Seguindo o mesmo pensamento, Andres (2007) afirma a importância dos abrigos em situações de emergência, indicando que o abrigo tem a capacidade de fornecer orientação e identidade às pessoas, pois pode ser entendido como um ambiente estimulador para elas focarem na situação e, conseqüentemente, identificarem suas necessidades futuras. A figura 15 mostra um modelo de abrigo temporário fornecido pela ONU, os Better Shelter.



Figura 15: Better Shelter.  
Fonte: Archdaily, 2023

Quanto à conceituação dos abrigos temporários, Carbonari (2021) aprofunda na sua tese de doutorado e faz uma categorização dos termos relacionados, baseando-se em conceitos nacionais e internacionais. Em situações emergenciais, os termos “abrigo” e “habitação” são

diferenciados: o primeiro refere-se a um local de hospedagem imediata, sem a retomada das rotinas diárias, ou seja, é destinado para que os abrigados retornem às suas residências posteriormente; o segundo é construído com a intenção de permitir a retomada das rotinas diárias e afazeres domésticos. Assim, os abrigos temporários derivam do conceito de “abrigo” e são destinados a períodos curtos, variando entre dias e meses, exigindo mais infraestrutura e serviços. (CARBONARI, 2021). A figura 16 apresenta uma ilustração esquemática a respeito dos abrigos e habitação em situações de desastres.



Figura 16: Etapas da provisão de abrigo e habitação pós-desastre  
Fonte: CARBONARI, 2021

## 2.4 CONSTRUÇÃO MODULAR.

De acordo com Bastos (2015), o conceito de construção modular parte da teoria da coordenação modular, que, resumidamente, consiste em um sistema dimensional baseado em um módulo, o qual representa uma medida-base para a construção, a fim de compatibilizar e organizar o uso do espaço. Carvalho e Tavares (s.d) afirma que o método da coordenação modular tem suas origens na era helenística, mas foi impulsionado e melhorado a partir da segunda revolução industrial devido à crescente pré-fabricação. As principais características desse sistema de construção são a ordenação, racionalização e padronização, fatores que facilitam o processo construtivo e ajudam na coordenação de projetos, evitando incongruências entre projetos arquitetônicos, estruturais, de cobertura e de instalações, por exemplo.



Carvalho (2020) afirma que o processo de modularização é um método que possibilita a simplificação de um sistema complexo, permitindo que ele seja constituído de partes menores padronizadas e independentes, que em conjunto, funcionam. Segundo o autor (2020), nos dias atuais, a construção modular pode ser entendida como uma “maneira industrializada de edificar”, constituindo-se através de um sistema construtivo baseado em módulos desenvolvidos numa fábrica, fora do local de obra (off-site), e que posteriormente são transportados para o canteiro (ref).

Na abordagem quanto à conceituação dos sistemas de construção modular, observa-se que é subdividido em dois termos importantes: **construção modular bidimensional** e **construção modular tridimensional**. A primeira refere-se a métodos construtivos em que os módulos são componentes menores (painéis de vedação, pilares e vigas), também conhecidos como subconjuntos, que serão encaixados no local da obra, posteriormente. Já no segundo, o módulo é uma unidade volumétrica montada totalmente em ambiente fabril, com paredes, e em alguns casos já revestimentos, instalações hidrossanitárias e elétricas, entre outros, indo para o local de construção completamente pronto. (Carvalho, 2020). Com isso, entende-se que modularização é uma peça central, permitindo uma produção mais rápida e eficiente.



Figura 17: Desenho esquemático de construção modular bidimensional.  
Fonte: Moreira,(2021).

Figura 18: Edificação modular sendo implantada (tridimensional).  
Fonte: GARCÍA-ALCAIDE, ([s.d]).





## **CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**





### **3.1. LEVANTAMENTO DOS EQUIPAMENTOS QUE PODEM SER APLICADOS AO PROJETO**

#### **3.1.1 EQUIPAMENTOS DE IMPRESSÃO 3D PARA EDIFICAÇÕES**

No item 2.1, sobre a impressão 3D é abordado algumas das técnicas mais utilizadas na referida tecnologia para contextualizar, tal como FDM, SLA, SLS, entre outras. Quando aplicada ao setor da construção civil, novas técnicas surgem, e as principais delas são a *Contour Crafting*, *D-shape* e *Concrete Printing*, que possuem como diferencial a capacidade da criação de estruturas maiores, na proporção de uma casa e utilização de material cimentício. Como se tratam de grandes estruturas, o equipamento necessário para construir também possui um maior porte e normalmente são braços mecânicos ou pórticos robóticos com bico extrusor. Outro fator que contribui para o tamanho e tipo do equipamento é o material que será utilizado, pois normalmente as matérias primas são materiais espessos, de maior granulometria, como argamassas, materiais cimentícios, concreto, entre outros, exigindo desta forma, um equipamento maior, quando comparados aos termoplásticos, entre outros, que são matérias primas das primeiras tecnologias citadas.

De acordo com X, existem algumas empresas que se destacam no mercado de maquinários voltados para a impressão de edificações. Para um melhor entendimento sobre os equipamentos, em relação às suas tipologias e materiais compatíveis, foi realizado um levantamento com as principais máquinas e fabricantes deste âmbito. No contexto internacional, destacam-se: CyBe Construction (Holandesa); WASP (Italiana); ICON (Norte-americana); Apis Cor (Norte-americana); COBOD (Dinamarquesa). O quadro 1 apresenta o levantamento realizado sobre os equipamentos internacionais.

Modelo e descrição	Material utilizado	Tipologia	Imagem
<p>CyBe Robot - R</p> <p>Máquina estacionária que cria peças pré fabricadas, que posteriormente formarão a estrutura da edificação .</p>	Concreto	Braço mecânico	
<p>CyBe Robot Crawler - RC</p> <p>utilizada também em pré-fabricação de peças, porém não é estacionária, construindo a partir de uma estrutura móvel elevada para atingir maiores alturas.</p>	Concreto	Braço mecânico	
<p>CyBe Robot Track - RT</p> <p>Também constrói peças pré-fabricadas, mas a partir de uma pista de rolamento de 5m</p>	Concreto	Braço mecânico	
<p>CyBe GR</p> <p>Constrói módulos maiores, como módulos de apartamentos em ambiente de fábrica, que posteriormente são montados no local.</p>	Concreto	Pórtico robótico	

<p>Crane Wasp</p> <p>Parecida com um guindaste de construção; é montada no local da construção de acordo com a edificação a ser impressa, extrudando diretamente as paredes, de forma contínua.</p>	<p>Concreto, geopolímeros, mortor.</p>	<p>Pórtico robótico</p>	
<p>Vulcan</p> <p>Também imprime diretamente no local de forma contínua. Conta com uma misturadora portátil (Magma), responsável pela preparação do material.</p>	<p>Lavacrete (Concreto bactericida com resistência de 14-25MPa)</p>	<p>Pórtico robótico</p>	
<p>Frank</p> <p>Construção direta no local. Conta com uma unidade de bombeamento (Gary) e uma de transporte do material e mistura (Mary) que devem operar juntos com a impressora para uma perfeita produção.</p>	<p>Concreto</p>	<p>Braço mecânico</p>	
<p>BOD2</p> <p>Pode imprimir numa velocidade de 0,25-1m/s e é capaz de realizar a extrusão em superfícies irregulares, fazendo um nivelamento automático.</p>	<p>Concreto com agregado de até 10mm</p>	<p>Pórtico Robótico</p>	

Quadro 1: Principais equipamentos de impressão 3D para edificações .  
Fonte: Elaborado pela autora . Adaptado de Silva, 2023.

No contexto nacional (brasileiro), existem duas empresas atuantes, a Inova House 3D (startup criada por alunos da Universidade Potiguar - UnP) e 3DHomeConstruction, que em parceria, finalizaram, em 2020, a primeira casa construída por impressão 3D no Brasil. O maquinário utilizado, foi a **Ayla 130**, que é do tipo pórtico, desenvolvida pela segunda empresa, uma impressora de materiais cimentícios, que foi sendo aprimorada ao longo da construção da edificação, iniciada em 2017. De acordo com Medeiros (2021), as empresas pioneiras evidenciam os grandes desafios de implementação da tecnologia no Brasil, pois as técnicas construtivas predominantes no país são baseadas em métodos artesanais, como a alvenaria de blocos cerâmicos, que são preferência das empresas do ramo da construção civil por conta do baixo custo e mesmo que a técnica da impressão 3D ofereça inúmeras vantagens, principalmente em relação ao tempo de construção, as empresas ainda ficam receosas, devido ao seu alto custo. Segundo os engenheiros da Inova House que atuaram no projeto, existe uma certa dificuldade para encontrar empresas que apoiem essas iniciativas inovadoras. (Inova House 3D, 2020).



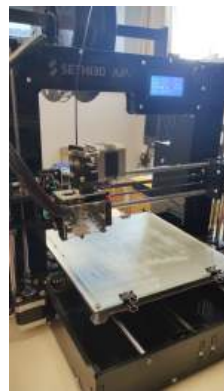


Figura 19: Casa desenvolvida em impressão 3D e concreto pela Inova House 3D e 3DHomeConstruction .  
Fonte: Inova House 3D, 2020.

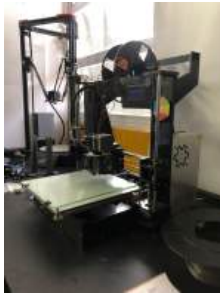
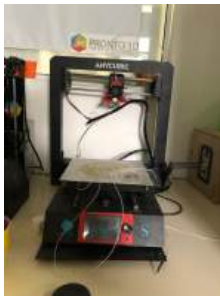


### **3.1.2 EQUIPAMENTOS DE IMPRESSÃO 3D NA UNIVERSIDADE**


Com a finalidade de compreender os níveis das tecnologias de Impressão 3D que poderíamos ter acesso para serem aplicadas nesse projeto de pesquisa, foi feito um levantamento das alternativas de equipamentos disponíveis na UFSC-Campus Florianópolis. Os Departamentos em que se realizou a busca foi o de Arquitetura e Urbanismo (ARQ), no LAB RESTAURO (laboratório de atuação da bolsista), o de Design e Expressão Gráfica



(EGR), especificamente no PRONTO 3D, laboratório de pesquisas e projetos sobre Impressão 3D, e no Departamento de Engenharia Mecânica (EMC), no laboratório VITROCER, laboratório de pesquisa sobre materiais vitrocerâmicos. O quadro 2 apresenta os equipamentos encontrados no levantamento.

<b>Equipamento (modelo-marc a)</b>	<b>Descrição (técnica e dimensões)</b>	<b>Materiais</b>	<b>Local</b>	<b>Imagem</b>
SETHI3D-AiP A3	Utiliza a técnica FDM (Modelagem de Deposição Fundida)  Dimensões gerais: 40cm x 35cm x 40cm Volume de impressão: 22cm x 21cm x 20cm	PLA, ABS, FLEX (TPE elástico), PETG	LABRESTAU RO (ARQ-UFSC)  (1 unidade)	
Halot One - Creality	Utiliza a técnica DLP (Processamento de Luz Digital)  Dimensões gerais: 23cm x 23cm x 40cm  Volume de impressão: 13cm x12cm x16cm	Resina Líquida	PRONTO 3D (EGR-UFSC)  (2 unidades)	
Kossel Linear-Anycubic	Utiliza a técnica FDM (Modelagem de Deposição Fundida)  Dimensões gerais: 43cm x43cm x112cm  Volume de impressão: 28cm x28cm x60cm	PLA,ABS,POM,PETG, madeira,metal.	PRONTO 3D (EGR-UFSC)  (2 unidades)	

<p>AiP A3- SETHI3D</p>	<p>Utiliza a técnica FDM (Modelagem de Deposição Fundida)</p> <p>Dimensões gerais: 40cm x 35cm x 40cm Volume de impressão: 22cm x 21cm x 20cm</p>	<p>PLA, ABS, FLEX (TPE elástico), PETG</p>	<p>PRONTO 3D (EGR-UFSC)</p> <p>(1 unidade)</p>	
<p>i3 Mega S- Anycubic</p>	<p>Utiliza a técnica FDM (Modelagem de Deposição Fundida)</p> <p>Dimensões gerais: 40,5cm x 40cm x 45,3cm Volume de impressão: 21cm x 21cm x 25cm</p>	<p>TPU, PLA, ABS, HIPS, madeira.</p>	<p>PRONTO 3D (EGR-UFSC)</p> <p>(1 unidade)</p>	
<p>Ender-3 - Creality</p>	<p>Utiliza a técnica FDM (Modelagem de Deposição Fundida)</p> <p>Dimensões gerais: 44cm x 44cm x 46,5cm Volume de impressão: 22cm x 22cm x 25cm</p>	<p>PLA, ABS e PETG</p>	<p>PRONTO 3D (EGR-UFSC)</p> <p>(1 unidade)</p>	
<p>S3- Sethi3D</p>	<p>Utiliza a técnica FDM (Modelagem de Deposição Fundida)</p> <p>Dimensões gerais: 49,6cm x 59cm x 60,4cm Volume de impressão: 27cm x 27cm x 32cm</p>	<p>ABS, PLA, Flexível, PETG</p>	<p>PRONTO 3D (EGR-UFSC)</p> <p>(2 unidades)</p>	

<p>E01- DuraPrinter</p>	<p>Utiliza a técnica de Extrusão - Hélice e Êmbolo</p> <p>Área de impressão: 14,5cm x18cm</p>	<p>Argila, Biomateriais</p>	<p>VITROCER (EMC-UFSC) (1 unidade)</p>	 <p>Fonte: Duailibi Fh, 2019</p>
<p>Observações: As imagens não referenciadas são da galeria da autora</p>				

Quadro 2 : Equipamentos levantados na UFSC.  
Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.1.3 PROPOSTA DE EQUIPAMENTOS ALTERNATIVOS

Os exemplos de construção com terra através da impressão 3D, alguns já citados no item 2.2, são executados a partir do método de *Contour Crafting*, que por tradução livre significa construção por contorno, tendo como equipamento de construção o pórtico robótico *Crane WASP*, um dos poucos maquinários de impressão de grande porte onde materiais naturais, como o próprio solo, podem ser extrudados.

