

RESI- DÊNCIA ZERO.

*um modelo de habitação
sustentável no ceará*

_2018.1

_UFC

—

RESIDÊNCIA ZERO.

*um modelo de habitação
sustentável no ceará*

_orientação:

_DANIEL RIBEIRO CARDOSO

_aluno:

_ANDRE SALES STADLER

—

RESIDÊNCIA ZERO.

*um modelo de habitação
sustentável no ceará*

_2018.1

_UFC

_banca examinadora:

_prof. dr. Daniel Ribeiro Cardoso

_prof. Bruno de Paiva Y Raviolo

_arq. Aderson Passos

_TC2

_2018.1

_UFC

Agradecimentos

Muitos foram os percalços nesse caminho trilhado.

Dúvidas e inseguranças que permeiam desde o início.

Fecha-se um ciclo que apenas iniciará mais um.

E isso só nos leva mais a frente.

Dedico este trabalho à minha família, Cristiane, Vicente e Patrícia, que nunca duvidaram das decisões que tomei.

À minha namorada, Larissa, que me apoiou em todos momentos que precisei.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado.

A todos que me influenciaram na vida pessoal e acadêmica, me fazendo cada vez mais curioso e preparado para o mundo.

SUMÁRIO

_____	1. INTRODUÇÃO	justificativa_11 objetivos_13
_____	2. PROBLEMÁTICA	a situação global e a sustentabilidade_15 a situação local e suas problemáticas_18
_____	3. REFERENCIAL	solar decathlon_29 ekó house_33 casa israel_35 tipologia vernacular em Jaguari- be_37 taipa de pilão e casas de terra_40 tucson mountain retreat_43
_____	4. METODOLOGIA	metodologia e modelo para uma habitação sustentável_47
_____	5. DESENVOLVIMENTO	estudos iniciais_57 projeto da habitação_60 sistemas e tecnologias_72
_____	6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	considerações finais_83
_____	7. BIBLIOGRAFIA	bibliografia_85
_____	ANEXOS	metodologia completa_89



CAPÍTULO 1

introdução e objetivos

1. INTRODUÇÃO

– justificativa

Os avanços da sociedade moderna tem afetado drasticamente os recursos naturais do planeta no último século. O impacto do ser humano sobre o ambiente é cada vez maior, com maior consumo de energia, matéria prima e água, mesmo com a tecnologia avançando e propondo soluções alternativas. A indústria da construção civil é responsável por uma parcela significativa do consumo de recursos naturais do planeta, além de gerarem uma produção expressiva de resíduos.

Tendo isso em vista, surge a necessidade de edificações projetadas de forma mais eficiente, visando economizar recursos, reaproveitar materiais, poupar energia e água dos seus habitantes e tendo em foco um menor impacto ambiental. É necessário atualmente atrelar de forma indissociável o conceito de sustentabilidade dentro da arquitetura. E isso parte do exercício de projeto, ainda mais em uma realidade onde mais de 80% da população vive em cidades, com terrenos cada vez mais reduzidos e consumos mais abundantes.

A partir disso, este trabalho visa projetar uma habitação unifamiliar de dimensões reduzidas no Ceará, construída de maneira sustentável em seus materiais, recursos e resíduos, que funcione de forma eficiente, tendo impacto mínimo ao meio ambiente.

- objetivos

OBJETIVO GERAL:

Propor uma metodologia para o desenvolvimento de uma habitação sustentável no Ceará e projetar uma residência adaptada ao clima e realidade local, que funcione independente de forma eficiente, que possua o menor impacto possível no meio ambiente e de maneira simples a fim de ser replicada.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Aplicar materiais e métodos locais no projeto, mesclando com novas tecnologias para atingir eficiência e sustentabilidade.
- Fazer estudos de eficiência energética por meio de simulações e dimensionar o sistema de energia solar para a edificação.
- Propor soluções para a economia de água, reuso e reaproveitamento de águas pluviais e águas cinzas.
- Desenvolver uma metodologia para que a residência possa ser replicada em outras localidades com a mesma eficiência.



CAPÍTULO 2

problemáticas globais e locais

2. PROBLEMÁTICAS

– A situação global e a sustentabilidade

A humanidade evoluiu de forma intensa nos últimos séculos. O desenvolvimento da sociedade, das cidades e da tecnologia atingiu patamares nunca antes imagináveis e o ser humano sempre acreditou ter dominado a natureza.

A busca pelo progresso, pelas inovações e pelo desenvolvimento acabou resultando em inúmeras revoluções que sempre elevaram o patamar e o controle do homem. As revoluções industriais cada vez mais incentivavam a produção e o consumo e por séculos cegou a humanidade quanto ao impacto de suas ações no meio ambiente.

Desmatamento de florestas inteiras, poluição exacerbada dos recursos e a mudança climática, tudo isso só foi notado pelo mundo no meio do século XX. A primeira ideia de que o clima estaria mudando veio com as primeiras medições dos níveis de concentração de CO₂ nas décadas de 1950 e 60 em Mauna Loa, no Havaí. Essas medições continuam as mais favoráveis e confiáveis para as concentrações de dióxido de carbono, mostrando o alarmante aumento de 18% da média anual de concentração dos anos de 1959 a 2002 (ROAF, 2009).

A partir disso diversos grupos mundiais começaram a juntar esforços para estudar e desenvolver práticas e diretrizes

para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. O processo foi iniciado no primeiro encontro do Clube de Roma em 1970, posteriormente com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em 1972 que já apontava para uma mudança inesperada no clima. Várias notáveis conferências foram realizadas com destaque para a Convenção de Viena para Proteção da Camada de Ozônio (Viena, 1985); o Protocolo de Montreal (Montreal, 1987); a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento – ECO'92 (Rio de Janeiro, 1992), Conferência das Nações Unidas (Istambul, 1996) e o Protocolo de Kyoto (1997).

Em 1987, surgiu o conceito de Desenvolvimento Sustentável, cunhado no Relatório Brundtland da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU. A definição mais usada de desenvolvimento sustentável é:

“O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais”
(Brundtland, 1987)

Novas reuniões foram realizadas, contudo a mais marcante ocorreu em 1992 no Rio de Janeiro quando acontece a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento¹ que ficou conhecida como Rio-92. Diversos documentos foram desenvolvidos pelos 108 chefes de estado presentes no evento, entre eles a Declaração do Rio que traçou 27 princípios para o desenvolvimento sustentável no mundo. Alguns destaques foram:

-Padrões de Produção: foca diminuir a produção de resíduos tóxicos como chumbo na gasolina e lixo tóxico que acabam por aumentar o efeito estufa.

-Fontes alternativas de energia: para substituir os combustíveis fósseis que são dos principais responsáveis pelas mudanças climáticas.

-Uma nova dependência dos transportes públicos: devem ser priorizados para reduzir emissões de gases estufa e evitando engarrafamentos e problemas de saúde proveniente da fumaça.

-A crescente escassez de água: um fator decisivo que surge com o clima esquentando e com o aumento populacional. (ROAF, 2009)

O principal produto da Rio-92 entretanto foi a Agenda 21, um documento focado no século XXI e que busca a continuação do desenvolvimento sustentável de forma integrada e criativa. O compromisso com o viés socioeconômico ganha uma dimensão muito importante, sendo necessário para garantir uma sustentabilidade global. Luta contra a pobreza, controle demográfico, acesso a saneamento básico, modos de consumo

1 Do original: United Nations Conference of Development and the Environment

conscientes e foco em um modelo de desenvolvimento urbano sustentável nos países em desenvolvimento, todos esses fatores são abrangidos na Agenda 21 que ainda hoje é considerada o acordo mais bem sucedido dentro dos realizados, pois determinou diversas ferramentas, diretrizes e possibilidades para o controle dos agentes destruidores do meio ambiente.

Entre as recomendações da Agenda 21 temos:

- Proteção da atmosfera
- Definição integrada do planejamento e gestão do solo
- Luta contra o desmatamento
- Gestão dos ecossistemas frágeis
- Desenvolvimento agrícola e rural sustentável
- Conservação da biodiversidade
- Proteção dos oceanos, mares e zonas costeiras
- Proteção das reservas de água doce e da qualidade de suas águas
- Gestão ecologicamente sustentável de substâncias tóxicas, resíduos perigosos, resíduos sólidos, águas residuais, e dos despejos radioativos. (GAUZIN-MÜLLER, 2006)

A Agenda 21 inclusive possui reverberações em diversas escalas, tendo possibilidades de ações globais e Agenda 21 locais que foram realizadas em diversas cidades principalmente na Europa.

Um grande desafio na busca pelo desenvolvimento sustentável são os interesses das grandes potências mundiais, muito exemplificadas pelos Estados Unidos.

Ao longo dos anos, mesmo com o grande esforço global, diversas medidas que buscavam reduzir

emissões, promover um mundo mais consciente foram barrados por interesses econômicos das nações. O lobby petrolífero americano desde a Agenda 21 é responsável por prejudicar diversas decisões em busca do meio ambiente, sendo diretamente responsável por desastres ambientais dentro do próprio país. No Protocolo de Kyoto em 1997, os EUA foram a única nação que não se comprometeu a atingir as metas de reduções de gases poluentes, mesmo com a dificuldade geral do planeta em alcançar os seus objetivos, se retirando inclusive do pacto. Recentemente o atual presidente norte-americano Donald Trump retirou o país do Acordo de Paris antes sequer do mesmo entrar em vigor, o que acontecerá apenas em 2020², enfraquecendo mais ainda o combate global contra a iminente ameaça das mudanças climáticas. O mundo está dando sinais de que está se esgotando, os recursos estão se esvaindo, a temperatura global está subindo e é necessário urgentemente mudar de forma radical o estilo de vida destrutivo do mundo.

A indústria da construção civil é uma das grandes responsáveis pelas mudanças na paisagem natural do mundo, sendo uma das que mais produzem resíduos sólidos e poluem com gases estufas em seus processos expandidos, como execução de obras, reformas, manutenções, demolições. Com isso surgem conceitos provenientes do desenvolvimento sustentável voltado para a realidade da construção. Surge aí o conceito de construção sustentável,

que dependendo do local onde implantada pode se referir a aplicação de novas tecnologias e processos para a continuidade do desenvolvimento humano em países desenvolvidos e consolidados, e em países em via de desenvolvimento passa a ser focado em igualdade social e sustentabilidade econômica. A Agenda 21 foi adaptada para a questão da construção sustentável e em 2002 foi desenvolvida a Agenda 21 para Construção Civil em Países em Desenvolvimento, tendo objetivos:

- Guiar os investimentos nacionais e internacionais em pesquisa e desenvolvimento em países em desenvolvimento;

- Estimular debates e o intercâmbio de aprendizagem em construção sustentável dentro de um mundo sustentável

2 Disponível em: < https://brasil.elpais.com/brasil/2017/06/02/internacional/1496393721_751866.html >. Acesso em 28. Nov. 2017

– A situação local e suas problemáticas

O estado do Ceará está inserido na região nordeste do Brasil, compreendido entre o litoral e o sertão no clima semi-árido. Cerca de 68% do território do Estado (cerca de 98 dos 184 municípios) têm clima tropical quente semiárido e 70% da área do Ceará é formada por rochas cristalinas impermeáveis que pioram a situação de calor. Por toda sua vasta superfície diferentes situações climáticas são verificadas, áreas com clima mais severo quase desértico são no interior do estado e regiões de clima mais ameno com maior pluviosidade na região de serra, passando do semiárido ao tropical semiúmido.

Todavia, mesmo com a aparente abundância de microclimas, certas situações são quase que unanimidade em todas cidades do estado: o calor e a falta de chuva.

O desconforto térmico pelo calor e a escassez de recursos hídricos são dos principais fatores que assolam o cearense no que tange ao clima. As altas temperaturas são uma realidade em todos meses do ano no estado.

Pela localização em torno de 4 graus de latitude sul as temperaturas e variações no clima são mínimas durante todo o ano, sendo as estações do ano quase imperceptíveis entre si, se caracterizando mais por dois momentos do ano diferentes: época de chuva e seca. Os meses de maior pluviosidade, entre fevereiro e maio, acabam sendo marcantes e decisivos para a população, que sabe que seu conforto, sustento e saúde dependerão da temporada de chuvas e da disponibilidade de água para o resto do ano. A falta de água

é um fator extremo que leva em vários anos a grandes crises, causando mortes de pessoas, animais e prejudica todo o setor produtivo agrícola e industrial.

A seca é basicamente uma figura histórica e que amedronta o cearense durante toda sua história, visto que pesquisadores apontam que a primeira seca tenha acontecido em 1603¹, coincidindo com o início da exploração do estado. Durante os séculos essa situação se repetiu constantemente, passando pela icônica seca de 1915 responsável pelo terrível acontecimento dos campos de concentração em Fortaleza². Recentemente em 2012 a seca assolou o estado e causou diversos danos a todo estado, mostrando que vários esforços ainda precisam ser feitos para mitigar os efeitos desse problema.

É importante, todavia, primeiramente delimitar o conceito de seca e quando como ela é identificada e prevista, além do que caracteriza a mesma. Segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme) a média pluviométrica do estado do Ceará é de 607,5 mm durante a quadra chuvosa, que vai de 1º de fevereiro e 31 de maio. Com as informações históricas e medições realizadas, a Funceme desenvolveu um cálculo matemático para determinar se um ano é de seca ou chuvoso. Os anos secos ocorrem quando as precipitações pluviométricas, entre fevereiro e maio, não ultrapassam 493,2 milímetros; de 493,3 a 631,2 milímetros,

1 Disponível em: < <http://hidro24horas.blogspot.com.br/2013/12/seca-no-ceara-uma-estiagem-atras-da.html#.WiXyhbQ-fOQ> >. Acesso em 28. Nov. 2017

2 Disponível em: < <https://inverta.org/jornal/edicao-imprensa/478/especial/centenario-da-seca-de-1915-no-ceara> >. Acesso em 28. Nov. 2017

temos anos normais; e acima dos 631,3 milímetros são estações acima da média (anos chuvosos).

Uma das grandes obras realizadas no estado para amenizar os efeitos da seca e garantir água para a população foi a construção do açude do Castanhão concluída em 2003. O maior açude

do estado e maior açude para múltiplos usos da América Latina³, localizado na região do Vale do Jaguaribe possui capacidade de 6.700.000.000 m³ (seis bilhões e setecentos mil) o que equivale a 37% da capacidade de todos açudes do estado, porém devido às severas secas, no ano de 2017 atingiu o volume morto⁴, colocando em risco o abastecimento. Abastecido pelo rio Jaguaribe o açude é o principal corpo hídrico do estado, e tem uma relação muito próxima com as cidades também presentes na região do vale do Jaguaribe.

Assim, uma das cidades que tem uma relação muito próxima e própria com a água é Jaguaribe, desenvolvida ao longo do curso do rio homônimo. O município de 36.493 habitantes se desenvolveu as margens do rio e é extremamente dependente da água na sua economia

3 Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br/barragens/castanhao/castanhao.html>>. Acesso em 28. Nov. 2017

4 Disponível em: <<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/com-33-da-capacidade-acude-castanhao-atinge-volume-morto.ghtml>>. Acesso em 28. Nov. 2017



figura 1: situação atual Açude Castanhão.

Fonte: autor

e no âmbito social. Com um eixo de desenvolvimento ao longo do rio a cidade cresce em número de habitantes e em economia, sendo um importante polo na região central do estado.

O seu clima é peculiar por ter essa próxima relação com um corpo hídrico tão importante, o rio Jaguaribe. Suas temperaturas médias mensais variam de 25,5 a 30 graus celsius, com máximas que batem os 40 graus. A precipitação mensal varia bastante. Nos 5 primeiros meses do ano a precipitação varia de 100 até quase 300mm no seu pico em Abril. Todavia no restante do ano a precipitação é quase que nula, com chuvas esparsas totalizando médias de no máximo 50mm em dezembro. Devido a esses fatores, a ferramenta ProjetEEE (UFSC, 2017) mostra que a cidade passa em média 61% do ano em desconforto por calor e 39% em conforto térmico, chegando ao ápice de 88% do Outono em desconforto térmico, o que coincide com a quadra chuvosa no estado. Essa situação de predominância do



figura 2: Localização de Jaguaribe no mapa do Ceará. Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e6/Ceara_Municip_Jaguaribe.svg

desconforto por calor aliado aos picos de altas temperaturas fazem com que Estratégias Bioclimáticas adequadas

devam ser preferencialmente aplicadas nas construções da região. Ventilação Natural, Sombreamento e Resfriamento Evaporativo são estratégias que sendo aplicadas são benéficas para amenizar o desconforto térmico. Os arquivos climáticos adotados pela plataforma são os arquivos climáticos INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) 2016.

Jaguaribe se insere dentro da realidade de Planos de Desenvolvimento Urbano em vários municípios do estado. Portanto



figura 3: Urbanização de uma via em Jaguaribe, com área de lazer e ciclofaixa.

Fonte: autor

é parte de suas proposições de legislação a elaboração dos vários documentos que as proposições e diretrizes tenham o intuito de atingir um desenvolvimento sustentável.

Sua conceituação é toda baseada em conceitos de desenvolvimento sustentável, tendo seu plano diretor visando:

- I. o desenvolvimento ordenado das funções sociais do Município;
- II. o uso socialmente justo e ecologicamente equilibrado do território do Município;
- III. assegurar o bem estar aos munícipes;



figura 4: Estátua de Nossa Senhora das Candeias em meio ao Rio Jaguaribe.
Fonte: autor

para a implantação de um modelo de residências sustentáveis no Ceará. Os desafios apresentados pelo clima, pela água e pela busca do conforto ambiental são os motivadores para um projeto de características inovadoras e acessíveis para serem replicados.

IV. racionalizar o custo de operacionalização da Cidade de Jaguaribe e localidades urbanas⁵.

Tendo isso em vista, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano posiciona Jaguaribe como um grande polo de potencialidades para projetos que focam o desenvolvimento sustentável. Sua posição de interesse para toda a região do Jaguaribe e conseqüentemente para todo o estado, devido a importância desses recursos hídricos, faz com que a cidade seja uma localidade perfeita

⁵ Disponível em: < http://conteudo.ceara.gov.br/content/aplicacao/SDLR-PD-DU/_includes/PDFs/jaguaribe_2-LeideDiretrizes.pdf >. Acesso em 28. Nov. 2017

Condições de Conforto anuais em Jaguaribe

Visualizando estratégias bioclimáticas para
Jaguaribe/CE
 ALTERAR CIDADE
 LIMPAR

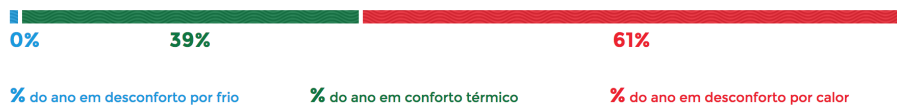
ANALISE SEU PROJETO POR:

ESTAÇÃO DO ANO
 todas

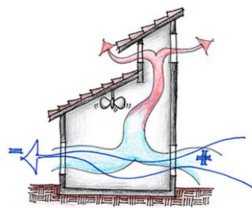
HORÁRIO
 todos

FILTRAR

CONDIÇÕES DE CONFORTO



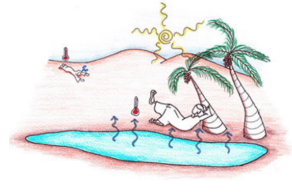
ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS



VENTILAÇÃO NATURAL



SOMBREAMENTO



RESFRIAMENTO EVAPORATIVO

CONHEÇA AS OUTRAS ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS

INÉRCIA TÉRMICA PARA RESFRIAMENTO **14%** de aplicabilidade

RESFRIAMENTO EVAPORATIVO + INÉRCIA TÉRMICA PARA RESFRIAMENTO **13%** de aplicabilidade

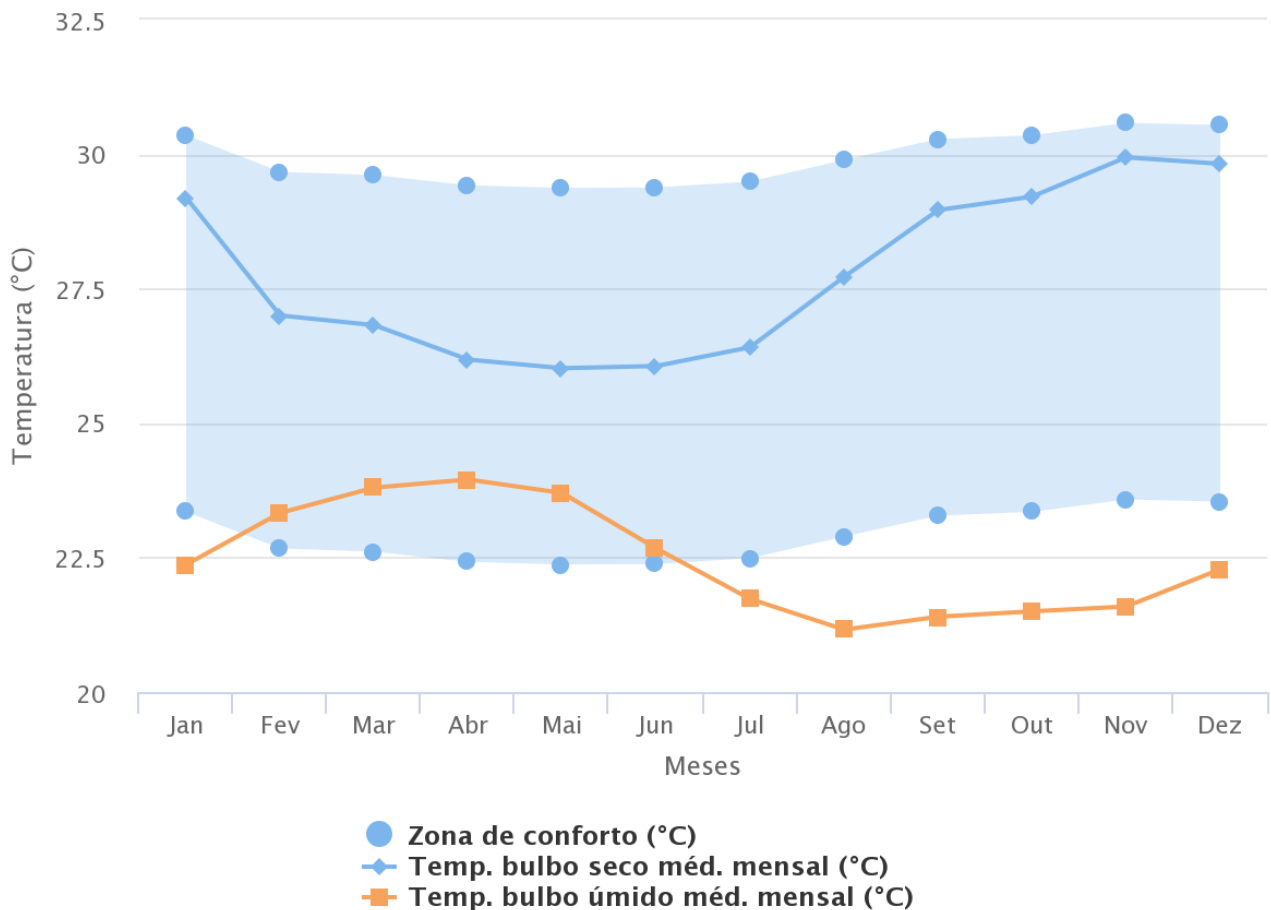
VENTILAÇÃO NATURAL + INÉRCIA TÉRMICA PARA RESFRIAMENTO **4%** de aplicabilidade

RESFRIAMENTO EVAPORATIVO + INÉRCIA TÉRMICA RESFRIAMENTO + VENTILAÇÃO NATURAL **3%** de aplicabilidade

Gráfico 1: Condições de conforto térmico médio para a cidade de Jaguaribe durante o ano e as estratégias bioclimáticas aplicáveis frente a essa situação Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/> nibh lacinia dignissim.