Infelizmente, máquinas como a Crane Wasp ainda não foram produzidas no Brasil e para o contexto desta pesquisa foi percebido que será necessário trabalhar com outras alternativas de equipamentos e de escala (acessíveis e disponíveis no âmbito da UFSC).



Através dos levantamentos apresentados anteriormente, ficou evidente o maior desafio para elaboração da última etapa dessa pesquisa, justamente, o equipamento que será utilizado para a fabricação da proposta de abrigo.


No primeiro levantamento (item 3.1.1), os equipamentos apresentados são capazes de construir uma casa inteira de forma contínua, numa escala de metros, porém são equipamentos dificilmente encontrados no Brasil e teriam custos muito elevados para importação. Desta forma, ficou entendido a dificuldade de acesso a um equipamento dessas tipologias e que seria necessário adaptações para as aplicações a esse projeto de pesquisa. Os tipos de adaptações foram questionadas e discutidas nas reuniões em equipe, onde foi sugerido a ideia de modulação, inicialmente pensando que o abrigo poderia ser dividido em partes menores (em módulos), capazes de serem extrudados por um equipamento acessível (estudado posteriormente).



Essas definições foram essenciais para seguir com as buscas, e, por isso, foi realizado um segundo levantamento (item 3.1.2), este, por sua vez, dentro da UFSC, com a possibilidade de consultar outros departamentos. Através dos dados obtidos, percebeu-se que os equipamentos levantados imprimem na ordem dos centímetros, através de matérias primas à base de polímeros em sua maioria, com exceção da impressora 3D encontrada no laboratório VITROCER (na EMC), da marca DuraPrinter, que realiza a extrusão de materiais à base de argila. Em um primeiro momento, considerou-se a possibilidade de utilização do equipamento no departamento vizinho, visto que a argila é um tipo de terra e provavelmente seria possível incorporar o nosso material (terra coletada) à ele. No entanto, ao tentar contato com os responsáveis do setor, não foi obtida a autorização para tal.

Portanto, houve a necessidade de um novo levantamento, dessa vez, de equipamentos que não necessariamente fossem impressoras 3D, mas que pudessem atender a nossa proposta de elaboração do protótipo dos módulos (mesmo que em escala reduzida). O quadro 3 apresenta as possibilidades pensadas.

Ferramenta	Descrição	Imagem
Bisnaga de confeitiro	<p>Opção manual</p> <p>O material seria colocado no saco e a extrusão é feita de forma manual, apenas apertando-o com as mãos.</p>	
Extrusora de argila	<p>Opção manual</p> <p>Material é depositado no tubo e a extrusão é feita apenas pressionando o “gatilho” com as mãos, pois será feita pressão no</p>	

	material, induzindo a sua saída.	
Extrusora de argila automática	<p>Opção elétrica</p> <p>Material é depositado na bandeja e ao acionar o botão de ligar, o material vai sendo extrudado automaticamente.</p>	

Quadro 3: Propostas de equipamentos para aplicar no projeto de pesquisa.  
Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.2 O LOCAL DE ESTUDO

Como citado no capítulo 1 (Introdução), a aplicação da pesquisa será na comunidade da Terra Indígena Ibirama-Laklãnõ, localizada no noroeste do estado de Santa Catarina, especificamente às margens do Rio Hercílio e Rio Plate, em uma região entre os municípios de Doutor Pedrinho, Itaiópolis, José Boiteux e Vitor Meireles. Nesta etapa foi realizado um levantamento dos dados geográficos e sociais sobre a área.

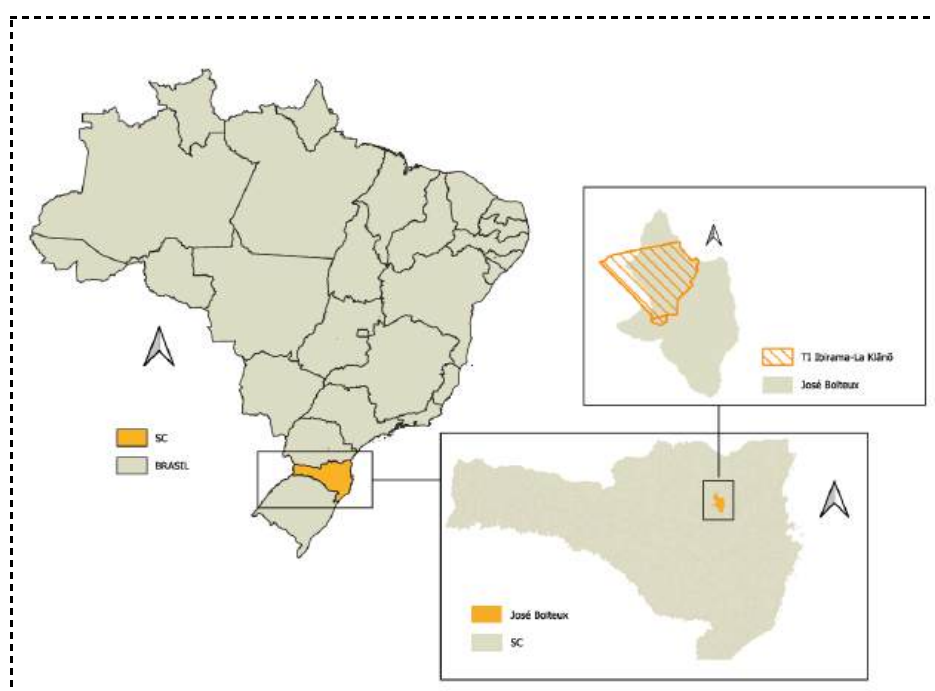


Figura 20: Mapa de localização da área de estudo.  
Fonte: Elaborada pelas autoras.

### 3.2.1 HISTÓRICO DA TERRA INDÍGENA

Para melhor compreender a história desta área, faz-se necessário uma breve contextualização histórica sobre o povo indígena de etnia Xokleng no Sul do Brasil. Alguns historiadores afirmam que, até o século XVII, os Xokleng habitavam uma extensa faixa territorial ao longo dos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná (estados que compõem o Sul do Brasil). No entanto, no século XIX, com o processo de colonização europeia na região, a presença desse grupo indígena se tornou cada vez menor, pois foram sendo retirados das terras em que habitavam, passando a ser perseguidos e mortos, principalmente pelas mãos dos “bugreiros”, que eram homens contratados pelos estados locais para perseguirem e conflitarem com os indígenas, destruindo suas aldeias e deixando centenas deles mortos, quase exterminando essa população. Com isso, os Xokleng tornaram-se fugitivos e passaram a se esconder nas mais diversas áreas durante anos, subdividindo-se em três grupos: o “Lakranó” (leia-se Laklãnõ), o Angyidn (tido atualmente como extinto) e o Ngrokòthi-tõ-prèy (habitantes da TI Rio dos Pardos-PR) (Antunes e Nunes, 2023).

Em 1914, o grupo dos Laklãnõ foi contatado pelo SPI (Serviço de Proteção dos Índios), um serviço criado pelo estado com o objetivo de “pacificar” os conflitos entre os indígenas e a população branca. O contato com os Laklãnõ foi feito por de Lima e Silva Hoerhann (líder do SPI) no local em que o grupo indígena se encontrava: nas margens do Rio Hercílio e Rio Plate, onde atualmente se localiza o município de José Boiteux. Após esse contato, o grupo passou a habitar a região, construindo casas de madeira com auxílio do SPI. Essa área foi inicialmente chamada de posto Duque de Caxias (em homenagem ao pai do líder do SPI) e, em 1926, foi denominada de TI Ibirama Laklãnõ através de um decreto feito pelo governo de Santa Catarina da época (decreto nº15 de 03 de abril de 1926) (Antunes e Nunes, 2023).

De acordo com Antunes e Nunes (2023), o histórico desta área indígena contempla alguns episódios de conflitos ambientais territoriais importantes no seu processo de territorialização, que é considerado confuso e controverso. Isso porque, nos princípios da TI, no ano de 1914, quando ainda estava sob domínio do SPI, foi feita uma divisão que tinha como objetivo limitar uma área para o povo indígena, evitando seu contato com o restante da

população. A área limitada inicialmente era de 37 mil hectares. No entanto, segundo a matéria do site MAPA DE CONFLITOS (ano), local dedicado a realização de levantamentos de conflitos históricos no Brasil, o SPI realizava acordos e negociações com a população não indígena interessada na área, o que resultou sua redução de 37 para 14 mil hectares (área homologada em 1996). Essas negociações não eram comunicadas aos indígenas, por isso a redução é entendida como resultado de constantes invasões territoriais, que segundo Antunes e Nunes (2023), eram lideradas e/ou incentivadas por antagonistas locais, órgãos públicos, políticos, colonos, empresas, entre outros, que objetivavam a exploração dos recursos naturais da área, principalmente o roubo da madeira.

Além disso, outro acontecimento de grande relevância para o território da TI, foi a construção da Barragem Norte, uma grande obra para a contenção das cheias no Vale do Itajaí, iniciada em 1976, localizada nos limites da Terra Indígena em questão. Antunes e Nunes (2023) evidenciam que essa construção é entendida como um elemento que instaurou um ciclo de conflitos ambientais, ampliando as ações relacionadas à expropriação territorial, roubo de madeira e à restrição de acesso ao território tradicional. Tal obra, uma estrutura imponente de enrocamento com núcleo de argila, de altura máxima de 60 metros e capacidade para armazenar mais de 357 milhões de metros cúbicos de água, foi conduzida sem nenhuma consulta à comunidade indígena e, inclusive, sem uma análise dos possíveis impactos ambientais que geraria na região (Antunes e Nunes, 2023). No entanto, alterou significativamente a paisagem e a dinâmica ambiental da área, além de afetar diretamente as terras de várzea antes habitadas pelos povos indígenas mencionados. No período de enchentes, o alagamento a montante da barragem atinge aldeias da comunidade indígena deixando algumas aldeias isoladas (Defesa Civil SC, 2019).

### **3.2.2 A COMUNIDADE INDÍGENA**

De acordo com a Defesa Civil de Santa Catarina (2020), a comunidade indígena Ibirama Laklãnõ é formada por 10 aldeias: Toldo, Coqueiros, Barragem (Pilipatol), Palmeira, Kooplág, Figueira, Pavão, Sede, Takuaty e Bugio. Essas aldeias estão distribuídas ao longo do território da TI (Terra Indígena) e abrigam, juntas, aproximadamente 2978 pessoas, que se subdividem em 494 famílias. A figura 21 demonstra como as aldeias estão distribuídas no referido território.



Quadro 4: Quantidade de habitantes da TI Ibirama Laklãnõ  
Fonte: Autora, 2024. Adaptado Defesa Civil SC, 2020

Através dos dados acima, analisa-se que a maioria dos habitantes (49,3%) são adultos, entre 18 e 60 anos, os idosos são a minoria, sendo 4% da população total; as crianças compreendem 32%, enquanto os adolescentes representam 14,7% da população.

Quanto às famílias, foi relatado em uma das conversas que a equipe teve com os moradores, que a maioria delas eram compostas por mais de 5 pessoas e que era comum as mulheres terem filhos cedo, na adolescência, o que condiz com a grande quantidade de crianças e adolescentes mostradas no quadro 1, correspondendo a aproximadamente 46,6% da população total.

Além disso, dentro das aldeias, de modo geral, existem algumas estruturas importantes para os habitantes, tais como: as casas, escolas, igrejas, pontes, posto de saúde e os cemitérios. Além disso, foi observado na visita ao local, que fora do território da TI, existe um posto de atendimento da FUNAI, que tem como objetivo prestar serviços assistenciais para a população indígena em questão.

A fim de quantificar essas estruturas, a Defesa Civil de Santa Catarina, no mesmo levantamento mostrado acima, também apontou os números relacionados a elas:

ALDEIA	ESCOLAS	IGREJAS	PONTES	POSTOS DE SAÚDE	CASAS	CEMITÉRIOS
TOLDO	1	1	2	1	2	1
COQUEIROS	1*	5	-	1	20	-
BARRAGEM	1*	4	1	1	12	-
ALMEIRA	1	3	-	1	9	1
KOOPLÁG	-	1	-	1	4	-
FIGUEIRA	1*	1	-	1	4	1
PAVÃO	-	1	-	1	6	-
SEDE	1*	2	1	1	7	-
TAKUATY	-	1	-	1	1	-
BUGIO	1	3	-	1	19	1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>84</b>	<b>4</b>
* Escolas desativadas						

Quadro 5: de quantidade das estruturas que compõem as aldeias da TI Ibirama Laklãnõ  
Fonte: Autores, 2024. adaptado Defesa Civil SC, 2020





Figura 22: Posto de saúde na aldeia Palmeira.  
Fonte: TERRA AMBIENTAL, 2021

Figura 23: Escola na aldeia Toldo.  
Fonte: TERRA AMBIENTAL, 2021

Durante a visita de estudo na comunidade, teve-se o conhecimento que cada uma das aldeias tem um cacique, que é um representante dos habitantes dela, que está à frente dos assuntos referentes aquela determinada aldeia, assim como um vice-cacique, pessoa responsável por auxiliar o trabalho do cacique. Inclusive, o cacique presidente Rafael e o cacique da aldeia Figueira conversaram com a equipe durante o tempo que se esteve por lá, receberam e permitiram o acesso às suas aldeias, juntamente com a Defesa Civil.



Figura 24: Reunião na aldeia Figueira.  
Fonte: Galeria da autora, 2023.

Na maioria das aldeias, as residências eram, predominantemente, constituídas de alvenaria, observando-se também algumas de madeira. Na região próxima a barragem, existiam alguns abrigos temporários (figura 25), construídos naquele momento pelos próprios membros da comunidade, onde estavam os moradores que tiveram suas casas atingidas pelas

fortes chuvas no final de 2023. Esses abrigos eram estruturados em bambu ou madeira e vedados com uma lona plástica de cor preta. No que pode-se observar, havia um abrigo maior que era do representante Toninho, nele possuía um grande espaço com mesa e fogão, onde se reuniam para as refeições e reuniões, já os outros abrigos à volta eram menores. Na aldeia Plipatol haviam algumas edificações feitas com estrutura e vedação metálica, que os moradores chamavam de “casas de lata” (figura 26), as quais tratavam-se de unidades habitacionais recebidas pela Caixa Econômica Federal, por meio de programa habitacional do Governo Federal, em 2014.



Figura 25: Abrigo temporário na TI Ibirama Lã-Klãno.  
Fonte: Galeria da autora, 2023.

Figura 26: Casa metálica na aldeia Plipatol.  
Fonte: Galeria da autora, 2023.

Foi percebido que as aldeias estão um pouco afastadas entre si e existem algumas delas que se encontram numa região mais plana, mais próximas da barragem e outras estão localizadas em locais de topografia mais acentuada, em cotas mais altas, sendo necessário a utilização das estradas ou pontes existentes para chegar de um ponto ao outro. Em relação às estradas, existem as principais e as secundárias, contudo, as condições desses acessos nem sempre são ideais para passagem, pois quando ocorrem as chuvas, parte deles enchem ou desmoronam, tornando a chegada às aldeias mais difíceis.





Figura 27: Poste caindo próximo a estrada devido o rastejo causado pelas chuvas.  
Fonte: Galeria da autora, 2023.

Como tratado no tópico anterior, dentro da TI existe a Barragem Norte, que faz parte do histórico da comunidade da Terra Indígena Ibirama Laklãnõ e é considerada um elemento muito importante, pois sua construção alterou de forma significativa a dinâmica ambiental da região, principalmente em relação às cheias, que afetam frequentemente os habitantes da referida comunidade indígena, tornando-os vulneráveis a desastres naturais como os alagamentos e deslizamentos de terra. É necessário considerar, que, por questões históricas, essas pessoas já se encontram em uma situação de vulnerabilidade socioeconômica, fator que contribui para a existência de algumas moradias com estruturas simples, construídas em locais não seguros, que, muitas vezes, acabam sendo destruídas, deixando quem vive nelas desabrigados, dependendo de auxílios governamentais para reestruturação do seu lar.

### **3.2.3 POSSIBILIDADES DE ÁREA DE IMPLANTAÇÃO E ESCOLHA DO LOCAL**

Como a proposta do projeto de pesquisa geral, citado na introdução, é o desenvolvimento de uma proposta de abrigo temporário na referida comunidade de estudo, foi discutido no grupo de pesquisa o local ideal para implantação do projeto.

Durante a visita ao local, foram pensadas duas possibilidades de área, a primeira sendo o local próximo a barragem, onde já se encontram os abrigos temporários de bambu e lona, citados no tópico anterior, e a segunda uma área conhecida como Serra Verde, a qual foi

indicação da comunidade da aldeia Figueira (aldeia com grande parte das casas condenadas).  
As motivações para fazer a implantação nas referidas áreas são as seguintes:

#### ÁREA 1 - PRÓXIMO A BARRAGEM:

- Área de acesso mais facilitado, está em uma cota mais baixa;
- Está localizada numa área com topografia menos acentuada quando comparada à segunda área, ponto importante para a estabilidade dos abrigos;
- No local existe uma igreja maior, que é um local de estrutura permanente, que já serve de abrigo para a comunidade nos períodos de cheia.



Figura 28: Mapa da Área próxima à barragem.  
Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

#### ÁREA 2- SERRA VERDE:

- Está em uma cota muito mais alta, o que evita alagamentos;
- É uma área ampla e extensa, o que possibilita um potencial construtivo maior em relação a quantidade de abrigos, quando comparada a primeira área;
- Área de preferência da comunidade.



Figura 29: Serra Verde - TI Ibirama Lã-Klãno.  
Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

A partir dessas condições, foi necessário avaliar, debater e definir qual área seria a mais adequada para a implantação. Desde o princípio, havia uma preocupação em relação à segunda área, que é a questão do acesso, pois se tratava de um local muito elevado, de mata nativa. No entanto, como era o local de preferência da comunidade, a equipe de pesquisa optou por fazer uma análise para compreender as condições ambientais da área e verificar se era viável ou não a utilização desse espaço para implantação dos abrigos.

O estudo da viabilidade ambiental da Serra Verde foi realizado pela bolsista juntamente com a doutoranda Susana, a pós doutoranda, Rachel e a orientadora, Lisiane e baseou-se em quatro procedimentos metodológicos, sendo eles: análise de legislações aplicáveis a territórios indígenas (ambientais e constitucionais); Coleta de dados in loco; Análise de dados pelo Sistema SIG (Sistemas de Informações Geográficas), as quais resultaram em mapeamentos de importantes elementos da área, tais como: áreas de interesse ambiental, recursos hídricos e possíveis impactos; E a aplicação da “Matriz de Suporte à Análise Ambiental” de autoria de Ribeiro et.al (1999), que permitiram a realização de uma pré-avaliação qualitativa e quantitativa dos impactos socioambientais da área analisada o que poderá refletir diretamente na qualidade de vida da comunidade futura.

Um dos mapeamentos realizados, mostrou que a área em estudo apresenta significativas áreas de Preservação Permanente (APP) devido à presença de nascentes. Foram identificadas na região, de forma precisa, 18 nascentes, mais o curso hídrico, indicando a necessidade de um futuro estudo ambiental mais abrangente, considerando a legislação



ambiental brasileira, em particular ao Código Florestal (Lei nº 12.651/2012). A figura 30 apresenta o mapa com a localização das nascentes e curso hídrico da área e seu entorno:

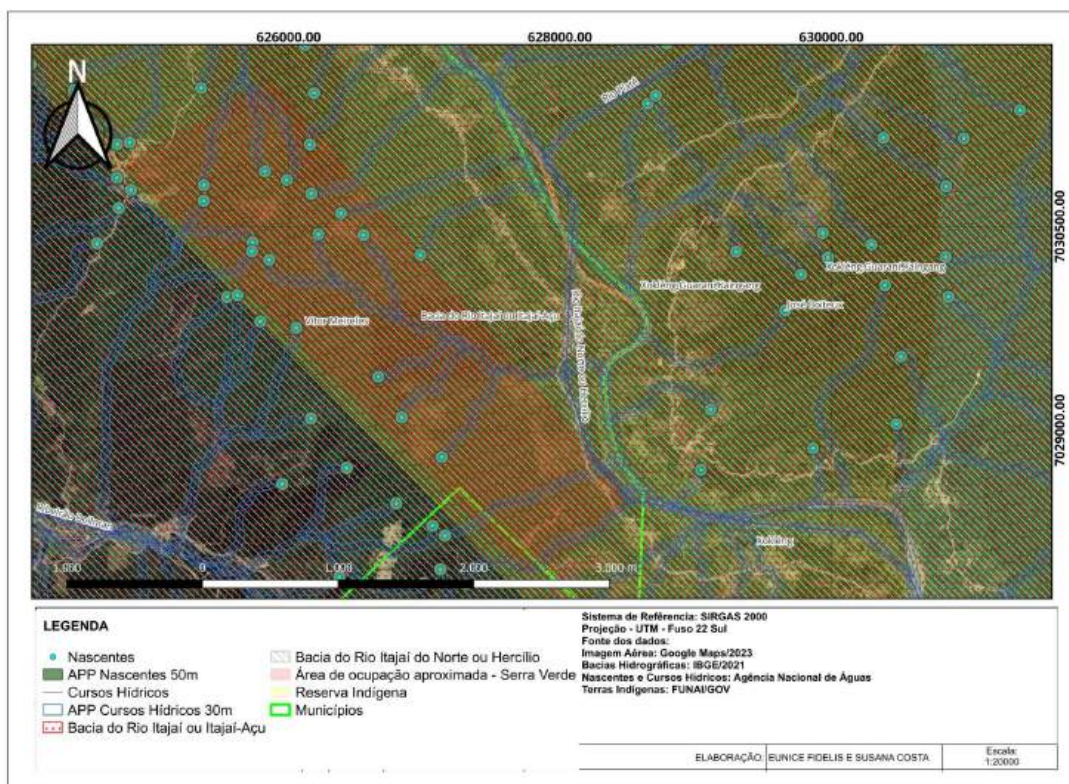


Figura 30: Mapa de localização das nascentes e curso hídrico da Serra Verde.  
 Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024 .

Além disso, a Matriz de Suporte à Análise Ambiental aplicada a área em estudo (Quadro 9) indicou que os impactos classificados como alto e médio, correspondem a aproximadamente 47% da amostra, além do potencial de risco direto representar 56,52%. Isso ocorre porque uma grande parte das áreas de preservação permanente de curso hídrico, quando ocupadas, pode sofrer processos erosivos nas margens do curso d'água. A erosão é um fenômeno natural exacerbado pela retirada do talvegue e da vegetação ripária. A vegetação nativa desempenha um papel crucial na estabilização das margens dos rios, reduzindo a velocidade do escoamento superficial e promovendo a infiltração de água no solo. Sem essa vegetação, a água da chuva escoar rapidamente pela superfície (escoamento superficial), carregando consigo partículas de solo, o que leva ao aumento da erosão e ao assoreamento dos cursos d'água.

	Riscos Hidrogeológicos	CI + CPR	Riscos Antrópicos	CI + CPR	Problemas socioambientais	CPR	Riscos Biológicos	CI + CPR
1	Erosão Hídrica	MD	Demanda de infraestrutura	MI	Suscetibilidade de risco à vida	N	Degradação da Paisagem Natural	AD
2	Escorregamento	MD	Demanda de serviços urbanos	CI	Suscetibilidade à disseminação de epidemias	I	Alterações na biodiversidade	MD
3	Processos Pedogenéticos	MD	Concentração populacional	CD	Violência urbana	I	Proliferação de Vetores	CI
4	Poluição Ambiental/Solo e Água	CD	Deslocamentos diários	MD	Desconforto ambiental (térmico acústico atmosférico)	N	-	-
5	Assoreamento	CD	Segregação social	CD	Deseconomias urbanas (oneração do orçamento público)	N	-	-
6	Escoamento Superficial	AD	Especulação imobiliária	CN	Custo ambiental (degradação recuperação)	D	-	-
7	Inundação – Cheias	CN	-	-	-	-	-	-
8	Poluição Hídrica	CD	-	-	-	-	-	-

**Legenda:**  
**CI** – Classe de Impacto: **A** – Alta; **M** – Média; **C** – Baixa;  
**CPR**- Critério do Potencial de Risco: **D** – Direta; **I** – Indireta; **N** – Não Relacionada

Quadro 9: Dados da Matriz de Suporte à Análise Ambiental – Serra Verde.  
 Fonte:Elaborado pelas autoras, 2024 . Adaptado de Ribeiro et al., 1999.

Esse estudo, portanto, concluiu que a opção de ocupação da área da Serra Verde deve ser considerada com grande cautela e só será viável se forem adotadas medidas de mitigação limitadas, como a recuperação da vegetação nativa e o cumprimento das exigências legais de proteção ambiental. Desta forma, **a equipe optou pela primeira área mencionada** (Próxima a Barragem).

### 3.3 OS MATERIAIS DISPONÍVEIS NO LOCAL

#### 3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Para o desenvolvimento do estudo sobre a terra disponível na comunidade indígena de José Boiteux, que futuramente será incorporada na construção dos abrigos temporários da pesquisa maior, foi realizado, pela bolsista Vitória e a orientadora Lisiane, um ensaio de

caracterização do solo, com o objetivo de compreender sua composição e características geotécnicas.

A etapa precedente ao ensaio de caracterização, em ambiente externo ao laboratório, foi a coleta do material, realizada durante a visita do grupo de pesquisa à comunidade. A amostra foi coletada na região próxima à Barragem Norte, com o auxílio da ferramenta pá ajuntadeira e colocada em sacos plásticos escuros, para não perder as características originais. As etapas desenvolvidas no laboratório, foram:

### **1. Preparação das amostras:**

Processo no qual se prepara a amostra que será submetida a um teste. Em solos, essa etapa é feita através de cinco procedimentos:

- a. Retirada das galharias: Retirou-se galhos e pedregulhos que estavam presentes no solo.
- b. Pesagem solo úmido: Em uma balança, pesou-se a massa do solo em estágio inicial (ainda úmido)
- c. Secagem em estufa: O solo foi colocado em uma estufa, na temperatura de 150°; durante 24 h (estabelecidos por norma) para reter toda a água contida na amostra.
- d. Pesagem solo seco: Pesou-se o solo com 0% de umidade (totalmente seco)
- e. Destorroamento: Com o auxílio de um socador manual, dirigiu-se golpes na amostra para separar todo o solo compactado, deixando as partículas soltas.

2. **Ensaio de Granulometria:** Ensaio que tem como objetivo entender como as partículas do solo estão distribuídas. É realizado a partir de uma balança e um conjunto de peneiras, com diferentes tamanhos de abertura das malhas, iniciado pelo peneiramento grosso (gra e depois o peneiramento fino. O que fica retido em cada peneira é pesado separadamente e transferido para uma planilha, ao final tem-se a curva de distribuição granulométrica, que representa a quantidade de cada faixa especificada pelo seu tamanho contida na amostra. O ensaio, no Brasil, é regulamentado pela norma técnica NBR-7181/ABNT - Análise Granulométrica de Solos



Fração	Limites definidos pela ABNT
Matacão	de 25 cm a 1 m
Pedra	de 7,6 cm a 25 cm
Pedregulho	de 4,8 mm a 7,6 cm
Areia grossa	de 2 mm a 4,8 mm
Areia média	de 0,42 mm a 2 mm
Areia fina	de 0,05 mm a 0,42 mm
Silte	de 0,005 mm a 0,05 mm
Argila	inferior a 0,005 mm

Figura 31: Limite das frações de solo pelo tamanho dos grãos– José Boiteux.