Temperaturas médias anuais registradas em Jaguaribe

Gráfico das temperaturas



Highcharts.com

_2018.1

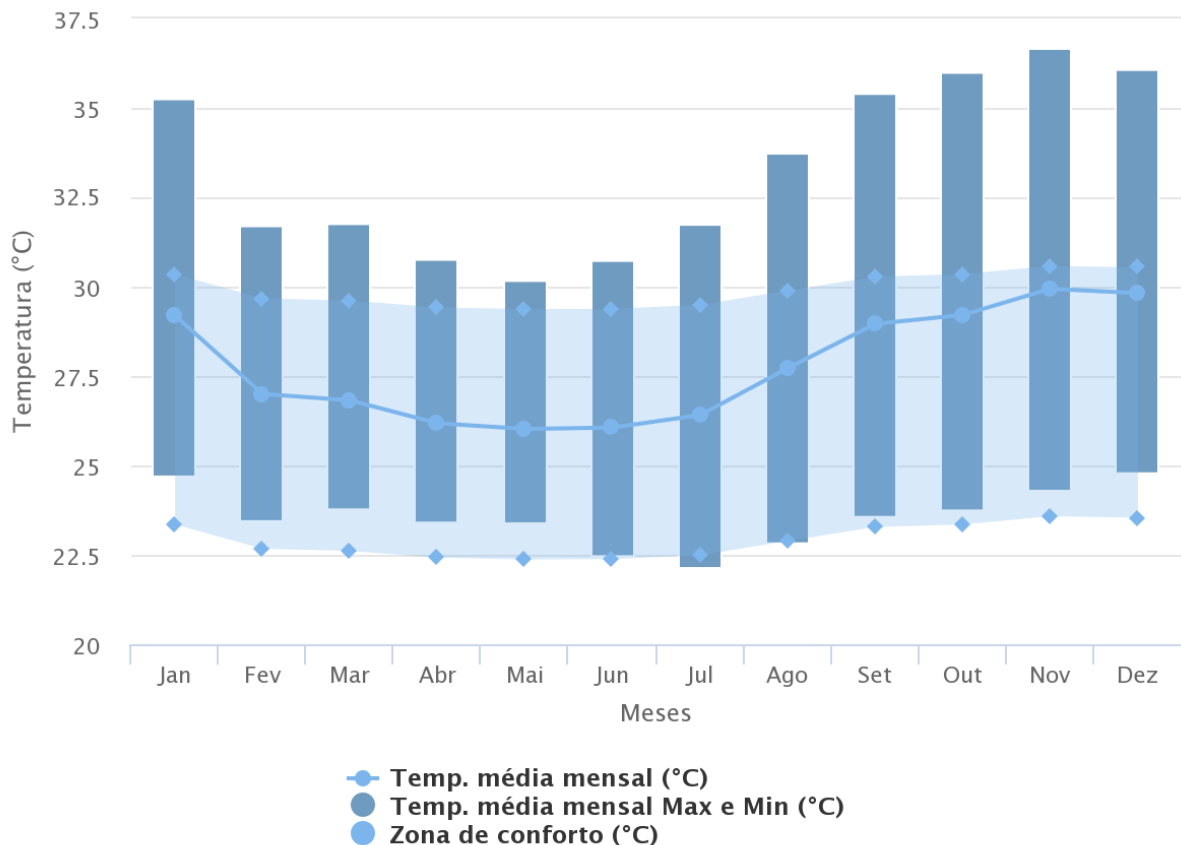
_UFC

Gráfico 2: As temperaturas médias observadas em bulbo seco mostram altas médias mensais durante o ano, variando de 26,02 em Maio a 29,94 graus Celsius em Novembro. As temperaturas médias de bulbo úmido variam de acordo com os meses chuvosos ou de seca, atingindo maiores valores entre Fevereiro e Maio, o que indica maior presença de umidade. A temperatura de bulbo úmido é a temperatura mais baixa que pode ser

alcançada apenas pela evaporação da água. Quanto menor a umidade relativa do ar, maior o resfriamento. Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/>

Relação entre as máximas e mínimas e conforto térmico

Gráfico de temperatura e zona de conforto



_2018.1

_UFC

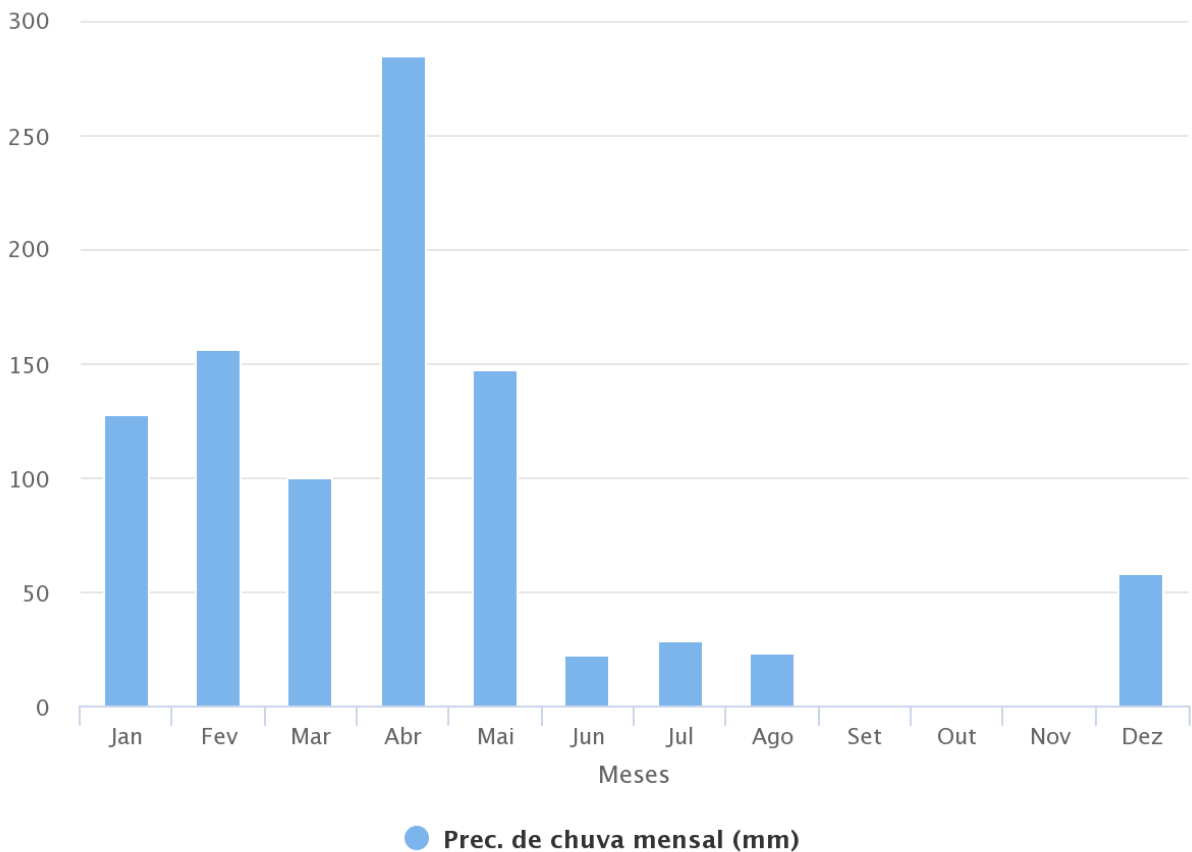
Highcharts.com

Gráfico 3: Zonas de Conforto em relação com as temperaturas médias. As máximas e mínimas na cidade são bastante discrepantes, visto a sua localização no semi árido no Vale do Jaguaribe. Segundo a ASHRAE 55 de 2013, conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Dessa forma, a abordagem adaptativa considera fatores físicos e psicológicos que interagem na percepção térmica. Nesse âmbito as temperaturas de conforto variam 7 graus celsius a cada mês do ano, sendo a

menor delas em Julho, 22,49 graus e a máxima 30,58 graus celsius. Todavia, as altas temperaturas registradas, com máximas médias em um pico de 36,65 graus celsius em Novembro, são o que mais resultam em desconforto térmico. Isso tudo é acentuado em anos onde a seca predomina, propiciando mais tempo em desconforto térmico. Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/>

Variação mensal da precipitação média

Gráfico de Chuva

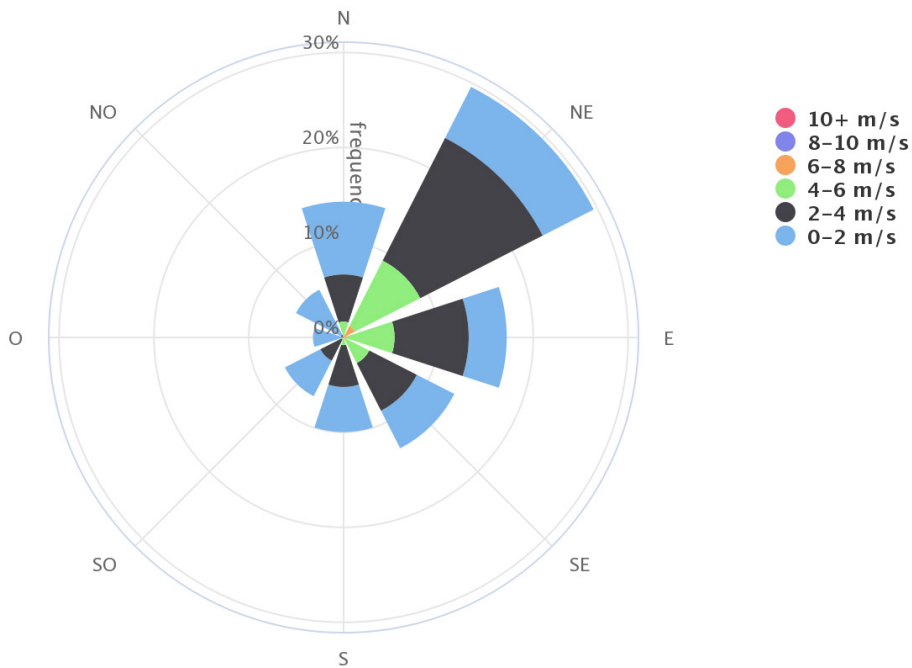


Highcharts.com

Gráfico 4: Gráfico de Chuva mostrando a precipitação média ao longo do ano na cidade de Jaguaribe, variando de meses de completa seca entre Setembro e Novembro e um ápice de 285mm durante Abril. Esses dados são extremamente relevantes para se prever consumos de água, economia, reutilização e o potencial de captação da água pluvial para serviços que não necessitam de água potável. Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/>

Rosa dos Ventos da direção dos ventos em Jaguaribe

Gráfico Rosa dos Ventos



Highcharts.com

_2018.1

_UFCE

Gráfico 5: Rosa dos Ventos indicando o comportamento do vento registrado durante o tempo. Essas medições incluem velocidade do vento, direção e frequência. Na cidade de Jaguaribe o vento está em seu maior volume e velocidade proveniente de Nordeste e em menor quantidade a Leste. Com esses dados podem se prever também as direção das chuvas e somado a direção do vento podem ser previstos beirais, varandas e aberturas de acordo com o que é melhor para oferecer condições bioclimáticas favoráveis. Fonte: <http://projeteee.mma.gov.br/>



CAPÍTULO 3

*referencial teórico e
programático*

3. REFERENCIAL

– Solar Decathlon

Bienalmente acontece o Solar Decathlon, concurso promovido pelo Departamento Americano de Energia que desafia times de estudantes a construírem casas movidas a energia solar. A competição possui 10 desafios a serem realizados para chegar em uma excelência de design e sustentabilidade.