Fonte: Pinto, 2006

### O teste de granulometria - Resultados:

A realização desse teste fez-se necessária para classificar o tipo de solo que irá compor o material final de impressão. Nesse ensaio de granulometria, as amostras de solo coletadas em José Boiteux, foram transformadas em quatro amostras menores. Além disso, como já estava sendo realizado esse tipo de teste, foi coletada uma amostra da terra disponível no Departamento de Arquitetura e Urbanismo (ARQ-UFSC), também transformadas em quatro amostras menores, pois poderiam ser utilizadas posteriormente nas etapas desenvolvidas neste projeto de pesquisa.

O quadro 6 e 7 apresentam os dados e resultados do referido ensaio no solo extraído na comunidade e o extraído na ARQ, respectivamente.

	Abertura das peneiras	MASSA RETIDA EM (g)		MASSA RETIDA EM %		VARIÇÃO ± (4%)	MÉDIA (%)	ACUMULADA (%)
		300	300	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2			
AGREGADO GRAUADO	75 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	63 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	50 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	37,5 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	31,5 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	25 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	19 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	12,5 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,5 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AGREGADO MIÚDO	6,3 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4,75 mm	25	25	8,33	8,33	0,00	8,33	8,33
	2,36 mm	60	90	20,00	30,00	10,00	25,00	33,33
	1,18 mm	70	75	23,33	25,00	1,67	24,17	57,50
	600 µm	55	45	18,33	15,00	3,33	16,67	74,17
	300 µm	40	30	13,33	10,00	3,33	11,67	85,83
	150 µm	30	25	10,00	8,33	1,67	9,17	95,00
Fundo	20	10	6,67	3,33	3,33	5,00	100,00	
∑ - Total		300	300	100,00	100,00			
						Módulo de Finura (MF):		DMC
						3,54		4,75 mm

Quadro 6: Dados do ensaio de granulometria – José Boiteux.  
Fonte:Elaborado pelas autoras, 2024

	Abertura das peneiras	MASSA RETIDA EM (g)		MASSA RETIDA EM %		VARIACÃO ± (4%)	MÉDIA (%)	ACUMULADA (%)
		300	300	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2			
		AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2			
AGREGADO GRAUADO	75 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	63 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	50 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	37,5 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	31,5 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	25 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	19 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	12,5 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	9,5 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	6,3 mm			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AGREGADO MIÚDO	4,75 mm	20	20	6,67	6,67	0,00	6,67	6,67
	2,36 mm	50	50	16,67	16,67	0,00	16,67	23,33
	1,18 mm	65	60	21,67	20,00	1,67	20,83	44,17
	0,600 mm	55	55	18,33	18,33	0,00	18,33	62,50
	0,300 mm	50	55	16,67	18,33	1,67	17,50	80,00
	0,150 mm	30	35	10,00	11,67	1,67	10,83	90,83
Fundo	30	25	10,00	8,33	1,67	9,17	100,00	
	∑ - Total	300	300	100,00	100,00			
						<b>Módulo de Finura (MF):</b> 3,08	<b>DMC</b> 4,75 mm	

Quadro 7: Dados do ensaio de granulometria – Solo ARQ.  
Fonte:Elaborado pelas autoras, 2024

Observa-se que nas tabelas apresentadas aparecem novas informações, que são obtidas a partir dos dados fornecidos:

- **Variacão** = Subtração entre a Massa retida da amostra 1 e a Massa retida da amostra 2. (em módulo - não considera o sinal negativo)
- A **Massa retida (%)**= Massa retida na peneira/Massa retida na peneira x 100.
- **% Média** = Somatório das massas retidas das amostras / quantidade de amostras.
- **%Acumulada**= ( % Média + % Acumulada anterior), sendo a última peneira analisada os 100%.
- **Módulo de Finura**= Somatório dos percentuais acumulados das peneiras da série normal/100
- **DMC (Dimensão máxima característica)**= Corresponde à abertura da peneira que o agregado possui porcentagem retida abaixo dos 5 %.

A partir dos dados fornecidos nos quadros 7 e 8, foi obtida a curva granulométrica das amostras, formada a partir de uma escala logarítmica, com o cruzamento de dados entre a porcentagem do material e da dimensão da partícula. A figura 32 e 33 apresentam a curva granulométrica das duas amostras, solo coletado em José Boiteux e solo coletado no ARQ, respectivamente.

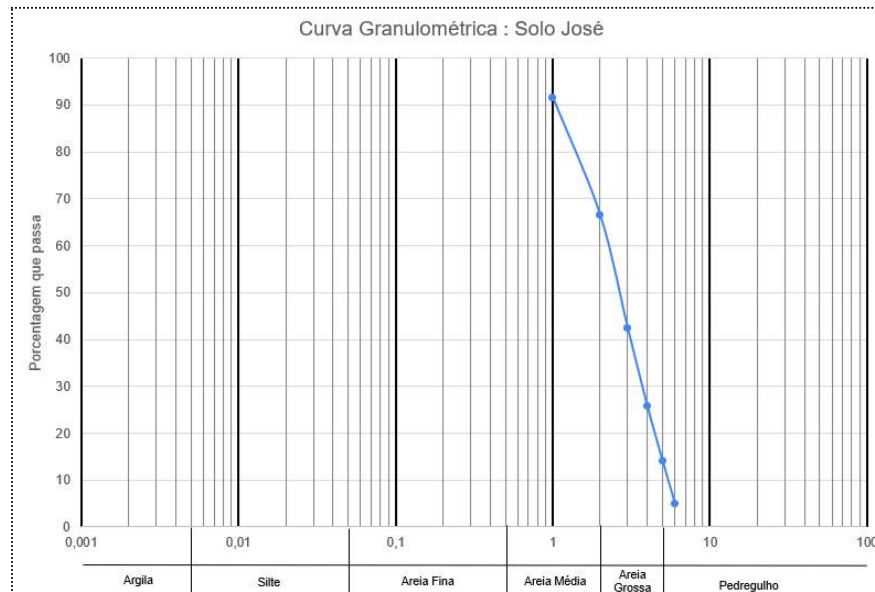


Figura 32: Gráfico da Curva granulométrica – José Boiteux.  
Fonte:Elaborado pelas autoras, 2024

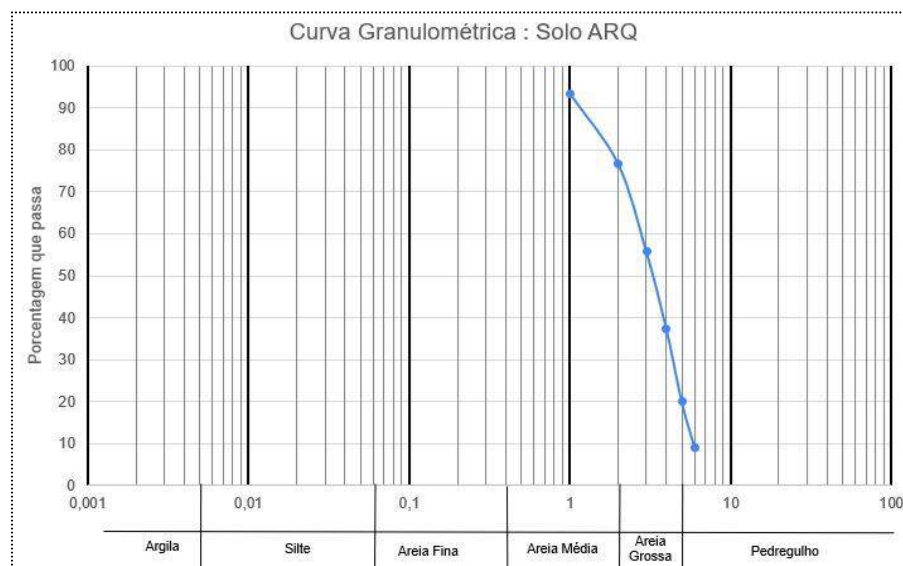


Figura 33: Gráfico da Curva granulométrica – Solo ARQ.  
Fonte:Elaborado pelas autoras, 2024

Os resultados da curva foram analisados a partir de Pinto (2006) - Figura 31, que baseia-se na norma. Desta forma, **os dois solos submetidos ao teste foram classificados como arenosos.**

### 3.4 MAPAS DO LUGAR E ALINHAMENTO DE PROPOSTAS DOS ABRIGOS

Após o estudo sobre a comunidade indígena e a definição da área de implantação do projeto, foi elaborada uma oficina em conjunto com todos os participantes da pesquisa maior (doutorandos, mestrandos, bolsistas IC, orientadores) com o objetivo fazer experimentações para desenvolver uma tipologia de abrigo temporário.

Baseando-se na pesquisa desenvolvida por Carbonari (2021), entende-se que o acampamento temporários planejados (ATP) onde ficará os abrigos temporários voltados para atendimento a desastres naturais devem conter uma estrutura de específica e bem definida, que seja capaz de dar suporte e suprir as necessidades das pessoas que permanecerão nele por um determinado período de tempo. A estrutura dos acampamentos geralmente é composta por diversos elementos, destaca-se: áreas comunitárias, cozinhas, espaços recreativos, espaço administrativo, latrinas, escolas e o abrigo, o qual exerce um papel fundamental em sua composição.

Desta forma, primeiramente, foi feito um estudo prévio de quantos abrigos seriam necessários conforme a quantidade de pessoas. Para efeito de cálculo, considerou-se que haviam 246 famílias afetadas na comunidade e que cada família era composta por 6 pessoas. Com isso, ficou estabelecido que haveria 41 unidades de abrigos individuais na área planejada. Com a união das ideias dos participantes, desenvolveu-se uma planta de implantação da área, prevendo um espaço para locação dos abrigos e dos outros espaços auxiliares que compõem o acampamento planejado para a comunidade indígena de José Boiteux, sendo eles: **Espaço de lazer e convívio, sanitários, lavanderia, templo, centro comunitário, estacionamento, triagem, cozinha, refeitório, oficina e horta comunitária.**

Para a unidade de abrigo temporário foi pensado dois formatos, um circular e um hexagonal. O primeiro formato consiste em um módulo único e o segundo formato é constituído por 6 módulos triangulares. Foram dispostos em núcleos circulares com o intuito da criação de espaços de convivência na parte central, possibilitando uma certa integração entre as famílias. Quanto às outras estruturas de uso coletivo, foram dispostas próximas umas das outras, mantendo também proximidade das unidades de abrigo individual, com o objetivo de um acesso facilitado entre todas as edificações da área. Além disso, pesou-se em aproveitar o espaço da igreja/ginásio já existente, pois se trata de um local espaçoso, já utilizado como abrigo e que poderá ser readequado para funcionamento da triagem, cozinha e refeitório.





Figura 34: Proposta de implantação - oficinas de projeto com abrigos circulares.  
Fonte: Elaborada pelas autoras.



Figura 35: Proposta de implantação- oficinas de projeto com abrigos hexagonais.  
Fonte: Elaborada pelas autoras.

Como havia duas possibilidades de formato para os abrigos individuais, o grupo optou por desenvolver melhor a segunda proposta, a do abrigo triangular. O módulo dessa tipologia de abrigo consiste em um triângulo equilátero de 5m, totalizando em uma área de, aproximadamente, 10.83m<sup>2</sup>, que podem ser unidas e formar unidades individuais de até 60m<sup>2</sup>. Para sua materialidade, foi pensando uma estrutura de 3 pilares constituídos também de módulos impressos com material local, para a vedação lateral (paredes) foi sugerido painéis formados por bambu e taipa de pilão e na cobertura foi sugerido uma cobertura única, também de bambu, que pudesse cobrir todos os abrigos que formam um núcleo.

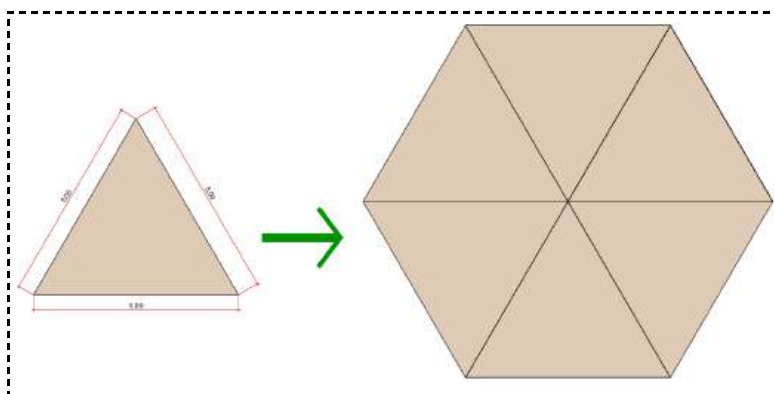
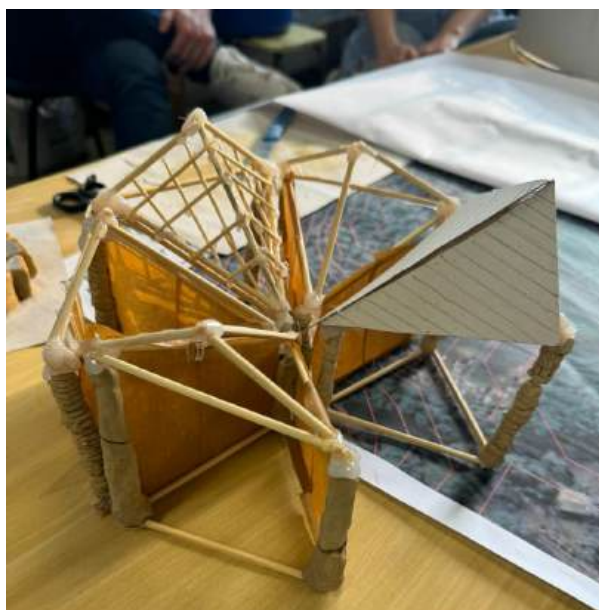


Figura 36: Esquema da estrutura hexagonal proposta.  
Fonte: Elaborada pelas autoras.

Para melhor entendimento da estrutura proposta, durante a oficina foram elaboradas maquetes de estudo para auxiliar na concepção do espaço como um todo, desde o formato, até a materialidade. Utilizou-se palitos de madeira para representação do bambu e argila para representação do módulo que será impresso.





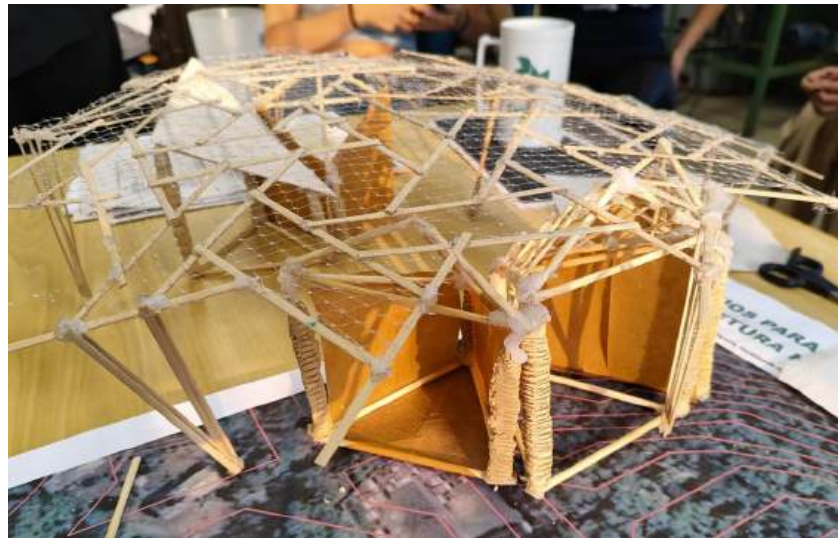


Figura 37 e 38: Maquete da estrutura hexagonal proposta.  
Fonte: Elaborada pelas autoras.

### 3.4.1 ESTUDO DOS MÓDULOS

Foi visto durante a realização do levantamento dos equipamentos de impressão utilizados na construção civil (item 3.1.1) que um dos maiores desafios para realização da proposta de abrigo final seria o maquinário como os dos exemplos, ficando definido que o processo de impressão aplicado nesta pesquisa não seria utilizado na estrutura como um todo (como nos exemplos do referencial de projeto, no item 2.2), pois não se obtinha o maquinário adequado no âmbito da universidade e que seria desenvolvido os estudos sobre a modulação. Com isso, aqui nesse tópico, será apresentado as possibilidades projetuais de criação de elementos menores, pensados para compor somente a parte estrutural do abrigo (pilares ou vigas) e que não fossem utilizados para vedação. Isso porque, havendo a redução de tamanho, se tornaria possível a utilização das outras ferramentas de extrusão já mostradas (item 3.1.2).

A partir de então, foram desenvolvidos pela bolsista com auxílio da orientadora Lisiane, diversos croquis com possibilidades de formas e encaixes para compor a estrutura da futura unidade de abrigo (figuras de 39 a 42). Selecionou-se 4 deles.

Um dos primeiros desenhos de módulos, de seção e encaixe quadrados, se pensou mais na conexão vertical com duas tipologias de módulos.

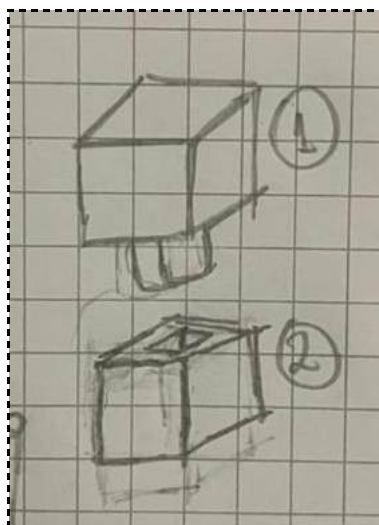


Figura 39: Croqui de possibilidade de forma para o módulo proposto  
Fonte: Elaborada pelas autoras.

1. Nessa tipologia, manteve-se a seção quadrada, mas o encaixe pensado foi na horizontal.

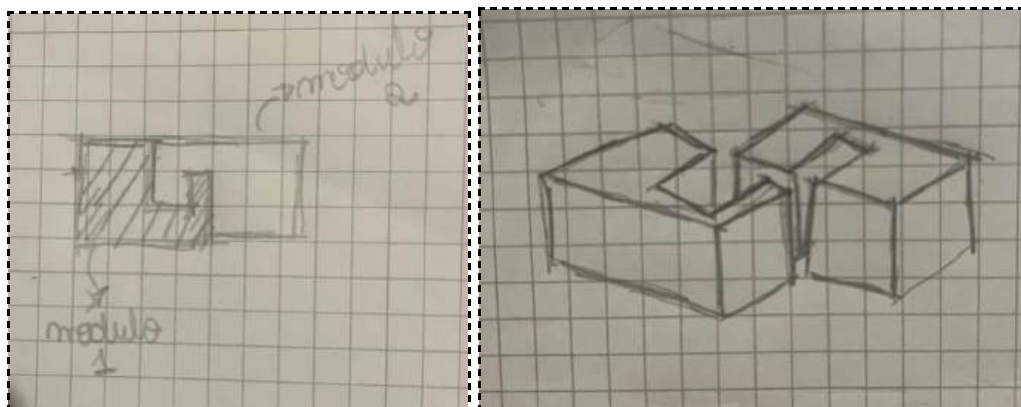


Figura 40: Croqui de possibilidade de forma para o módulo proposto  
Fonte: Elaborada pelas autoras.

2. Tipologia disposta num formato mais retangular, onde se pensou nas conexões verticais, com três modelos de módulos, que irão se repetindo até atingir a altura desejável.

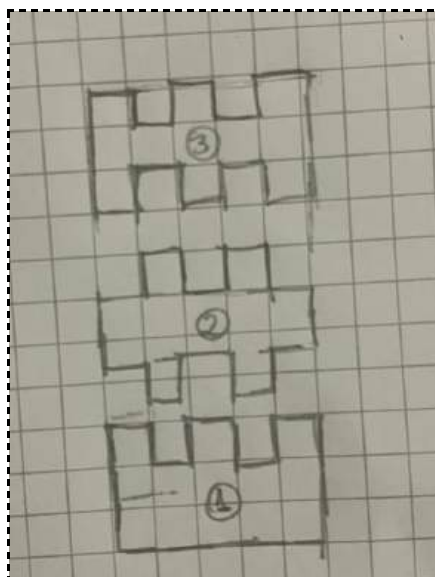


Figura 41: Croqui de possibilidade de forma para o módulo proposto  
Fonte: Elaborada pelas autoras.

3. Esse módulo pode ser entendido como uma evolução do primeiro aqui apresentado, no entanto, possui 3 modelos de peças, que vão se encaixando e são vazadas, a fim de possibilitar a inserção de algum componente de reforço estrutural, como por exemplo o bambu (o encaixe em formato de cilindro auxiliaria na sua introdução) e a terra.

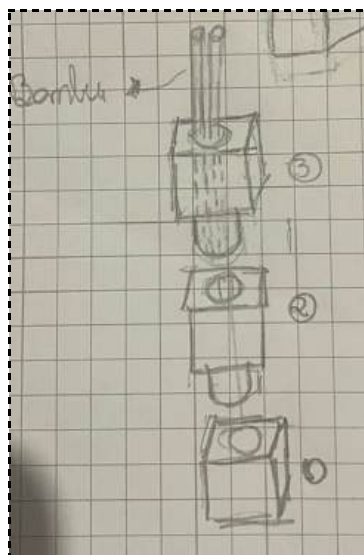


Figura 42: Croqui de possibilidade de forma para o módulo proposto  
Fonte: Elaborada pelas autoras.

Através das propostas iniciais dos croquis mostrados acima, entende-se a importância desse processo experimental, pois conforme foi ocorrendo a produção dos desenhos, foram sendo debatida e percebida a necessidade de aprimoramento desses módulos, que não só o

formato, mas sim em relação a eficiência, resistência, adaptação, que tamanho seria possível, entre outros.

#### 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

##### 4.1 PROPOSTAS DE MÓDULOS PARA A ESTRUTURA DOS ABRIGOS

A partir do formato do abrigo individual hexagonal, composto por módulos triangulares (item 4.5) foi elaborada uma proposta de módulos para serem utilizados na sua estrutura. Como já haviam alguns croquis de peças modulares, as quais foram apresentadas anteriormente, optou-se na concepção dessa proposta um módulo que seguiria a mesma ideia do 4º croqui, ou seja, que fosse vazado e permitindo a possibilidade da inserção de outros materiais de reforço estrutural, como o bambu. Quanto a sua forma, foi pré estabelecido que a peça estrutural deveria fazer um ângulo reto ( $90^\circ$ ) com o quadro de bambu que estrutura os painéis de vedação (as paredes laterais), pois tornaria o encaixe entre os dois elementos mais fácil e simplificado. A partir desta condicionante, foi desenhado sobre a projeção dos abrigos as primeiras topologias de módulos, resultando em um formato trapezoidal e um hexagonal, que serão apresentados e detalhados a seguir:

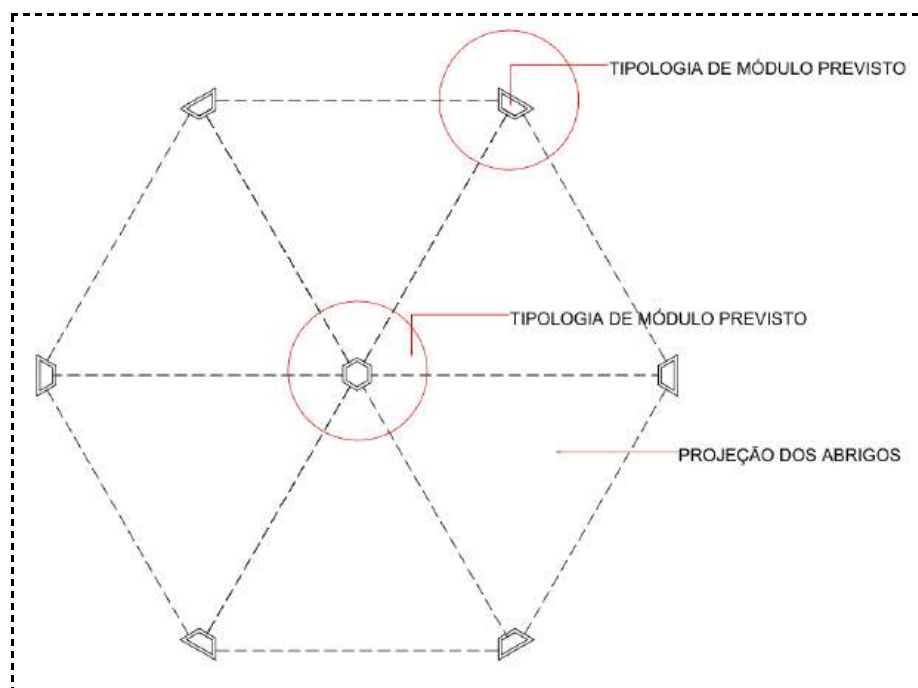


Figura 43: Planta baixa esquemática com a projeção do contorno dos abrigos e os módulos de conexão  
Fonte: Elaborada pelas autoras

Através do esquema apresentado, pode-se perceber que o módulo de formato trapezoidal (1) foi elaborado com o objetivo de fazer a ligação entre duas partes triangulares

do abrigo e desta forma, faz a conexão entre três paredes. Já o módulo hexagonal (2), foi disposto no centro, para ligar todas as seis partes triangulares dos abrigos. É importante ressaltar que essa disposição da estrutura fez com que cada uma desses subconjuntos perdessem, aproximadamente, 0,12m<sup>2</sup> (metros quadrados) de área útil, ficando um espaço de 10.71m<sup>2</sup>.

### Dimensionamento dos módulos:

Para propor um tamanho aos módulos foi considerado dois fatores importantes:

- 1°- A espessura da camada de impressão, considerada 5cm;
- 2° - O vazio necessário no centro do módulo deveria ter no mínimo 10x10cm, para que fosse possível inserir o bambu.
- 3°- Em relação a altura, foi pensado 30cm.

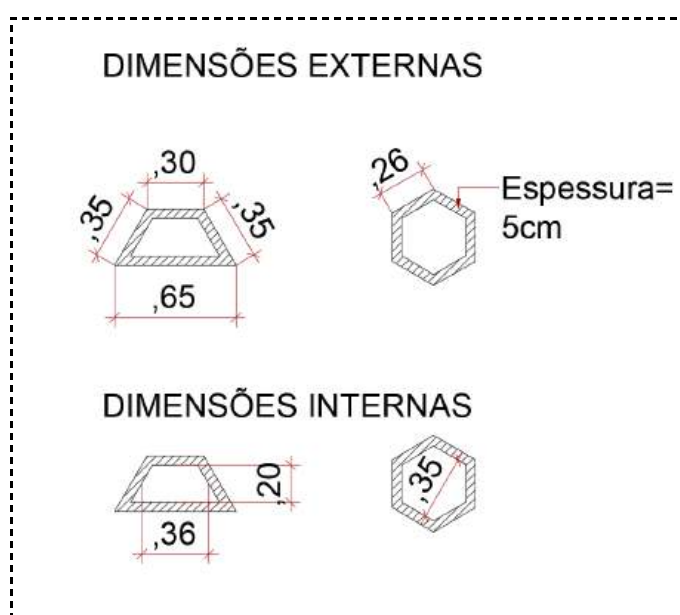


Figura 44: dimensões horizontais gerais dos módulos de conexão .  
Fonte: Elaborada pelas autoras

### Encaixe módulo-painel:

Como visto anteriormente, os módulos deverão estar conectados com as paredes de bambu dos abrigos. Desta forma, foi proposto um desenho para o módulo que incorpora um tipo de “espera” para os painéis serem encaixados e conseqüentemente,



estruturados. Nesses encaixes também foram respeitadas as mesmas condições citadas no dimensionamento.