O vencedor da competição é a equipe que melhor soluciona desafios de eficiência energética e hídrica, enquanto garante uma habitação que possua potencial de aplicabilidade no mercado e que seja inovador em todos seus aspectos.

A competição é focada em promover uma experiência de mundo real para os estudantes no quesito de sustentabilidade, aplicando diversos conceitos desenvolvidos nas universidades em ambientes reais controlados. As tecnologias e soluções utilizadas são o que há de mais desenvolvido nas universidades americanas e do mundo todo, sendo desde 2002, ano da primeira edição, uma força para promover as edificações sustentáveis no mundo. Após a primeira edição, o evento se repetiu em 2005 e posteriormente seguiu acontecendo a cada dois anos nos Estados Unidos. Além disso, competições na Europa, China, América Latina e Oriente Médio também aconteceram em diversos anos e em cidades diferentes, cada uma delas com participantes

provenientes das mais diversas universidades do mundo.

Como competição, objetivos do Solar Decathlon são:

- Prover aos estudantes participantes um treinamento único que os prepare para trabalhar com energias limpas
- Educar estudantes e o público sobre as últimas tecnologias e materiais no que tange ao design energeticamente eficiente, soluções de smart homes, medidas de preservação de água, veículos elétricos e edificações sustentáveis.
- Demonstrar para o público o conforto e economia de residências que unam construções energeticamente eficientes, design, e equipamentos para produção local de energia renovável.

As equipes participantes, provenientes de diversas universidades do mundo, desenvolvem por cerca de dois anos os projetos e transportam-no para a cidade onde a exposição será feita. A competição é aberta ao público que pode entrar e interagir com todas as casas das equipes durante algumas semanas, período em que as edificações são avaliadas em todos 10 aspectos.



figura 5: Exposição do Solar Decathlon 2014 na França. Fonte: <http://www.solardecathlon2014.fr/>

todo o ano, com cliente a critério da equipe. É julgado também o custo da edificação e a sua construtibilidade.

-Engenharia

A engenharia do projeto também é levada em consideração, sendo analisada

o tipo de solução construtiva utilizada e a partir daí, seu desenho, eficiência e performance da abordagem escolhida.

Competição

Como o nome sugere, o “Decatlo Solar” é composto de 10 provas ou tarefas que todos os participantes devem se ater em atingir parâmetros de excelência, pois seu resultado será baseado nesses atributos.

As equipes são julgadas nas seguintes provas ou atributos:

– Arquitetura

As equipes devem desenvolver edificações com conceitos e design atrativos, implementando as tecnologias e produção de energia solar dentro do seu projeto. Serão julgados o conceito e design aplicados, a implantação e inovação, e a documentação do projeto.

– Potencial de Mercado

Nesse aspecto a residência deve se adequar ao mercado, sendo uma habitação unifamiliar ocupada durante

– Comunicação

As equipes precisam desenvolver estratégias para atrair visitantes e a comunidade local para visitar seus projetos, além de no local de exposição garantir a visibilidade e atratividade da sua construção.

- Inovação

Um dos princípios do concurso é promover a inovação e soluções diferenciadas. Sendo assim, é levado em consideração a pesquisa realizada, soluções de sustentabilidade, inovação, além da durabilidade do projeto e segurança.

– Água

Critério presente no concurso a partir do ano de 2017, os projetos necessitam ter uma preocupação especial com os recursos hídricos. Economia de água, coleta e reuso de água e aplicação de paisagismo serão pontos a serem analisados.

– Saúde e Conforto

Durante o período de exposição dos projetos as edificações passam por medições técnicas para garantir a saúde do ambiente e o conforto. São medidos temperatura, umidade, qualidade do ar interior e estanquidade do ar.

– Equipamentos

Pra garantir uma construção adequada, eficiência energética e uma vida adequada, as residências são equipadas com diversos equipamentos básicos de uma casa. Com isso seu uso e eficiência são medidos diariamente no período de exposição. Os equipamentos são: geladeira, freezer, maquina de lavar e secar, fogão e chuveiros elétricos.

–Vida Doméstica

Para simular o dia a dia em uma residência, durante o período de exposição, os times devem realizar ações que sejam naturais do dia a dia. São realizados jantares, luzes e televisões devem estar ligadas e além disso a equipe precisa dirigir um carro elétrico.

–Energia

Todos projetos da competição devem possuir produção de energia solar. Com isso todos os projetos devem buscar a situação de net zero, onde o consumo de energia proveniente da rede elétrica pública é menor do que a produção por meio de painéis solares, fazendo com que a residência devolva energia para a rede. Nesse quesito o foco é a produção excedente de energia, buscando uma diferença entre o consumo e produção.

Outros termos referentes ao concurso são pré-determinados e apresentam diretrizes projetuais para a criação de todas casas presentes nas edições do concurso.

Referente a edição do Solar Decathlon de 2017, em seu edital na regra número 6 referente a casa, determina que a estrutura precisa ter uma metragem entre 55,742m² e 92,903m²¹. Determina-se também que 250.84m² é a metragem construída máxima, incluindo varandas, pérgolas, rampas e painéis fotovoltaicos.

Determina-se também que os participantes devem estabelecer o cliente alvo da sua residência e que tipo de cliente ele deve ser, sendo essa a sua residência primária. O plano de necessidades deve ser decidido em função do cliente, não sendo relevante o número de quartos e banheiros e sim os materiais e soluções apresentadas.

Para a finalidade desse trabalho apenas parte das determinações da edição de 2017 do Solar Decathlon serão utilizadas como diretrizes projetuais. As determinações de dimensões e área construída serão seguidas, limitando a planta e a área total ao determinado previamente.

Além disso, para fins de análise e aplicações de soluções, visto a realidade do projeto desenvolvido, 7 das 10 competições do concurso serão levadas em consideração. No presente trabalho, em seu desenvolvimento será focado nos seguintes pontos:

1 <https://www.solardecathlon.gov/2017/assets/pdfs/sd2017-rules.pdf>

2 Do original, em pés: 600 ft² (55,742m²), 1000 ft² (92,903m²) e 2700 ft²(250,84m²)

Arquitetura – Conceito e design, implantação e documentação.

Potencial de Mercado – Capacidade de se adaptar ao mercado, custo e construtibilidade.

Engenharia – Tipo de solução utilizada, desenho, eficiência e performance.

Inovação – Pesquisa, sustentabilidade, inovação e durabilidade da residência.

Água – Economia de água, coleta e reuso de água.

Saúde e Conforto – Manutenção da temperatura e troca de ar/ventilação.

Energia – Produção de energia, economia e eficiência energética e busca do net zero, produção de energia maior do que o consumo.

Os demais pontos do concurso serão deixados de lado visto que referem-se a uma situação ideal de uma habitação construída e habitada. Tornaria-se portanto inviável o desenvolvimento de uma estratégia de comunicação e propaganda sobre a residência, visto que ela não vai ser realizada no terreno onde a competição se desenvolve. Além disso, fatores como os utensílios domésticos, seus consumos e relevâncias são basicamente incompatíveis e muitas vezes inexistentes na realidade local. Por fim as atividades referentes a vida doméstica não podem ser simuladas nem emuladas visto que referem-se a percepção humana que habitar a residência durante o curso da exposição no seu local sede.

– Ekó House / Team Brasil

A equipe denominada Team Brasil, coordenada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade de São Paulo (USP), com apoio de Unicamp, UFRJ, UFRN e IFSC foi a responsável pela única participação do Brasil na história do Solar Decathlon. Desenvolvida desde 2010, a Ekó House busca inspiração na diversidade da cultura brasileira e sua riqueza sendo isso o grande conceito base do projeto. Ekó do Tupi-Guarani significa “viver” ou “modo de viver”¹. A equipe formada por estudantes e professores de diversas áreas do conhecimento (Arquitetura, Engenharias Civil, Mecânica, Elétrica, Sanitária, Ambiental, Automação e Design) participou da edição Europeia do concurso no ano de 2012 competindo com outras 20 equipes de diversos países em Madrid.

Com um foco na sustentabilidade humana, a Ekó House usa tecnologias e materiais voltados em impactar uma sociedade mais sustentável, mesclando soluções locais com tecnologia de alto desempenho. Pensando na sustentabilidade com os três pilares do desenvolvimento sustentável (social, econômico e

1 <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/42/876-usp-desenvolve-qeko-house-q-a-casa-sustentavel.html>

cultural), a casa aplica de materiais e metodologias simples, pré-fabricados e de fácil mão de obra, reduzindo custo e tempo. O revestimento da casa é de painéis de OSB² revestidos de lã de vidro para isolamento. Para continuar o isolamento da residência, ela utiliza vidros duplos nas janelas e portas e possui esquadrias com baixa transmissão de calor.

A residência possui ambientes projetados para serem flexíveis, totalizando aproximadamente 47 metros quadrados.

2 Oriented Strand Board, Painel de Tiras de Madeira Orientada.

figura 6: Fachada Ekó House Fonte:<https://www.archdaily.com.br/br/01-71342/eko-house-a-casa-brasileira-no-solar-decathlon-team-brasil/>



A área social ou íntima pode ser flexibilizada com móveis e persianas, segundo Bruna Mayer de Souza, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A equipe buscou fazer a casa conectada com a natureza, utilizando processos que integrassem ao máximo a intervenção humana ao natural. Águas pluviais são coletadas para reuso e banheiros secos são utilizados, usando um sistema de plantas macrófitas para tratar o esgoto. O processo conhecido como wetlands as plantas filtram e eliminam a matéria orgânica da água. Esse sistema é providencial para a economia de água potável e propicia um tratamento de esgoto separado da rede pública, o que é uma inovação para a infraestrutura de saneamento básico como a brasileira. Além disso com sistemas de automatização a casa se ajusta ao tempo do ambiente, ajustando aberturas, prevendo horários para atividades domésticas entre outros.



figura 7: Fachada Ekó House Fonte:<https://www.archdaily.com.br/br/01-71342/eko-house-a-casa-brasileira-no-solar-decathlon-team-brasil/>

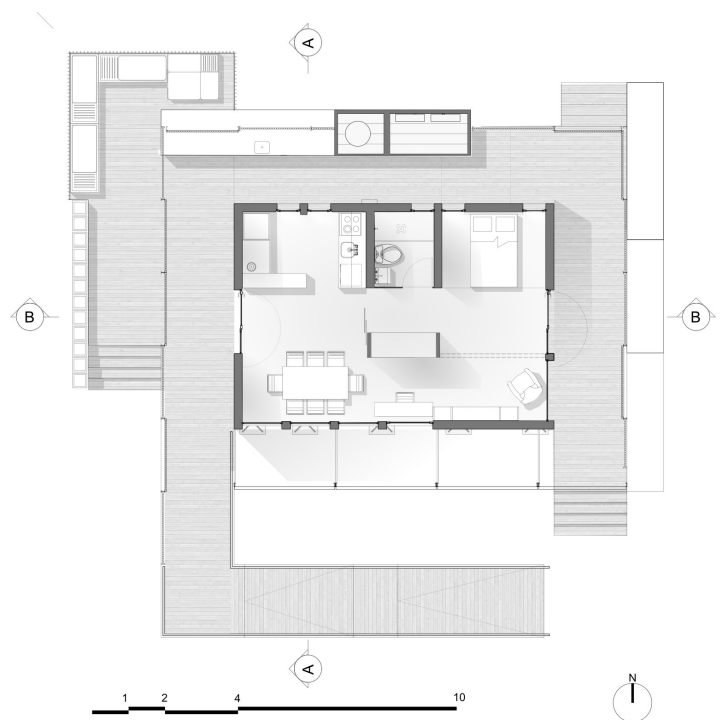


figura 8: Planta Baixa Ekó House Fonte:<https://www.archdaily.com.br/br/01-71342/eko-house-a-casa-brasileira-no-solar-decathlon-team-brasil/>



figura 9: Corte Ekó House Fonte:<https://www.archdaily.com.br/br/01-71342/eko-house-a-casa-brasileira-no-solar-decathlon-team-brasil/>

– Casa Israel Solar Decathlon 2013

A casa israelense para a edição chinesa do Solar Decathlon em 2013 foi a primeira de seu país e apresentou uma residência inspirada na tradição milenar mediterrânea da casa de 4 cômodos israelita. A construção se desenvolve ao redor de um pátio que serve como ligação entre todos ambientes, passagem entre o público e o privado, e se desdobra como espaço de congregação e para desenvolvimento de agricultura doméstica.

A residência possui em torno de 70 m² e foi desenvolvida pensando em um casal aposentado cujos filhos já saíram de casa. Portanto, eles não precisam de uma casa de grandes dimensões e precisam de uma residência que os ofereça o máximo de conforto possível. O acesso é completamente acessível e a habitação possui 3 ambientes principais, a cozinha/sala de estar, banheiro e quarto. E todos esses espaços se ligam ao pátio vivo externo que é o coração da casa.

Foram utilizados materiais de fácil construção, recicláveis e dinâmicos. A estrutura é toda de steel frame que possibilita uma montagem da residência completa em 2 a 3 semanas. O uso desse tipo de solução também propicia um canteiro de obras limpo e sem desperdício, já que cada peça é já pré-fabricada nas dimensões necessárias para serem construídas. O envelope da residência é de placas de gesso com lã de vidro para vedação, o piso utiliza painéis de fibrocimento e o interior é de madeira de bambu certificada.

A parte técnica da casa é extremamente bem explorada, com um teto inclinado para aumentar a eficácia da captação das placas fotovoltaicos e dos painéis solares para água quente. O espaço de instalações é todo posicionado em um setor menos privilegiado da construção e organiza bem a setorização do ambiente. As paredes e painéis de Muxarabi

_2018.1

_UFC



figura 10: Casa Israel Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-134213/solar-decathlon-china-2013-equipe-de-israel-apresenta-casa-solar-inspirada-em-antigas-tradicoes-construtivas>



ajudam no controle passivo da temperatura, mantendo o ambiente aquecido durante o inverno e evitando a entrada do calor durante os verões severos.

É notável a preocupação da residência em aliar todos elementos pra proporcionar um projeto que atinja os máximos níveis de conforto e também atinja o foco de net zero.

Diversos equipamentos de automação e controle da energia, iluminação e afins estão presentes na casa, facilitando o dia a dia do morador que é levado sempre a agir de acordo com o melhor pra sua habitação.

figura 11: Interior Casa Israel Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-134213/solar-decathlon-china-2013-equipe-de-israel-apresenta-casa-solar-inspirada-em-antigas-tradicoes-construtivas>



figura 12: Planta Casa Israel Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-134213/solar-decathlon-china-2013-equipe-de-israel-apresenta-casa-solar-inspirada-em-antigas-tradicoes-construtivas>

– **Arquitetura tipológica em Jaguaribe**

A arquitetura vernacular cearense se apresenta de maneiras diferentes ao redor do território do estado e das épocas de suas construções. As casas de fazenda em cidades como Icó e Icapuí são grandes exemplos de tipologias tradicionais de suas regiões e demonstram a organização existente de famílias tradicionais nessa época. Passando por outras regiões verificamos padrões de construções bem simples, muitas vezes com casas de pau a pique ou taipa de sopapo. Essas construções são um reflexo de elementos próprios da região e que aliado a técnica rudimentar a disposição são a síntese de uma habitação na sua mais pura forma.

Como aponta SPILLER (2017), podem-se destacar algumas características de uma arquitetura vernacular:

- Simplicidade formal;
- Características formais e funcionais semelhantes entre as edificações de uma população;
- Características plásticas definidas pelos materiais empregados;
- Forma de construir comum entre um povo;
- Tecnologia construtiva transmitida informalmente de geração em geração;
- Materiais encontrados na natureza;
- Arquitetura adaptada ao meio ambiente onde está inserida.

figura 13: Fachada Residências em Jaguaribe via Street View <https://www.google.com.br/maps/@-5.8798326,-38.6198411,3a,75y,30.2h,81.73t/>



RESIDÊNCIA ZERO — REFERENCIAL

Essas características são essenciais na busca da identificação e apropriação da realidade local em cada região cearense. Na realidade de Jaguaribe é possível identificar uma tipologia de construção muito característica que se espalha por alguns bairros da cidade, em meio a uma arquitetura sem características definidas que são visíveis em todas as cidades por meio de construções sem presença de arquiteto. São elementos bastante característicos que provêm de uma arquitetura que pode ser considerada vernacular, visto que existem formas comuns, características plásticas, adaptação ao ambiente e forma de edificações semelhantes e populares.

Analisando de forma mais profunda podemos listar as características que identificam essa arquitetura como algo uniforme e característico da região. Em Jaguaribe vemos diversas ruas com habitações de cunho popular consistindo de casas geminadas com suas frentes para a via.

Essas casas são térreas, possuem fachada simples e mínima com águas simples em cada uma de suas metades. A aparência é de uma habitação única com cobertura em duas águas, todavia é identificável que se tratam de casas geminadas por cada uma possuir revestimentos diferentes em sua fachada. Pinturas coloridas e por vezes azulejos são o que dão a característica individual de cada habitação, deixando claro que são duas residências diferentes em cada lado. Algumas casas possuem pintura diferenciada até a altura do parapeito da janela.

Por vezes essas habitações possuem platibanda escondendo o telhado, em casos cobrindo apenas uma metade da fachada geminada, o padrão entretanto é a cobertura a mostra. A entrada da casa é caracterizada por uma porta simples em sua extremidade, acessada por um pequeno degrau e uma janela de pequenas dimensões logo ao seu lado. As portas em muitas residências são divididas a altura do parapeito da janela, podendo ser abertas funcionando como uma nova janela para ventilação da casa, herança de um tempo e local onde preocupação com segurança não é a máxima para uma edificação. Por vezes na lateral de cada casa existem corredores, normalmente fechados por portões metálicos simples, que ligam a rua aos fundos da casa. Esse acesso é privado para apenas uma das casas vizinhas e liga ao pátio dos fundos onde usos diversos são vistos, com construções além da casa principal ou apenas um espaço livre. Essas construções estão presentes em vários bairros e são bem características de áreas ocupada por classes mais humildes da cidade. É interessante notar que com o desenvolvimento da cidade essa tipologia bem afirmada sofre algumas modificações em certos momentos. Como exemplo podemos ver casas com as duas habitações geminadas virando uma só residência, criando espaço para uma garagem ou apenas aumento da área de cômodos, ou casas onde não vemos a cobertura, com toda ela fechada por platibanda, todavia mantendo o restante dos elementos e momentos onde a tipologia aparece em uma habitação única, por vezes em esquina, com apenas metade da tipologia geminada.

Zonas de presença da tipologia Jaguaribana



_2018.1

_UFC

Mapa 1: Regiões onde são encontradas de forma constante a tipologia arquitetônica apresentada. São áreas periféricas na cidade e que possuem uma densidade grande de residências, visto que não há quase espaçamento entre as casas.

Fonte: Google Earth. Alterações do autor.

- Taipa de pilão e casas de terra

-História da aplicação da taipa no mundo, no Brasil e no Ceará

A taipa é o uso de terra crua na construção e é uma das principais metodologias construtivas aplicadas no mundo desde tempos imemoriais. Era usado na construção de forma geral, desde paredes até grandes obras como a Muralha da China (FERNANDES, 2013). Acredita-se que seja usada desde 5000 a.C na China, se expandindo para o mundo todo com o tempo. Até hoje, 40% da população mundial vive em casas feitas de taipa.

A cultura islâmica também é uma das grandes responsáveis por utilizar essa técnica e espalha-la pelo mundo. Grandes cidades foram inteiramente construídas com taipa de pilão e resistem até hoje. A técnica era muito utilizada para fortificações em diversas localidades pela rigidez de suas paredes, por ser um isolante térmico e o material ser incombustível. Na região do Algarve

isso fica muito evidente pela influência dos Mouros, onde muitas construções de taipa de pilão são vistas por essa influência. Após difundida em Portugal, a técnica chegou ao Brasil durante os tempos coloniais e foi muito utilizada principalmente na região sudeste. Acredita-se entretanto que os índios nativos e os africanos trazidos como escravos já dominavam a taipa de pilão e pau-a-pique (VERALDO, 2011). Com o advento da revolução industrial no século XIX, novos métodos de manufaturar matérias primas foram desenvolvidos, tornando mais simples o processo construtivo, ficando assim, relegado o papel da taipa em várias regiões.

Todavia esse processo ainda ficou muito presente em países em desenvolvimento, pela caráter rudimentar de sua técnica e a facilidade de assimilação a qualquer região. Com materiais retirados da própria terra de áreas de sua vizinhança

_2018.1

_UFC



figura 14: A Grande Muralha da China que foi construída grandes porções com taipa. Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/wp-content/uploads/2018/01/Muralha-da-China.jpg>

esse método ficou muito popular no Ceará. É muito visível ainda hoje construções de taipa de mão, o pau-a-pique, em casas do interior do estado principalmente. O método é bastante durável e simples de ser realizado, portanto é muito comum em habitações populares. Além disso ao longo da história a taipa foi ainda utilizada em tipologias tradicionais de casas de fazenda no estado, como nas casas de Icapuí com seus alpendres. As regiões de Mutamba e Cajuais apresentam a maior quantidade de casas de taipa revestida e o litoral entre o Ceará e Rio Grande do Norte abrange casas que datam do século XIX (CARDOSO, 2016)

A taipa de pilão é, no caso, uma técnica de construção com raízes rudimentares que consiste na compressão da terra em formas de madeira na forma da construção. A terra é inserida dentro das formas em camadas e a cada uma que é colocada ela é compactada até criar uma estrutura sólida.

Como um todo a estruturação de uma construção em taipa de pilão acontece de forma muito simples. A fundação pode ser de pedra ou de concreto, desde que garanta a impermeabilização das paredes acima do solo. Um das opções mais utilizadas é a da sapatada corrida de concreto que distribui uniformemente as forças para o solo. Para estrutura de paredes, que são autoportantes e estruturais, deve-se montar a partir de uma escolha apropriada do solo. A proporção do material que se mostra a mais apropriada e aceita atualmente é de um solo com 30% de argila e 70% de areia para um sistema de apenas terra. Ultimamente se tem mostrado

muito eficiente o uso de taipa de pilão com uma mistura de cimento, que é conhecido como paredes monolíticas de solo-cimento. Essa opção acaba por vezes mais apropriada por permitir maiores pés-direitos e paredes mais delgadas. Com esse material a proporção passa a ser de 1:12 ou 1:15 de cimento e solo.

Com a decisão do material feita, a montagem é a mesma. Formas devem possuir de 1 a 1,5m de altura, e de 2 a 4m de comprimento em chapas de compensado, de preferência naval. Passa-se então a acrescentar o material em camadas aproximadamente 15cm que posteriormente são compactadas. O solo é apiloado até aumentar sua resistência e ser notado uma mudança do som que provêm. O pilão pode ser tanto mecânico ou automatizado. Esse processo é repetido até atingir o topo das formas. Ao passo que se completa uma forma, ela pode ser movida para o topo do que foi concluído, por meio de guias verticais e rearranjar o molde até a finalização da parede toda. Uma parede de taipa pode chegar até 4m de pé direito com uma largura de 30cm. Nessas paredes as aberturas devem ser previstas logo no enchimento dos moldes. Caixilhos de madeira devem ser posicionados no ponto onde a taipa não deve estar, preparando para a posterior inserção da esquadria. Por fim a cobertura deve ser instalada de forma convencional, podendo ser da maneira que for designada ao projeto. Todavia é interessante que seja realizada de forma mais rápida possível para proteger a estrutura de taipa. Para evitar contato com chuvas a estrutura toda deve ser coberta com lona enquanto passa pelo processo de cura. No solo-cimento isso acontece em torno de 7 dias.