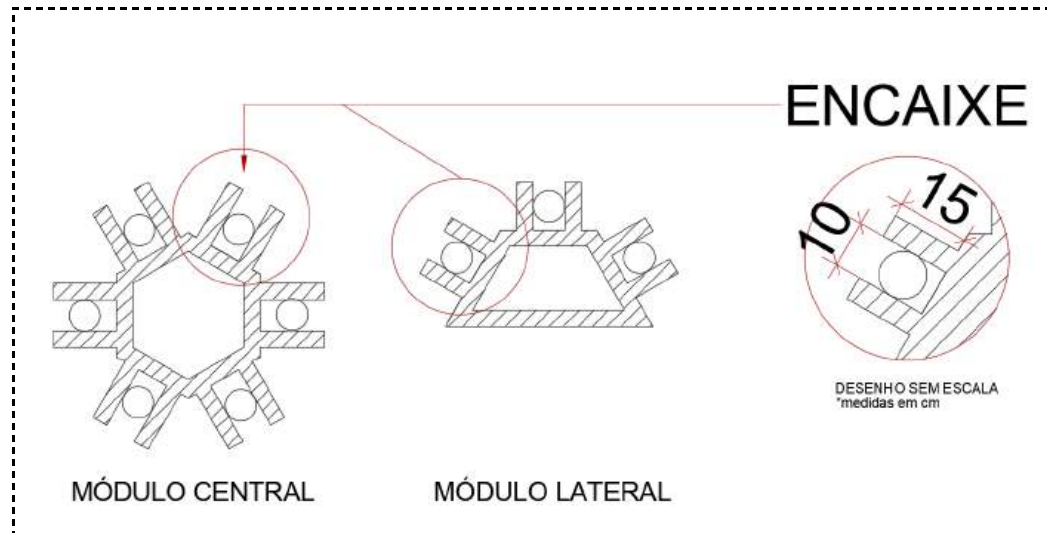


Figura 45: Esquema 2D dos módulos com o encaixe para o painel.  
Fonte: Elaborada pelas autoras

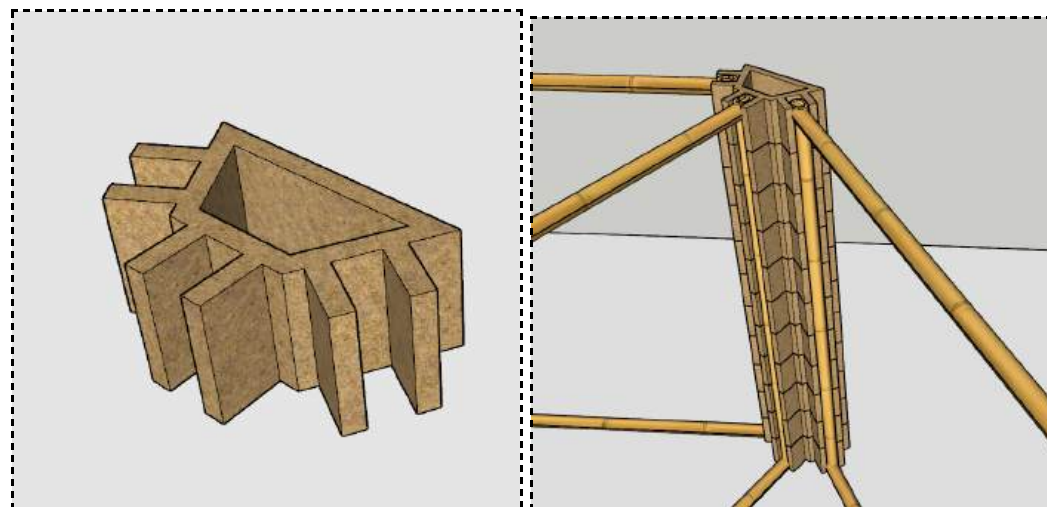


Figura 46: Esquema 3D do módulo 1 com o encaixe para o painel.  
Fonte: Elaborada pelas autoras

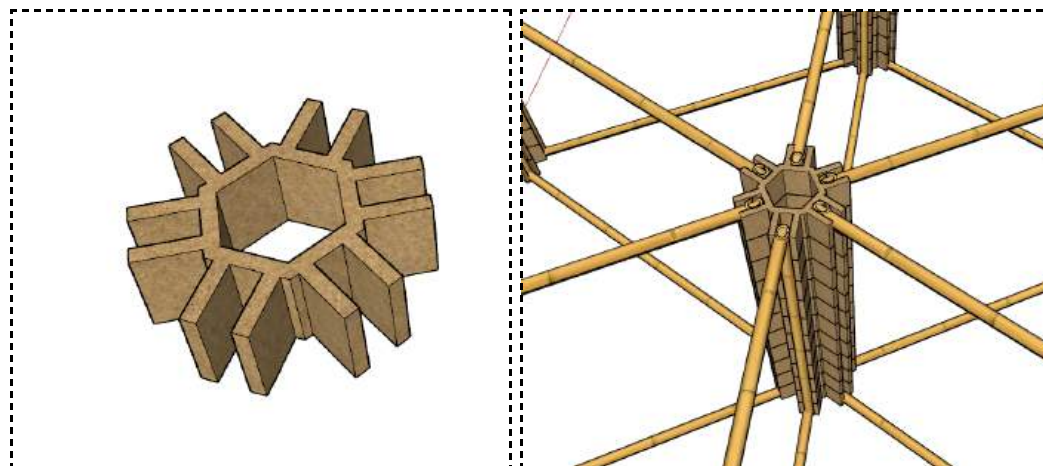


Figura 47: Esquema 3D do módulo 2 com o encaixe para o painel.  
Fonte: Elaborada pelas autoras

## 4.2. MISTURAS COM TERRA PARA FABRICAÇÃO DO MÓDULO

Com a predefinição do módulo, a próxima etapa foi realizar a produção da mistura com a terra que seria utilizada como material para elaboração do protótipo, a partir do processo de deposição de camadas adaptado às condições dos equipamentos acessíveis (apresentados no item 3.1.2) no laboratório, LABRESTAURO, localizado no Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFSC (onde são desenvolvidas as pesquisas do grupo). Como mostrado anteriormente no ensaio de caracterização da terra (item 3.3.1), realizou-se ensaios com dois tipos de solo, um coletada no local de implantação (comunidade indígena) e outra coletada na UFSC, especificamente, no estacionamento do laboratório já mencionado.

Entre as amostras, a escolhida para composição do material foi a coletada na universidade, pois o solo coletado na comunidade indígena, depois do processo de retirada dos galhos, apresentou uma redução significativa e o material foi completamente utilizado para os testes de adição de aditivos, não sendo possível sua inserção na mistura do material de “impressão”.

Para iniciar essa mistura, utilizou-se dois materiais bibliográficos. Um artigo que trata sobre a fabricação de terra aditiva para arquitetura emergencial, de autoria de Venturi et.al (20xx), que demonstra o potencial de um sistema para “impressão” ou extrusão de terra aditiva, que não depende de tecnologia e nem de uma receita específica, utilizando materiais naturais e equipamentos acessíveis. As experimentações das misturas apresentadas no artigo partem de composições com argila e agregados (fibras vegetais), sendo estes aplicados para conferir resistência mecânica à estrutura e reduzir a retração (tendência a fissuras) da argila. (Venturi et.al, 20XX). E o artigo de Carbonari, Librelotto e (2024), que analisou a composição

do material utilizado em algumas pesquisas de impressões com terra para edificações, tal como 3D WASP, TerraPerforma, Digital Adobe e 3D Printed Cob.

Para uma compreensão prévia sobre a proporção dos componentes do material, baseou-se, com algumas adaptações, na composição do 3D Printed Cob, que segundo Carbonari et.al (2024), é descrita por: 72-73% de solo, 2% de fibra vegetal e 25-26% de água. Com isso, o material produzido nesta pesquisa foi feito com uma mistura de argila (comprada), areia (coletada no laboratório) e água, sem adição das fibras vegetais, pois os estudos realizados no grupo de pesquisa para a incorporação de fibras de limoneno (casca de laranja) ainda estão em andamento. Quanto à proporção, foi utilizado, aproximadamente, **77% de solo (54% de argila comprada e 23% de areia coletada) e 23% de água.**

Antes de chegar na proporção final, foi feita uma tentativa com, aproximadamente, metade da água, que aparentemente, havia ficado com uma boa consistência, porém no momento da extrusão, a mistura entupiu o equipamento (extrusora manual de argila), e por isso foi devolvido o material ao restante da mistura, pesados novamente e adicionados a outra metade de água e como a mistura estava mais fluída, foi possível realizar a extrusão sem interrupção. O quadro 8 apresenta as quantidades utilizadas em cada uma das tentativas.

Teste de composição para material de impressão dos módulos					
Teste 1			Teste 2		
Componente	Quantidade (gramas)	Quantidade (%)	Componente	Quantidade (gramas)	Quantidade (%)
Argila	1060	70%	Argila	777	54%
Areia	318	21%	Areia	333	23%
Água	137,8	9%	Água	332	23%
TOTAL	1515,8	100%	TOTAL	1442	100%

Quadro 8: Dados testes de composição para material de impressão.  
Fonte: Elaborado pela autora.



Figuras 48 a 51: Fotos ao longo do procedimento de composição do material.  
Fonte: Galeria da autora.



### **4.3 - RESULTADO DAS EXPERIMENTAÇÕES PARA FABRICAÇÃO DO PROTÓTIPO DOS MÓDULOS PROPOSTOS**

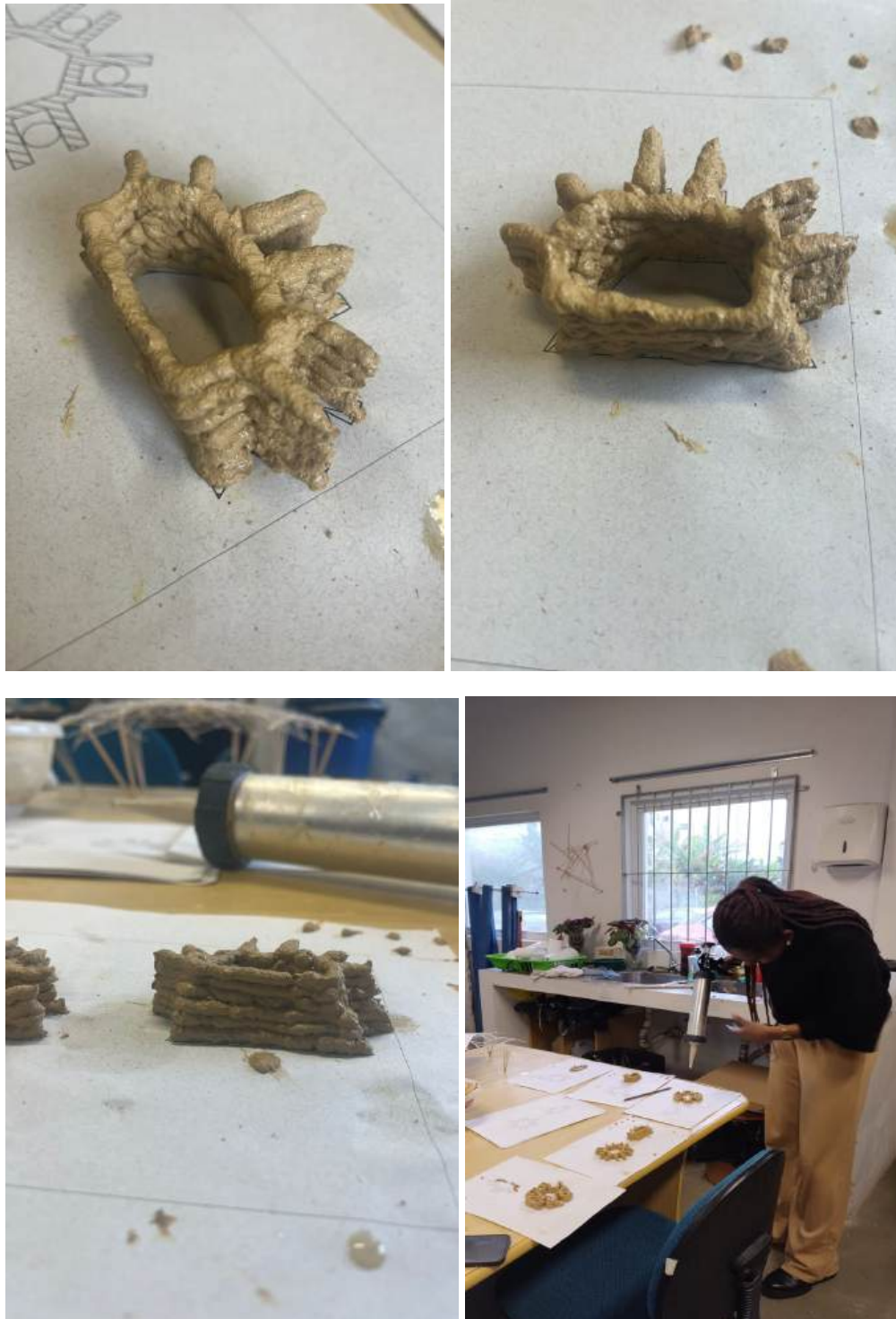
Por fim, após as dificuldades encontradas para a execução do módulo, já relatadas nas seções anteriores, foi decidido entre as três alternativas de equipamentos, a segunda opção de ferramenta (Extrusora manual), pois era a mais viável, levando em consideração que com ela a extrusão seria mais precisa, por conta da pressão do equipamento, se comparada com a primeira opção, o bico de confeitiro, que depende totalmente da pressão feita com as mãos. Além disso, a terceira opção, que provavelmente iria fornecer uma extrusão mais homogênea e com maior precisão, necessitaria da elaboração de uma superfície móvel, para dar o formato do módulo, algo que seria mais complexo, exigindo o uso de programas de automação e componentes muito específicos.

Então, selecionada a ferramenta (item 3.1.3), definida as formas (item 4.1) e com o material à base de terra produzido (item 4.2), realizou-se a produção do módulo, que não foi possível ser em escala real, pois o equipamento, agora, era de uma escala pequena. Desta forma, foi determinada a escala de 1:10 (um para dez), a qual é dez vezes menor que a real. A condição para sua definição foi que, para o módulo real está previsto uma camada de espessura de 5cm e o bico da extrusora manual era de , aproximadamente, 0,5cm, portanto, 1:10 seria a escala que mais se adequava. Foram feitas a impressão dos desenhos dos módulos em escala reduzida, no papel comum, e iniciou-se a construção dos protótipos com a extrusão da terra sobre a folha, seguindo o desenho.