Figura 15: Casa de Taipa de Pilão no município de Rio Tinto, Paraíba. Fonte: <http://cumbuca.org.br/wp-content/uploads/2017/08/Casa.jpg>

– Tucson Mountain Retreat / DUST

Inserida completamente dentro do deserto de Sonora no Arizona, essa residência é, como o nome sugere, um retiro da vida urbana e busca conectar os residentes com a natureza desértica que envolve. Segundo a descrição dos arquitetos do DUST¹, a casa é localizada em um terreno extremamente frágil de natureza, portanto ela teve que ser moldada de acordo com o ambiente natural, respeitando cada espaço do ambiente que a cerca. Para desde o início imergir quem chega a casa no meio ambiente, a área de estacionamento é posicionada longe da casa, obrigando o visitante a percorrer um caminho em meio a flora desértica até conseguir visualizar a casa por completo, acessando-a por um caminho de degraus irregulares escultóricos.

1 Visto em: <https://www.archdaily.com/370237/tucson-mountain-retreat-dust>

A estrutura de taipa de pilão foi a opção para essa residência como mais uma forma de conectar a casa ao ambiente. O material retirado completamente do solo propõe uma excelente inércia térmica e baixo impacto ao meio ambiente. Esse tipo de construção é uma alternativa vernacular de uma série de regiões quentes do mundo e é além de tudo uma escolha poética dos arquitetos pela proposição de uma conexão com os arredores.

A casa consiste em três áreas isoladas. Essas áreas são todas acessadas necessariamente saindo de outra zona para a área externa, vivendo o deserto até chegar na próxima, seja essa o estar, dormitórios ou entretenimento. Buscando um viés sustentável que é requerido pelo local que se instala a casa possui um sistema de coleta de água da chuva bem desenvolvido. Além de ser orientado para minimizar o sol em momentos quentes e potencializar no inverno.

figura 6: Fachada Ekó House Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-71342/eko-house-a-casa-brasileira-no-solar-decathlon-team-brasil/>



Figura 16: Vista da Tucson Mountain Retreat. Fonte: <http://cumbuca.org.br/wp-content/uploads/2017/08/Casa.jpg>



FLOOR PLAN

_UFC

Figura 17: Planta da residência em Taipa
Fonte: <https://www.archdaily.com/370237/tucson-mountain-retreat-dust>

CAPÍTULO 4

*metodologia e modelo para
uma habitação sustentável*

4. Metodologia e modelo para uma habitação sustentável

A busca pela sustentabilidade tem habitado o pensar de arquitetos e da sociedade em geral ao longo dos últimos anos. O impacto das mudanças climáticas, esgotamento de recursos naturais e aquecimento global é algo já notável na sociedade, com grandes crises de recursos diversos. A sociedade movida pelo consumismo desenfreado e a ilusão de que a Terra pode nos prover para sempre já definhou e quem acredita nessa situação está fadado ao fracasso.

Com isso muito se tem tentado fazer para mitigar os efeitos de tais movimentos globais em todas as esferas da cadeia produtiva. O argumento da sustentabilidade tem sido usado desenfreadamente e por muitas vezes sem haver algo concreto promovendo tais soluções “verdes”. Essa situação cria uma perspectiva na qual a sustentabilidade virou moeda no mercado. Espaços verdes, sustentáveis e ecológicos viraram nomenclatura para posicionamento no mercado, apenas uma forma de vender mais e esquecendo do real significado das palavras e o que tais situações querem trazer. De nada adianta promover um arranha-céu ecológico utilizando materiais importados, com alto desperdício e produção de resíduos, sem otimização de espaços para absorver luz e ventilação. De nada adiantam propagandas sem que os edifícios produzidos possam se

manter funcionais com o tempo depois de ocupado e se manterem eficientes.

Há como um todo uma superficialidade na abordagem comercial da sustentabilidade em arquitetura e isso se reflete nas construções como um todo nas cidades. Soluções simples que podem gerar obras mais sustentáveis e eficientes são ignoradas e renegadas, gerando uma homogeneização de projetos que almejam muito e pouco alcançam.

Com isso fica claro a necessidade de um pensamento mais racional a respeito da sustentabilidade, respeitando a realidade local de cada projeto, a situação econômico e cultural presente, o meio ambiente e as virtudes de cada sítio. A sustentabilidade na arquitetura se pensada na escala menor de detalhes de cada construção podem ter um impacto ainda maior no plano maior da preservação do planeta.

Partindo dessa ideia surge a proposta de criar um modelo de projeto para, através de uma metodologia a ser seguida, desenvolver uma habitação sustentável adequada a qualquer tipo de realidade. A ideia se embasa na visão de que há a possibilidade de gerar uma edificação intrínseca ao local onde ela se insere, com mínimo impacto ao meio ambiente, de forma eficiente e barata, tudo isso

de uma maneira simples e que pode ser replicada em múltiplas realidades no estado do Ceará ou fora dele.

Para isso duas principais referências foram usadas para extrair os conceitos mais essenciais no que tange a uma edificação sustentável: os itens de análise do concurso Solar Decathlon e o modelo multicritério de apoio a decisão (MCDA) desenvolvido pela Profa. Dra. Mariana Monteiro Xavier de Lima em sua tese de Doutorado (LIMA, 2016). Com essas ideias em mente e baseado em todo referencial bibliográfico de estudo é possível se listar e elencar os principais fatores e direcionamentos que devem ser atingidos e resolvidos e organizar esses elementos para que surja uma metodologia a ser seguida a fim de se propor uma edificação genuinamente sustentável.

Do Solar Decathlon é possível retirar elementos essenciais que devem estar presentes em uma edificação sustentável e que todas elas precisam seguir para se apresentarem como de fato contendo elementos sustentáveis. Como já previamente citado, 7 dos 10 critérios de análise da competição se apresentam como mais relevantes para o presente trabalho, sendo eles:

Arquitetura - Conceito e design, implantação e documentação.

Potencial de Mercado - Capacidade de se adaptar ao mercado, custo e construtibilidade.

Engenharia - Tipo de solução utilizada, desenho, eficiência e performance.

Inovação - Pesquisa, sustentabilidade, inovação e durabilidade da residência.

Água - Economia de água, coleta e reuso de água.

Saúde e Conforto - Manutenção da temperatura e troca de ar/ventilação.

Energia - Produção de energia, economia e eficiência energética e busca do net zero, produção de energia maior do que o consumo.

Esses elementos são pontos norteadores para uma metodologia de produção de uma habitação sustentável. São pontos que estão presentes em qualquer tipo de projeto que possa ser desenvolvido e portanto suas características devem ser buscadas a fim de promover maior eficiência e qualidade.

A partir disso pode-se iniciar a estruturar uma metodologia de fatores e pontos a serem alcançados em uma habitação sustentável. Visando isso a criação de uma árvore de objetivos como proposto por Lima (2016) é uma boa ferramenta para organizar esse método.

O modelo multicritério de apoio a decisão, MCDA, aborda o processo projetual arquitetônico em seu momento de estudo preliminar até o desenvolver dele em casos que o processo seja o de um projeto baseado em desempenho. Com isso ao início do processo de projeto, durante seu planejamento, metas e objetivos devem ser traçados para que o desempenho do projeto atenda corretamente essas características. O MCDA tem como foco elencar objetivos,

soluções e por consequência analisar as possíveis alternativas em cada ponto do processo de projeto, englobando os facilitadores e projetistas dentro desse processo.

No presente trabalho utilizaremos apenas a organização de objetivos e meios proposto dentro do MCDA na árvore de objetivos para esquematizar o processo projetual de uma habitação sustentável.

A árvore de objetivos surge como uma forma de organizar metas e elencá-las de acordo com sua relevância e potencialidades. Se desenvolve em torno de um Objetivo Fundamental Geral, um objetivo que é o norteador de todo o processo e que deve ser a síntese do que se busca. Abaixo disso surgem Objetivos Fundamentais, esses devem apresentar focos claros que se busca desempenhar e que são base para o projeto. Desses, novos objetivos fundamentais secundários podem ser apresentados, se subdividindo a cadeia. Todavia novas divisões dos fundamentais não são sempre necessárias, podendo objetivos terem mais ou menos ramificações. E isso pode se prosseguir até o ponto onde chegam Objetivos Elementares, que caracterizam exatamente que ponto deve ser abordado nessa problemática, explicitando todas questões. Com isso hierarquizado pode-se ter uma leitura mais clara das problemáticas enfrentadas e, a partir daí, propor soluções apropriadas em cada um dos casos.

Essa metodologia vai ser então aplicada para, a partir dos itens chave de análise do concurso e reflexões adicionais, criar uma árvore de objetivos referentes ao

projeto de uma habitação sustentável. Com essa reunião de metas traçadas pode-se adaptar a realidade de cada localidade e reunir as melhores soluções para a residência.

Com isso, podemos traçar que o Objetivo Fundamental Geral na metodologia seria:

- Projetar uma habitação sustentável adaptada ao local.

Essa ideia é a mais forte presente e a partir dela todo o desenvolvimento de soluções projetais passam a surgir. O principal foco é criar uma nova habitação e fazer com que ela seja pertencente ao espaço que está inserido. Tudo gira em torno desse objetivo.

Os Objetivos Fundamentais primários devem ser a base do que se busca de resultado. Princípios essenciais que fundamentam o projeto. No caso de promover uma habitação sustentável adaptada ao local os pilares para isso seriam a obra em si, a vida de quem vai ocupar o seu interior e a relação da obra com a natureza. Portanto os Objetivos Fundamentais são:

- 1- Realizar uma construção sustentável
- 2- Garantir a qualidade da habitação
- 3- Reduzir o impacto natural

Quanto ao objetivo 1, realizar uma construção sustentável podemos subdividir em três novos objetivos fundamentais. Esses objetivos se relacionam com o que é verdadeiramente sustentabilidade, onde se trata de utilizar recursos de forma racional. Portanto, tem se novos objetivos sendo:

- 1.1- Utilizar materiais locais e adaptados*
- 1.2- Aplicar métodos acessíveis para fácil realização e manutenção.*

O objetivo 1.1 é dividido em mais dois, isso porque a adaptação que se busca tange a existência dos materiais já no local e a fácil adequação deles. Portanto:

- 1.1.1- Optar por materiais locais de baixo custo*
- 1.1.2- Usar materiais renováveis ou reciclados*

O último ainda pode ser expandido para novos objetivos fundamentais. A questão quanto ao uso de métodos de fácil realização cabe ao fato do uso de mão de obra ser possível localmente, diminuindo potenciais custos de logística. Seria então:

- 1.2.1- Utilizar metodologia conhecida e replicável*
- 1.2.2- Usar métodos passíveis de expansão*

PROJETAR UMA HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL ADAPTADA AO LOCAL

1
*Realizar uma
construção sustentável*

1.1
*Utilizar materiais
locais e adaptados*

1.2
*Aplicar métodos acessíveis para
fácil realização e manutenção
construção sustentável*

1.1.1
*Optar por materiais
locais e de baixo custo*

1.1.2
*Usar materiais
renováveis ou reciclados*

1.2.1
*1.2.1 Utilizar metodologia
conhecida e replicável*

1.2.2
*1.2.2 Usar métodos
passíveis de expansão*

_2018.1

_UFC

O objetivo fundamental 2, garantir a qualidade da habitação pode então ser segmentado em vários elementos. A qualidade da habitação se refere ao conforto e a saúde dos residentes da edificação, a habitabilidade do espaço. Nisso entram características de conforto térmico e acústico além da incidência de luz. Portanto os objetivos fundamentais que surgem a partir desse tópico são:

- 2.1- Promover conforto térmico na edificação
- 2.2- Otimizar o uso de iluminação natural
- 2.3- Garantir isolamento acústico

Surgindo a partir desses objetivos, no 2.1 para garantirmos o conforto térmico da edificação é necessário manter as temperaturas estáveis, não sendo suscetíveis as mudanças externas e priorizar a ventilação natural o que gera uma qualidade maior ao interior da casa.

- 2.1.1- Manter temperaturas estáveis no interior
- 2.1.2- Priorizar ventilação natural. Do último podemos ainda dividir em focos mais específicos para ambientes mais enclausurados ou abertos:
 - 2.1.2.1- Garantir ventilação cruzada
 - 2.1.2.2- Gerar troca de ar nos ambientes

A partir do 2.2, do uso de iluminação natural vemos que essa parte pode ser complexa. Devido a localização não podemos promover grandes aberturas para a entrada de luz devido ao potencial calor excessivo. Portanto medidas pontuais devem ser pensadas a esse quesito. Sendo:

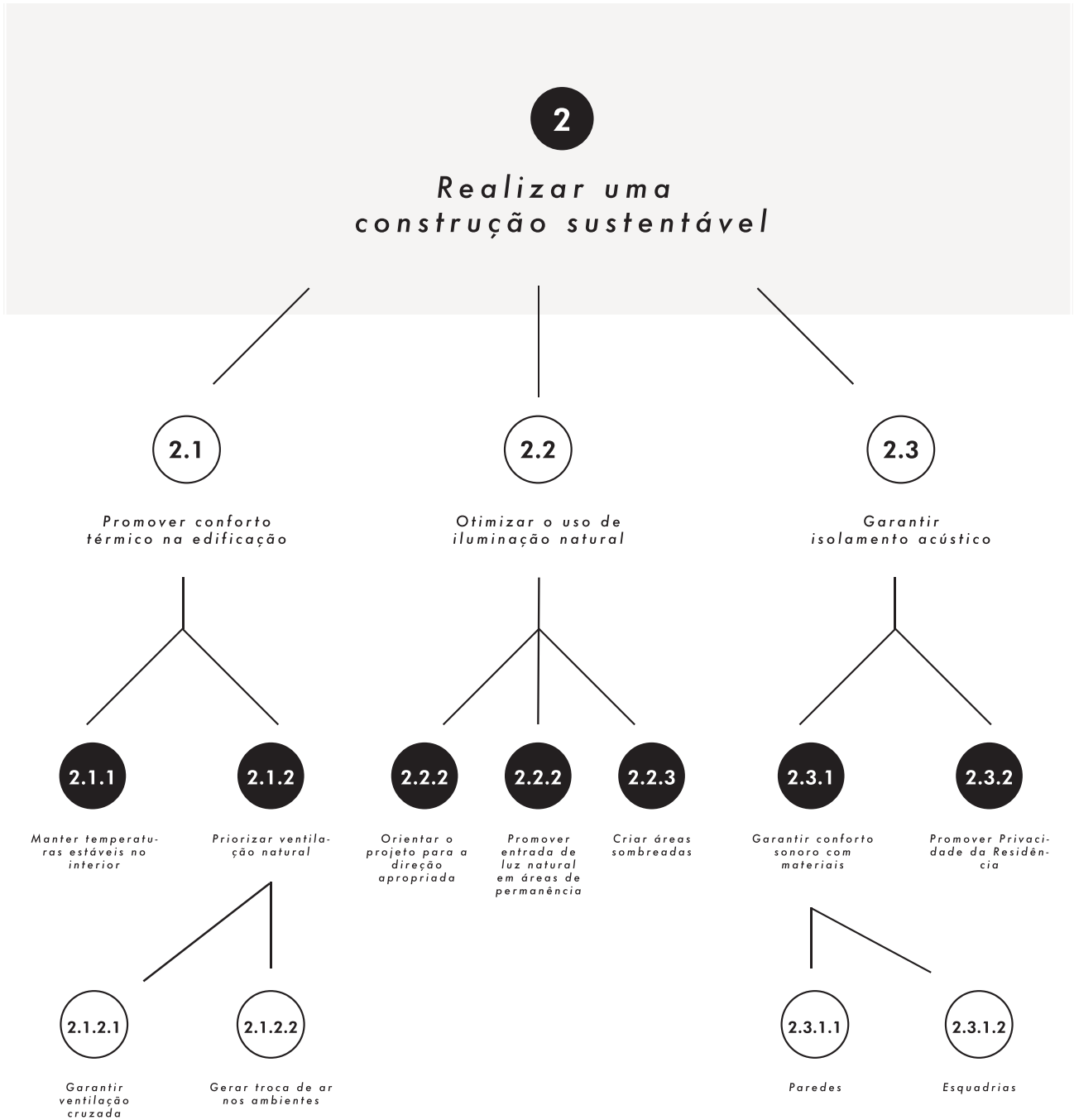
- 2.2.1- Orientar o projeto para a direção apropriada
- 2.2.2- Promover entrada de luz natural em áreas de permanência
- 2.2.3- Criar áreas sombreadas

Por fim, 2.3 no que tange ao conforto acústico, essa medida é algo que tem se tornado uma preocupação mais recorrente em projetos de arquitetura. Com isso, deve-se se preocupar com o conforto e privacidade dos moradores. Temos então:

- 2.3.1- Garantir conforto sonoro com materiais isolantes
- 2.3.2- Promover privacidade da residência

O primeiro, 2.3.1, tiramos Objetivos Elementares de usos dos materiais em paredes (2.3.1.1) e esquadrias (2.3.1.2).

PROJETAR UMA HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL ADAPTADA AO LOCAL



_2018.1

_UFC

O numero 3, reduzir o impacto natural é essencial quanto a relação com o meio ambiente. Desde a construção até o dia a dia da casa já ocupada, vários fatores são essenciais para manutenção de uma vida sustentável.

Os principais pilares dessa ideia são água, energia e resíduos, elementos que são partes inseparáveis da vida humana.

Quanto a água o grande fator passa a ser o uso racional desse recurso, especialmente em uma região que é extremamente sensível a falta desse recurso e é passível de ter redução na disponibilidade desse bem. Energia elétrica é algo que é indispensável na vida levada no século XXI. Em um mundo conectado e cada vez mais consumidor, a energia é por vezes poluente, custosa e agressora ao ambiente natural. Por mais que 90% da energia do Brasil provenha de fonte não poluente, na figura das usinas hidrelétricas, essa geração de energia para ser possível causa grandes impactos ao meio ambiente na construção de barragens. Faz-se portanto necessário o uso consciente desse recurso e buscando uma forma alternativa de produção de energia.

Os resíduos são outra grande problemática na sociedade. A produção de resíduos sólidos é desenfreada no mundo e o o que fazer com o lixo já é grave problema em diversas regiões do globo. Com isso deve-se buscar o uso de materiais e processos que evitem a produção desenfreada de resíduos. Com isso, os objetivos fundamentais secundários se apresentam como:

- 3.1 Reduzir e reaproveitar a água
- 3.2 Usar a energia de forma mais eficiente
- 3.3 Minimizar a produção de resíduos sólidos

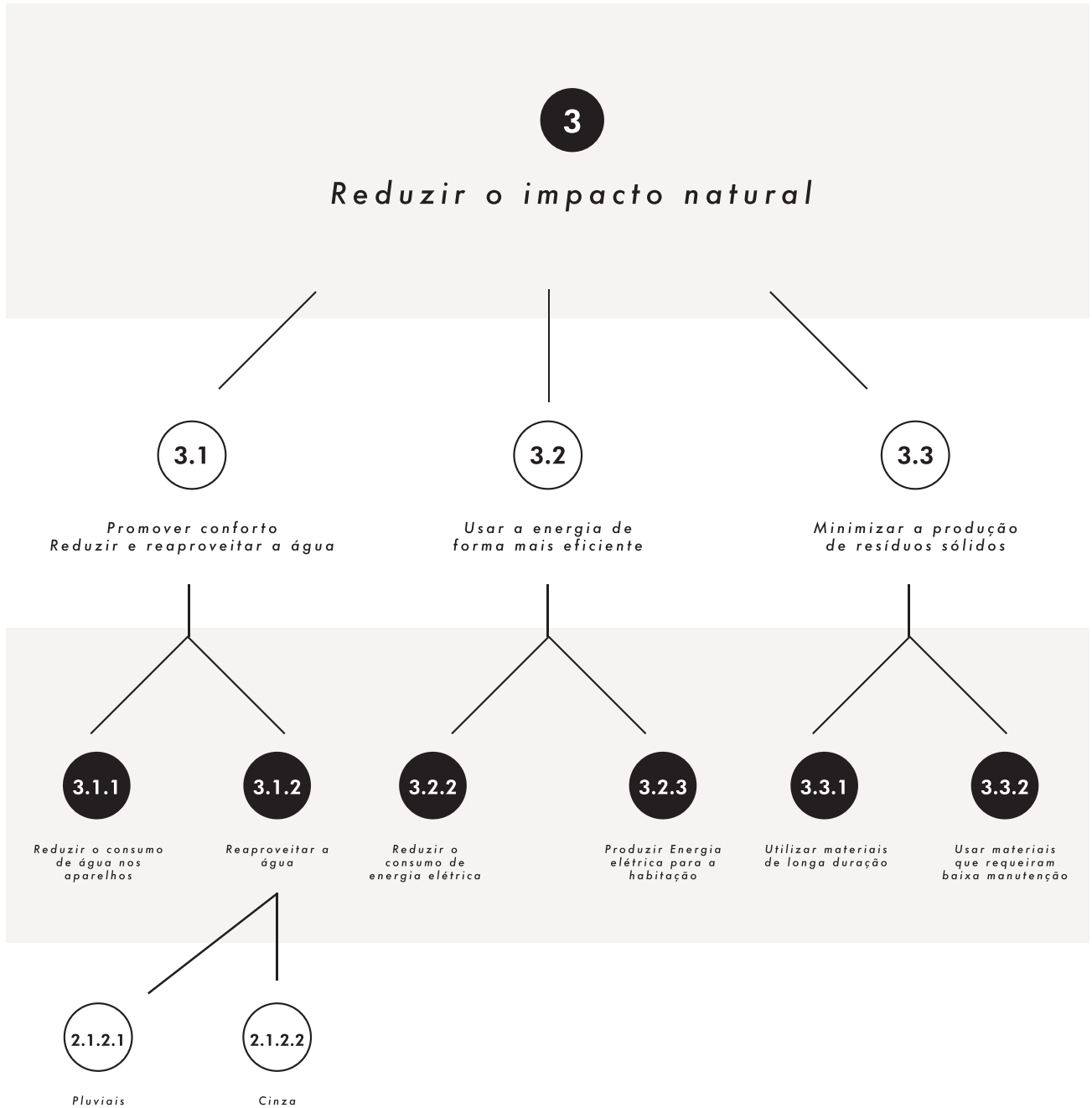
A partir daí temos provenientes desses objetivos:

- 3.1-
 - 3.1.1 reduzir o consumo de água nos aparelhos.
 - 3.1.2 reaproveitar águas pluviais ou cinzas
- 3.2-
 - 3.2.1 reduzir o consumo de energia elétrica
 - 3.2.2 produzir energia elétrica pra a habitação
- 3.3-
 - 3.3.1 utilizar materiais de longa duração
 - 3.3.2 usar materiais que requeiram baixa manutenção

PROJETAR UMA HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL ADAPTADA AO LOCAL

_2018.1

_UFC





CAPÍTULO 5

desenvolvimento

5. Desenvolvimento

– Estudos Iniciais

Na busca por um modelo de habitação ecológica é necessário analisar a partir do plano de necessidades (ROAF, 2014), passando pelo local em que será inserido, chegando até os sistemas de instalações sustentáveis, como energia solar e reuso de água.