Observa-se alguns desafios encontrados no processo de produção, como: a obstrução do bico da extrusora, instabilidade nas mãos para realizar a extrusão de forma padronizada , dificuldade para manter cada camada sobre a outra, sem movimentação. Além disso, os formatos dos módulos, não possibilitam uma extrusão de forma contínua, pois existem as pontas para os encaixes, que exigem a interrupção em alguns momentos do processo de extrusão, ocasionando ainda mais erros. Essa última experiência, talvez não fosse um problema, se o processo fosse realizado por um maquinário adequado (impressora 3D).

Apesar das dificuldades, o módulo pôde ser produzido, apresentando no final um objeto com um aspecto de pouca precisão e estabilidade, mas satisfatório, na visão da equipe, que deverá dar continuidade nas tentativas de novos métodos de impressão para serem aplicados ao projeto. As figuras 49 a 56 mostram os resultados finais dos protótipos e o processo de produção das duas propostas de módulo.





Figuras 51 a 53: Resultado da confecção em terra -módulo lateral.  
Fonte: Galeria da autora.

Figura 54: Processo de confecção dos módulos.  
Fonte: Galeria da autor



Figuras 55 a 58 : Resultado da confecção em terra -módulo central.  
Fonte: Galeria da autora.

Figura 59: Processo de confecção dos módulos.  
Fonte: Galeria da autor

## 5. CONCLUSÕES

A partir dos estudos e experimentações apresentados ao longo deste relatório de pesquisa, nota-se a importância da incorporação dos materiais naturais à impressão 3D, devido ao seu grande potencial para o desenvolvimento de habitações sustentáveis de forma rápida, deste modo, tornando-se uma alternativa para aplicação à arquitetura emergencial, que possui uma grande demanda atualmente, frente aos grandes desastres naturais que vem ocorrendo no mundo. No entanto, nota-se também que as pesquisas acerca dessa técnica construtiva vem sendo desenvolvida de forma mais ampla no contexto internacional, e se faz necessário mais estudos para a sua aplicação no Brasil.

A referente pesquisa, abordou a tentativa de aplicação no contexto da UFSC tendo como objeto de estudo os abrigos temporários de ATPS, permitindo compreender que é possível o sistema de impressão 3D utilizando terra na universidade, que ele pode ser aplicado aos projetos de ATPs nas comunidades locais vulneráveis, porém, evidenciando dificuldade quanto a sua incorporação aos equipamentos disponíveis, um fator que precisa ser melhor desenvolvido.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os assuntos abordados no trabalho possibilitaram a compreensão do estado da arte da impressão 3D (manufatura aditiva), suas aplicações nas diversas áreas do conhecimento, bem como a possibilidade de incorporação de materiais à base de terra nessa tecnologia, permitindo experimentações com os métodos, equipamentos e materiais no âmbito da universidade. Bem como os estudos e visitas na comunidade indígena, que permitiram uma compreensão da realidade e desafios enfrentados pela comunidade, fator importante para elaboração da proposta de abrigo e seu local de implantação. Além disso, Fica explícito a dificuldade de acesso aos equipamentos (de impressão 3D) capazes de fazer a extrusão com a terra e a necessidade de adaptações, que foi fundamental para essa pesquisa, evidenciando a importância do processo experimental nos resultados encontrados.

A pesquisa aqui apresentada fica entendida como um estudo prévio de um projeto de pesquisa maior que vem sendo desenvolvido pelos participantes do grupo de pesquisa Virtuhab para os abrigos temporários em José Boiteux, portanto, os resultados e testes aqui demonstrados poderão servir de base para possibilidades construtivas, tipologias de equipamentos e materialidade propostas futuramente.



### **Benefícios da IC e outras contribuições:**

A participação nesse projeto contribuiu de forma significativa para a minha formação acadêmica. Esse projeto, além de me conferir um entendimento sobre os assuntos de impressão 3D e materiais naturais aplicados na arquitetura, mostrou que, como arquitetos, podemos desempenhar um papel importante na elaboração de propostas e soluções habitacionais para as comunidades que necessitam. Além disso, a participação em projetos de pesquisa é muito relevante, pois permitem trocas de experiências e investigações sobre um determinado assunto que, ao final, enriquecem o nosso saber e formas de aprendizado.

Ao longo do período vigente do projeto, participei de alguns eventos, realizando apresentações orais, algo que sempre tive muita dificuldade, e desenvolvimento de artigos, por isso, vejo que a participação no projeto me auxiliou a ter mais desenvoltura, não só nas apresentações, mas na forma de pesquisar, escrita, entre outros.

Participação nos eventos: -Apresentação de artigo no XII Ensus - Encontro de Sustentabilidade em Projeto (ENSUS2024) na UFMG.

- Auxílio na equipe de Staffs - IX Simpósio de Design Sustentável realizado na UFSC com coordenação da Professora Lisiane e Paulo Ferroli.

-Apresentação do projeto - A Semana de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação SEPEX 2023 e CTC-PORTAS ABERTAS, realizados na UFSC.

Ainda, participei da elaboração dos seguintes documentos, que contribuíram para as pesquisas sobre os assuntos de impressão 3D e materiais naturais e abrigos temporários estudados até aqui, além de contribuir para o acervo do grupo de pesquisa Virtuhab:

-FILGUEIRAS, Monique de Brito; RODRIGUES, Mara Regina Pagliuso; LIBRELOTTO, Lisiane; VIDAL, Lara Marina. SOLUÇÕES PROJETUAIS UTILIZANDO A IMPRESSÃO 3D E OS MATERIAIS NATURAIS. Impact Projects, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 109-122, 11 mar. 2024. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. FIGURA <http://dx.doi.org/10.59279/impact.v3i1.2836>.

- COSTA, Susana; VIDAL, Lara Marina; FIDELIS, Eunice; MAGNAGO, Rachel; LIBRELOTTO, Lisiane. VIABILIDADE AMBIENTAL PARA OCUPAÇÃO DE ÁREA POR COMUNIDADE INDÍGENA. In: XII Ensus - Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Belo Horizonte, UFMG/UFSC, 07, 08 e 09 ago, 2024. Anais, v. 12, n. 1, p. 350-359.

-VIDAL, Lara Marina; RODRIGUES, Mara Regina Pagliuso. **Acampamento Kutupalong**. Plataforma Infrashelter. 2023. Disponível em: <https://infrashelter.paginas.ufsc.br/kutupalong/>

Agradeço à Professora Lisiane Ilha Librelotto pela oportunidade de participar deste projeto e ao CNPQ/PIBITI pelo financiamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERS, Gustavo Caminati et al. Abrigos temporários de Caráter emergencial. 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-19092007-102644/en.php>. Acesso em: 10 jun. 2024.

ANTUNES, Douglas Ladik; NUNES JUNIOR, Orivaldo. O “Caso Xokleng”: eventos históricos e conflitos ambientais territoriais na Terra Indígena IbiramaLaklãnõ. Tempo e Argumento, Florianópolis, v. 15, n. 40, e0106, dez. 2023. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/tempo/article/view/2175180315402023e0106>. Acesso em: 15. jul. 2024.

BAJPAYEE, A et.al. In situ Resource Utilization and Reconfiguration of Soils Into Construction Materials for the Additive Manufacturing of Buildings. Front Mater, [S.L], v.7, 2020. doi: 10.3389/fmats.2020.00052. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/materials/articles/10.3389/fmats.2020.00052/full>. Acesso em: 17 ago. 2024.

BASTOS, Raphael de C.S.C. Da coordenação modular à construção modular: estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/444c8403-be83-4aea-bffd-c8a5ea46450b/content>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BECA, B; IGNÁCIO, C. (2022). UM ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DA IMPRESSORA 3D NA ENGENHARIA E NA MEDICINA. RECISATEC - REVISTA CIENTÍFICA SAÚDE E TECNOLOGIA - ISSN 2763-8405, 2(1), e2170. <https://doi.org/10.53612/recisatec.v2i1.70>. Disponível em: <https://recisatec.com.br/index.php/recisatec/article/view/70/60>. Acesso em: 29 abr. 2024.

BIONE, Bruno Antonio et al. Manufatura aditiva: Um estudo da sustentabilidade direcionada aos processos de fabricação industriais. In: V CONGRESSO INTERNACIONAL DE GESTÃO E TECNOLOGIAS – V COINTER PDVGT, 5., 2021, Recife: Instituto Idv, 2021. p. 1-11. Disponível em: [https://web.archive.org/web/20220205042527id\\_/https://cointer.institutoidv.org/smart/2021/pdvg/uploads/258.pdf](https://web.archive.org/web/20220205042527id_/https://cointer.institutoidv.org/smart/2021/pdvg/uploads/258.pdf). Acesso em: 16 maio 2024.

CARBONARI, Luana Toralles. Modelo multicritério de decisão para o projeto de



acampamentos temporários planejados voltados a cenários de desastre. Tese. (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, 2021. Disponível em: [https://www.google.com/url?q=https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/220514&sa=D&source=docs&ust=1726267930861717&usg=AOvVaw34CYGfZ5GJNM\\_by62fu06d](https://www.google.com/url?q=https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/220514&sa=D&source=docs&ust=1726267930861717&usg=AOvVaw34CYGfZ5GJNM_by62fu06d). Acesso em: 11 jul. 2024.

CARBONARI, Luana Toralles et.al. Tecnologia de impressão 3D com materiais naturais: uma análise de pesquisas e aplicações voltadas ao desempenho térmico de edificações. In: XII Ensus - Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Belo Horizonte, UFMG/UFSC, 07, 08 e 09 ago, 2024. Anais, v. 12, n. 1, p. 78-88.

CARVALHO, Antonio Pedro Alves de; TAVARES, Ígor de Góes. MODULAÇÃO NO PROJETO ARQUITETÔNICO DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE: o caso dos Hospitais SARAH. [S.L]. [S.D]. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrihzY2BeRmTAQAABfz6Qt.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1727429175/RO=10/RU=https%3a%2f%2fbvsms.saude.gov.br%2fbvs%2fpublicacoes%2fmodulacao\\_hospitais\\_sarah.pdf/RK=2/RS=XGCr2nt\\_U2hgpp.oEBIwFU1YOLI](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrihzY2BeRmTAQAABfz6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1727429175/RO=10/RU=https%3a%2f%2fbvsms.saude.gov.br%2fbvs%2fpublicacoes%2fmodulacao_hospitais_sarah.pdf/RK=2/RS=XGCr2nt_U2hgpp.oEBIwFU1YOLI)-Acesso em: 22 jun. 2024.

CARVALHO, Bruno Soares de. UM MÉTODO DE ENTREGA DE PROJETO PARA CONSTRUÇÃO MODULAR BASEADO NOS PRINCÍPIOS LEAN. 202. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Bruno-Soares-De-Carvalho/publication/342637824\\_UNIVERSIDADE\\_FEDERAL\\_DO\\_PARANA/links/5efdd7eb458515505084af36/UNIVERSIDADE-FEDERAL-DO-PARANA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bruno-Soares-De-Carvalho/publication/342637824_UNIVERSIDADE_FEDERAL_DO_PARANA/links/5efdd7eb458515505084af36/UNIVERSIDADE-FEDERAL-DO-PARANA.pdf). Acesso em: 22 jun. 2024.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres. Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria Especial de Políticas Regionais, Departamento de Defesa Civil, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E INOVAÇÃO INDUSTRIAL (EMBRAPPI) (org.). Impressão 3D: Como a manufatura aditiva pode transformar a indústria. Disponível em: <https://embrappii.org.br/impressao-3d-como-a-manufatura-aditiva-pode-transformar-a-industria/>. Acesso em: 06 maio 2024.

FAGUNDES, M; SILVA, W. Cabanas Solidárias: abrigos transitórios. Vérticefib, Bauru, v. 1, n. 2, p. 1-20, 28 dez. 2022. Disponível em: <https://revistas.fibbauru.br/vertice/article/view/548>. Acesso em: 07 set. 2024

FILHO, Ítalo Lattuca. IMPRESSORA 3D E SUAS APLICAÇÕES NO MUNDO. 2015. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Paulista Unip, Limeira, 2015. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrhWRSBv9xmxRMIKTz6Qt.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1726952578/RO=10/RU=https%3a%2f%2fabandre.github.io%2ftccs%2f2015%2fTCC\\_Impressora\\_3D.pdf/RK=2/RS=sB167mIOzgsFwzSWyJAZ1x1L6D8-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrhWRSBv9xmxRMIKTz6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1726952578/RO=10/RU=https%3a%2f%2fabandre.github.io%2ftccs%2f2015%2fTCC_Impressora_3D.pdf/RK=2/RS=sB167mIOzgsFwzSWyJAZ1x1L6D8-). Acesso em: 24 abr. 2024.

GÜNDÜZ, Gamze; ÖZKAR, Mine. A process-based framework for adaptable modules in robotic clay 3D printing. *International Journal of Architectural Computing*, v. 22, n. 1, p. 45-61, 2024. Disponível em: [https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/14780771231225698?casa\\_token=R7DUH62F0l4AAAAA%3Ai1dcmkw-iLJAp6x1IiaJL3IAB9PDYrgi6WIXBSi5\\_QSLqc6mL0W8GYLlqkR4gEAmaluOcxMkYBXj](https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/14780771231225698?casa_token=R7DUH62F0l4AAAAA%3Ai1dcmkw-iLJAp6x1IiaJL3IAB9PDYrgi6WIXBSi5_QSLqc6mL0W8GYLlqkR4gEAmaluOcxMkYBXj). Acesso em: 29. jul. 2024.

INSTITUTO DE ARQUITETURA AVANÇADA DA CATALUNHA (org.). IAAC designs and constructs Spain's first 3D printed building using earth and Crane WASPD. 2022. Disponível em: <https://iaac.net/project/3dpa-prototype-2022/>. Acesso em: 06 maio 2024.

JUNQUEIRA, Mariana Garcia. 2011. Abrigo emergencial temporário. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho, Presidente Prudente. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/b7405c23-29bf-4a34-bdb9-e21d22758fb1/content>. Acesso em: 10 jun. 2024.

MAPA DE CONFLITOS. Povos indígenas Laklãnõ-Xokleng, da TI Ibirama La Klãnõ, lutam por regularização de território, contra preconceito e contra pandemia mundial da covid-19. Disponível em: <https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/povos-indigenas-laklano-xokleng-da-ti-ibirama-la-klano-lutam-por-regularizacao-de-territorio-contra-preconceito-e-contra-pandemia-mundial-da-covid-19/#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20Instituto,Jos%C3%A9%20Boiteux%20e%20Vitor%20Maireles>. Acesso em: 15. jul. 2024.

MAYA, Euvaldina Thomaz de Souza et al. Estudo de caso: transferência de tecnologia (tt) dos resíduos sólidos no uso de manufatura aditiva : impressora 3d. *Peer Review*, [S.L.], v. 6, n. 5, p. 212-232, 9 mar. 2024. União Atlântica de Pesquisadores. <http://dx.doi.org/10.53660/prw-1949-3619>. Disponível em: <https://peerw.org/index.php/journals/article/view/1949/1120>. Acesso em: 29 abr. 2024.

MEDEIROS, Carolina Santos Fernandes de. Análise sobre os avanços da tecnologia 3D e soluções para uma possível aplicabilidade na construção civil brasileira. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Brasília. 2023. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/prefix/16598>. Acesso em: 18 jun. 2024.

MORANDINI, Moisés Miranda; VECHIO, Gustavo Henrique del. IMPRESSÃO 3D, TIPOS E POSSIBILIDADES. **Revista Interface Tecnológica**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 67-77, 18 dez. 2020. Interface Tecnológica. <http://dx.doi.org/10.31510/infa.v17i2.866>. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/866/523>. Acesso em: 24 abr. 2024.

PAIVA, Thiago Neves; NOGUEIRA, Cássio Cipriano. ESTUDO COMPARATIVO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DE IMPRESSÃO 3D NO BRASIL. JNT-Facit Business And Technology Journal - ISSN: 2526-4281 QUALIS B1. Março de 2021 - Ed. Nº 24. Vol. 1. Págs. 193-212. Disponível em: <https://revistas.faculdadefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/901>. Acesso em: 08 maio. 2024.

PANEVNYK, D; IGOUZAL, M; FERRETTI, E. The Study on the Influence of the Injected Flow Swirling on the Characteristics of the Jet Pump. Journal Of Achievements In Materials And Manufacturing Engineering, [S.L.], v. 110, n. 2, p. 49-57, 1 fev. 2022. Index Copernicus. <http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0015.7041>. Disponível em: <https://journalamme.org/resources/html/article/details?id=227314&language=en>. Acesso em: 07 set. 2024.

PINTO, Ana Filipa Nunes. Cerâmica tradicional e Fabricação aditiva em cerâmica: Estudo da tradição e contemporaneidade no design cerâmico. 2022. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design de Produto e Serviços, Universidade do Minho, Braga, 2022. Disponível em: <https://www.proquest.com/docview/2890429951?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>. Acesso em: 29 abr. 2024.

PINTO, Carlos de Sousa. Curso Básico de Mecânica dos Solos. São Paulo: Copyright, 2006. Disponível em: <https://doku.pub/documents/curso-basico-mecanica-dos-solos-carlos-de-souza-pintopdf-715rv3g4g1qk>. Acesso em: 12 set. 2024.

RIBEIRO, E. R; TEIXEIRA, B. A. N.; FERNANDES, A. C. Variáveis ambientais incidentes no processo de avaliação do impacto urbano: proposta metodológica para aplicação de matrizes. **VIII Encontro Nacional da Anpur**. Porto Alegre, 1999.

SANTA CATARINA. DEFESA CIVIL. **Plano de Contingência de Operação da Barragem Norte**. Santa Catarina, 2019.

SILVA, Nathália Barreto da. O uso de impressoras 3D em construções no Brasil e no mundo. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Amazonas. 2023. Disponível em: <https://www.rii.ufam.edu.br/handle/prefix/7344>. Acesso em: 18 jun. 2024.

SOUZA, Eduardo. É possível mesclar materiais locais e impressão 3D? 2021. Archdaily Brasil. Disponível em: [https://www.archdaily.com.br/br/966251/e-possivel-mesclar-materiais-locais-e-impressao-3d?ad\\_medium=widget&ad\\_name=navigation-next](https://www.archdaily.com.br/br/966251/e-possivel-mesclar-materiais-locais-e-impressao-3d?ad_medium=widget&ad_name=navigation-next). Acesso em: 16 maio 2024.

VENTURI, T et.al. Terra-Ink: Additive Earth Manufacturing for Emergency Architecture. **SPOOL** [S. l.], v.6, n.2, p.41–46, 2019. doi: 10.7480/spool.2019.2.4373. Disponível em: <https://spool.ac/index.php/spool/article/view/132>. Acesso em: 12. set. 2024.

WASP (org). The 3d printed house Gaia. 2022. Disponível em: <https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-gaia/>. Acesso em: 07 set 2024.

WOLF, Catherine de; ÇETIN, Sultan; BOCKEN, Nancy (ed.). A Circular Built Environment in the Digital Age. [S.I]: Springer, 2024. 297 p. Disponível em: <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/86890/978-3-031-39675-5.pdf?sequence=1#page=128>. Acesso em: 07 set. 2024.

## REFERÊNCIAS DAS IMAGENS

ALECRIM, Emerson. G3DP, a impressora 3D do MIT que constrói objetos de vidro. 2015. Tecnoblog. Disponível em: <https://tecnoblog.net/noticias/mit-impressora-3d-vidro/>. Acesso em: 7 set. 2024.

ARCHDAILY. 2023. Abrigos Temporários: O mais recente de arquitetura e notícia. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/tag/abrigos-temporarios>. Acesso em: 07 set 2024.

ARCHDAILY. Tecnologia TECLA e casa impressa em argila 3D / Mario Cucinella Architects. Disponível em: <https://www.archdaily.com/960714/tecla-technology-and-clay-3d-printed-house-mario-cucinella-architects>. Acesso em: 07 set 2024.

COELHO, A; LOPES, L. Tempestade no RS deixa ao menos quatro mortos e mais de 350 desalojados. 2023. CNN BRASIL. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/tempestade-fortes-chuvas-rio-grande-do-sul-rs-mortos-desalojados/>. Acesso em: 7 set. 2024.

FESMO. SLA vs DLP | Guia para impressoras 3D de resina Formlabs. Disponível em: <https://fesmo.com.br/artigos/sla-vs-dlp-guia-para-impressoras-3d-de-resina-formlabs/>. Acesso em: 7 set. 2024.

FESSENDEN, Marissa. 3-D printed windpipe gives infant breath of life. **Nature**, [S.L.], v. 0, n. 0, p. 1-2, 28 maio 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/nature.2013.13085>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature.2013.13085>. Acesso em: 8 maio 2024.

GARCÍA-ALCAIDE, Lorena Lopez. 10 Examples of Modular architecture around the world. Disponível em: <https://www.re-thinkingthefuture.com/designing-for-typologies/a4627-10-examples-of-modular-architecture-around-the-world/>.

INSTITUTO DE ARQUITETURA AVANÇADA DA CATALUNHA (org.). IAAC designs and constructs Spain's first 3D printed building using earth and Crane WASPD. 2022. Disponível em: <https://iaac.net/project/3dpa-prototype-2022/>. Acesso em: 06 maio 2024.

LIQCREATE. Comparando propriedades de plásticos de impressão 3D FDM, SLS e resina. Disponível em: <https://www.liqcreate.com/pt/artigos-de-suporte/propriedades-fdm-sls-resina/>. Acesso em: 7 set. 2024.

MARTINELLI, Juliana. Brasil constrói sua primeira casa modelo impressa em 3D!. 2020. InovaHouse3D. Disponível em: <https://www.inovahouse3d.com.br/post/brasil-constr%C3%B3i-sua-primeira-casa-modelo-impressa-em-3d>. Acesso em: 7 set. 2024.

MOREIRA, Susana. Otimização e eficiência da construção modular em projetos de casas brasileiras. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/957199/otimizacao-e-eficiencia-da-construcao-modular-em-projetos-de-casas-brasileiras>. Acesso em: 12 set 2024.

PICK 3D PRINTER. Selective Laser Melting (SLM) 3D Printing -Simply Explained. Disponível em: <https://pick3dprinter.com/slm-3d-printing/>. Acesso em: 7 set. 2024.

TERRA AMBIENTAL. **Estudo do Componente Indígena (ECI)**. Santa Catarina, 2021.

TINO, Vicente. **Manufatura Aditiva**. [S.L]: A, 2019. Color. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/imprensa-3d/170966172>. Acesso em: 6 set. 2024.

SANTA CATARINA. DEFESA CIVIL. **Mapa de localização das aldeias, áreas de alaguel máximo e terras indígenas**. Santa Catarina, 2021.

WASP (org). Tecla. 2022. Disponível em: <https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/>. Acesso em: 07 set 2024.

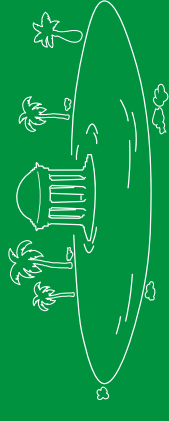


WASP (org). The 3d printed house Gaia. 2018. Disponível em:  
<https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-gaia/>. Acesso em: 07 set 2024.



**ENSUS** 2024

XII Encontro de Sustentabilidade em Projeto



# CERTIFICADO

Declaramos para os devidos fins que

**LARA MARINA VIDAL**

participou do ENSUS 2024 – XII Encontro de Sustentabilidade em Projeto, entre os dias 07 e 09 de Agosto de 2024, na Escola de Engenharia, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), num total de 24 horas.

Belo Horizonte-MG, 19 de Agosto de 2024.

  
\_\_\_\_\_

**Sofia Araújo Lima Bessa**  
Coordenação Local UFMG

  
\_\_\_\_\_

**Fernando José da Silva**  
Coordenação Local UFMG

**UFMG**



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

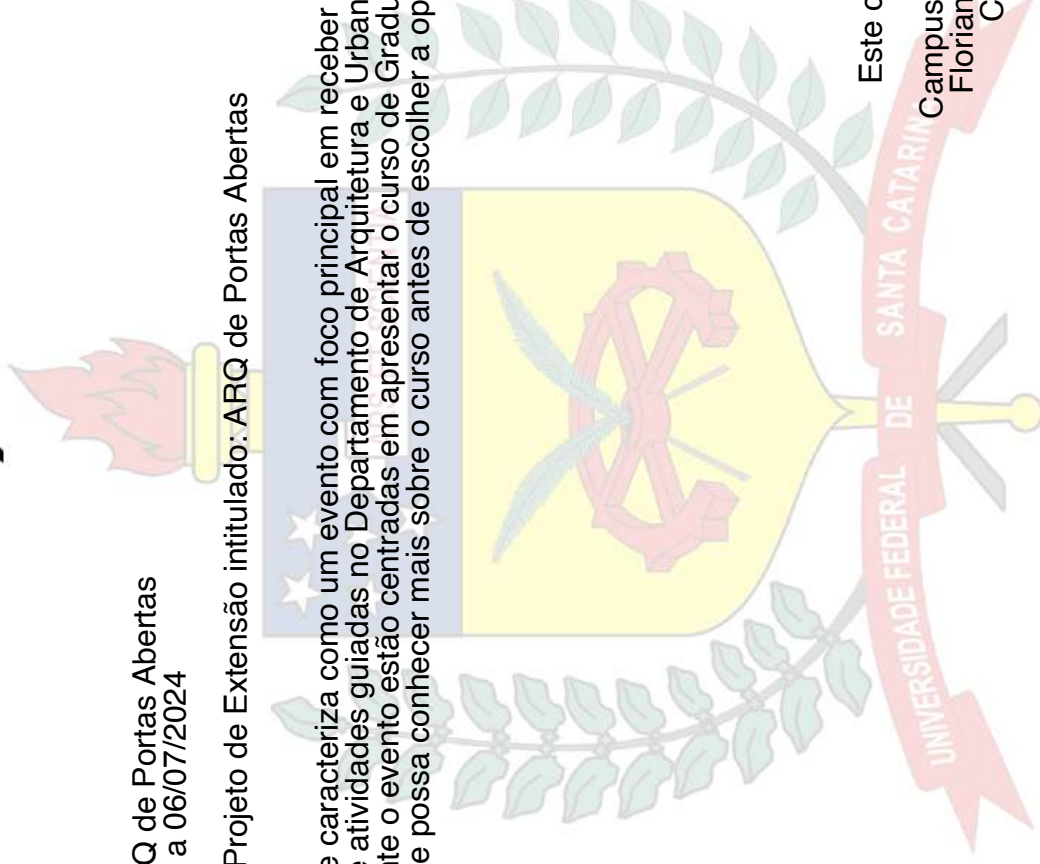
## Pró-Reitoria de Extensão

*Certificado*

Certificamos que Lara Marina Vidal  
CPF 113.273.119-41  
atuou como Apresentador do(a) ARQ de Portas Abertas  
realizado no período de 05/07/2024 a 06/07/2024  
Carga horária: 8 horas  
Esta atividade está amparada pelo Projeto de Extensão intitulado: ARQ de Portas Abertas

### TÓPICOS ABORDADOS

O evento ARQ de Portas Abertas se caracteriza como um evento com foco principal em receber estudantes de ensino médio e aberto à comunidade em geral, com visitas e atividades guiadas no Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, alinhado com o evento CTC de Portas Abertas. As atividades durante o evento estão centradas em apresentar o curso de Graduação aos estudantes de ensino médio, possível candidato ao vestibular, para que ele possa conhecer mais sobre o curso antes de escolher a opção que mais se adequa às suas expectativas.



Coordenador: Leticia Mattana  
Protocolo: 202411362

Este certificado dispensa assinatura  
UFSC - PROEX  
Campus Reitor João David Ferreira Lima  
Florianópolis - Santa Catarina - Brasil  
CNPJ: 83.899.526/0001-82