Partindo dos conceitos do concurso Solar Decathlon já temos algumas diretrizes para o desenvolvimento do presente projeto. Adequando-se ao edital da competição a área do projeto deve ficar entre 55 a 92 m² atingindo o máximo de área somando-se pátios e varandas em 250 m².

Como não há definição de um programa de necessidades no Solar Decathlon, foi escolhido um programa para uma família formada por um casal com filhos. A ideia é proporcionar uma habitação confortável para todos, com dois quartos, sendo o principal com espaço suficiente para agir como um escritório para trabalho home office. Um grande espaço aberto juntando sala de estar, sala de jantar e cozinha é o ideal para integrar todos esses espaços, sendo o centro da casa agregando as atividades familiares, de visitas e afins. Além disso, devido ao tamanho da família 1 banheiro é suficiente para atender as necessidades. Para completar a residência, um pátio externo é necessário devido a diversidade de

atividades que vão ser desenvolvidas na habitação.

Em resumo:

Área: 55 a 92m² + pátio/varanda compatível (max 250 m²)

Programa: Família casal + filhos
Sala multiuso (estar, jantar e cozinha)
Quarto Master
Quarto
1 Banheiro
Área externa

O terreno escolhido para a implantação do projeto encontra-se no eixo de desenvolvimento da cidade em direção ao seu Sul, afastando-se do Centro. É uma área em um quarteirão que abrange em seu quadrilátero a Av. Gil Teixeira Bastos, uma das principais avenidas da cidade, Rua Benício Diógenes ao fundo, Rua Carminda Duarte e uma Rua Sem Nome. Essa área apresenta um grande potencial paisagístico por estar próximo ao rio Jaguaribe e apresenta assim uma relação muito forte com a natureza e com a cidade. Seguindo esse eixo de desenvolvimento, que já é visível visto a requalificação da Avenida Virgílio Távora próximo ao terreno, que possui largos passeios, passagens em nível e ciclovia, fica previsto mais um eixo de acesso ao terreno escolhido, mostrando sua potencialidade. O terreno é uma área

livre inserida em um quarteirão que já contém construções, possui proporções de 6.000 m², todavia a área total da quadra é de 10mil m². Pretende-se então implantar a primeira residência do modelo zero nessa área e a posterior replicação do modelo em todo o terreno, podendo gerar um grande condomínio de habitações sustentáveis modelo.

Baseado no perfil térmico da zona climática o portal ProjetEEE sugere soluções climáticas, componentes construtivos e equipamentos a serem utilizados em seu projeto. Na realidade existente em Jaguaribe, inserida no semi-árido cearense as temperaturas elevadas e baixa umidade são dos fatores decisivos para as potencialidades de soluções de conforto térmico. Com isso, ventilação natural e

sombreamento são as duas principais estratégias bioclimáticas que serão aplicadas no projeto. Garantindo a ventilação cruzada, a entrada de vento fresco e a saída do ar quente serão estratégias essenciais e que serão utilizadas no projeto. Uma das recomendações é o

_2018.1

_UFC



figura 18: Visão geral de Jaguaribe Fonte:- Google Maps



figura 19: Terreno Fonte:Google Maps

uso de resfriamento evaporativo. Todavia, pela delicada situação enfrentada na cidade e no estado como um todo no quesito água, o uso de espelhos d'água ou soluções semelhantes são completamente ignoradas. A localização próxima do rio Jaguaribe acaba por servir para resfriamento evaporativo, todavia com a situação de seca enfrentada ao longo dos anos esse efeito fica restrito.

Os ambientes do projeto foram pensados em função dos pré-dimensionamentos previstos no livro a Arte de Projetar Arquitetura (NEUFERT, 2013) onde o conceito é propor um espaço confortável em que possam ser desenvolvidas atividades diversas do dia a dia para moradores de todas idades. Com proposições de elementos brasileiros e adequados ao clima, como varandas e cobogós, alinhados com tecnologias construtivas sustentáveis e materiais de baixo impacto ambiental.

A partir das condições climáticas existentes na cidade podemos organizar os espaços em função da insolação e da direção dos ventos para otimizar o conforto térmico na residência. Para potencializar o sol do nascente, organiza-se os espaços privados voltados para o leste. Com isso, cria-se também uma potencialidade para ventilação cruzada, atravessando os quartos e passando pela sala e movimentando o ar por toda a residência. A implantação se dará com uma leve rotação da casa para o noroeste, visando potencializar ainda mais essas soluções passivas de conforto térmico.

No âmbito construtivo a residência deve ser composta de materiais de baixo impacto ambiental. De nada adiantaria utilizar tecnologias sustentáveis provenientes de um país europeu, quando a pegada ecológica do transporte desse material até o interior do Ceará seria extremamente impactante no meio ambiente.

A partir da condição climática também, o portal ProjetEEE sugere materiais e sistemas adequados para o clima da região, aplicando inclusive a NBR 15575 que adequa os requisitos de transmitância e capacidade para cada zona climática. Escolheu-se a partir daí os elementos que serão aplicados na residência.

A forma da edificação e sua organização surge a partir da tipologia vernacular encontrada em Jaguaribe. A ideia das casas geminadas foi adaptada e incorporou-se novos elementos para tornar essa volumetria mais eficiente. A principal alteração foi a criação de um vão entre as casas e a forma e inclinação das cobertas, tudo para incorporar melhor os elementos naturais de ventilação.

O projeto foi desenvolvido dentro da plataforma BIM, com o uso do software Archicad. O uso do BIM se faz essencial no tipo de projeto proposto pois se organiza em função de parâmetros ajustáveis da informação, existindo retorno imediato das mudanças feitas no projeto. Insolação, ventilação, materiais, tudo pode ser melhor explorado e previsto com o uso da plataforma BIM.

- Projeto da habitação

Com as informações referentes ao local de inserção da residência e com a base das potencialidades que o ambiente nos apresenta, passa a ser possível a aplicação da metodologia para a habitação sustentável.

A volumetria da residência busca se mesclar com a tipologia existente na região. Portanto ela se configura com casas geminadas, sendo duas habitações dividindo uma mesma fachada frontal, acessos laterais a área externa de fundos. Isso busca uma maior ligação com o local onde está inserido e uma sensação de pertencimento.

1. Realizar uma construção sustentável

Para propor a construção de forma sustentável é necessário atingir alguns objetivos referentes a materiais, métodos e adaptação da obra à região. Um método construtivo que se adequa perfeitamente as características buscadas na metodologia é a taipa de pilão. Ela, aplicada como paredes monolíticas de solo-cimento, se mostra extremamente adaptada a situação local e utiliza apenas materiais provenientes da terra, podendo ser tirados diretamente do terreno de implantação ou arredores. É garantido assim uma obra com baixíssimo custo se comparado a outras opções para construções ditas sustentáveis, já que a maioria precisa ser trazida de outros estados. É portanto geradora de baixíssimo impacto ao meio ambiente, visto que a principal matéria prima, a terra, pode ser utilizada proveniente do aterramento do terreno para nivelamento. A taipa também pode ser construída

utilizando mão de obra local e não necessariamente qualificada. Bastam poucas pessoas para prosseguir com a construção, bastando alguém com conhecimento de marcenaria para manejo das formas. É portanto uma alternativa que facilmente pode ser utilizada em outras localidades, não precisando de conhecimentos externos a nenhuma região.

Os materiais de cobertura e fechamentos também serão escolhidos pela simplicidade e oferta no local, buscando um impacto menor e fácil replicação da residência. A cobertura será feita com telhas cerâmicas e madeiramento de Pinus de reflorestamento.

2. Garantir a qualidade da habitação

A qualidade da habitação passa por três pilares que se conectam diretamente a vida dos moradores. Conforto térmico, acústico e o uso de luz natural são fatores primordiais para uma vida saudável e para um ambiente saudável. O uso da taipa de pilão, como já descrito no item 1, é também excelente no que tange ao conforto térmico. A alta inércia térmica gerada pela grossa camada de terra mantém a casa com uma temperatura estável, retendo o calor em sua grossa estrutura e não deixando entrar na edificação. Além disso a taipa é excelente para a manutenção da umidade interior em um nível saudável, entre 40 e 60%, condição ideal para quem é afligido por asma ou outras doenças respiratórias (WEBTECHNE, 2016). Além disso, o isolamento acústico promovido pelas grossas paredes também é excelente. Gera-se assim privacidade e conforto para a habitação. Sabendo que os ventos da região

são predominantemente oriundos de nordeste, as aberturas da casa devem ser primariamente orientadas nessa direção. A casa, portanto, é rotacionada levemente para a coordenada. Com isso o vento pode correr mais livremente pela casa, atravessando-a por completo em suas aberturas. Com isso janelas e cobogós agem para criar a ventilação cruzada e pelo local que estão inseridos podendo até criar efeito chaminé por diferença de pressão e fazer o ar correr mais ainda. Esse último efeito acontece na residência na sala pelo posicionamento dos cobogós altos e no banheiro. Soma-se a isso, a criação de um jardim interno entre as habitações, o que separa as paredes geminadas em 1,20m, criando um espaço verde e que gera um maior fluxo de ventilação natural.

A iluminação natural do ambiente é sempre bem vinda, todavia pela situação climática e de latitude ela deve ser analisada com cuidado.

Primeiramente a casa geminada se organiza em torno de um eixo leste oeste levemente rotacionado. Para proteger as áreas externas do sol e promover sombreamento a cobertura se estende mais 1,20m para os fundos da casa.

Como a abundância de sol adentrando a casa não seria interessante as aberturas não podem ser muito generosas.

Portanto, para o interior da residência não ficar defasado de luz natural uma clarabóia de pequenas dimensões vai ser instalada no teto. Com uma superfície leitosa a abertura filtra o calor e os raios nocivos deixando apenas adentrar a luminosidade, garantindo luz natural para a sala e cozinha.

3. Reduzir o impacto natural

Uma residência que se propõe a ser sustentável deve girar completamente em torno da eficiência e em ser conectado ao meio ambiente. O impacto deve ser mínimo e buscar sempre consumir o mínimo possível ao longo da sua vida útil.

Na residência modelo esse objetivo foi bastante utilizado em soluções referentes a água, energia e resíduos. O uso da água na residência é algo extremamente delicado pela situação existente na região de constantes secas. Para isso a redução do consumo de água é o primeiro passo. Redutores de pressão nas torneiras e caixas de descarga com acionadores de 3 e 6 L serão colocadas na residência.

Somado-se a isso o reaproveitamento de água também se faz necessário. A opção principal e que vai ser a única aplicada é por sistemas de reaproveitamento de águas pluviais. Um sistema de coleta de água pelas calhas na cobertura vai ser colocado para coletar água da chuva. Essa água passa por um sistema de filtragem e é armazenada em uma cisterna para posterior uso em fins que não necessitam de água potável.

A energia é algo que pode ser muito otimizado em uma região como a Nordeste. A abundância e constância de sol cria um grande potencial para o uso de energias renováveis na forma de coleta por painéis fotovoltaicos. Essa tecnologia está aplicada no projeto por meio de 3 placas em cada água das cobertas, o que garante a residência apenas o pagamento dos valores de iluminação pública. Além disso a fim de minimizar o consumo, apenas luzes de LED estarão presentes nas residências,

o que atrelado as ações péssimas para iluminação e ventilação natural reduzem a necessidade de consumo energético.

Por fim o método construtivo ele é sustentável em varias capacidades, inclusive no que diz respeito à produção de resíduos. A taipa é toda feita in loco se aproveitando de recursos retirados do local e que não degradam o ambiente. Além disso essa produção gera baixíssimo resíduos sólidos e tem uma vida útil bastante longa, podendo durar séculos. Na taipa, inclusive as formas utilizadas para a montagem do sistema podem ser utilizadas outras vezes em outras obras.

planta baixa da residência modelo

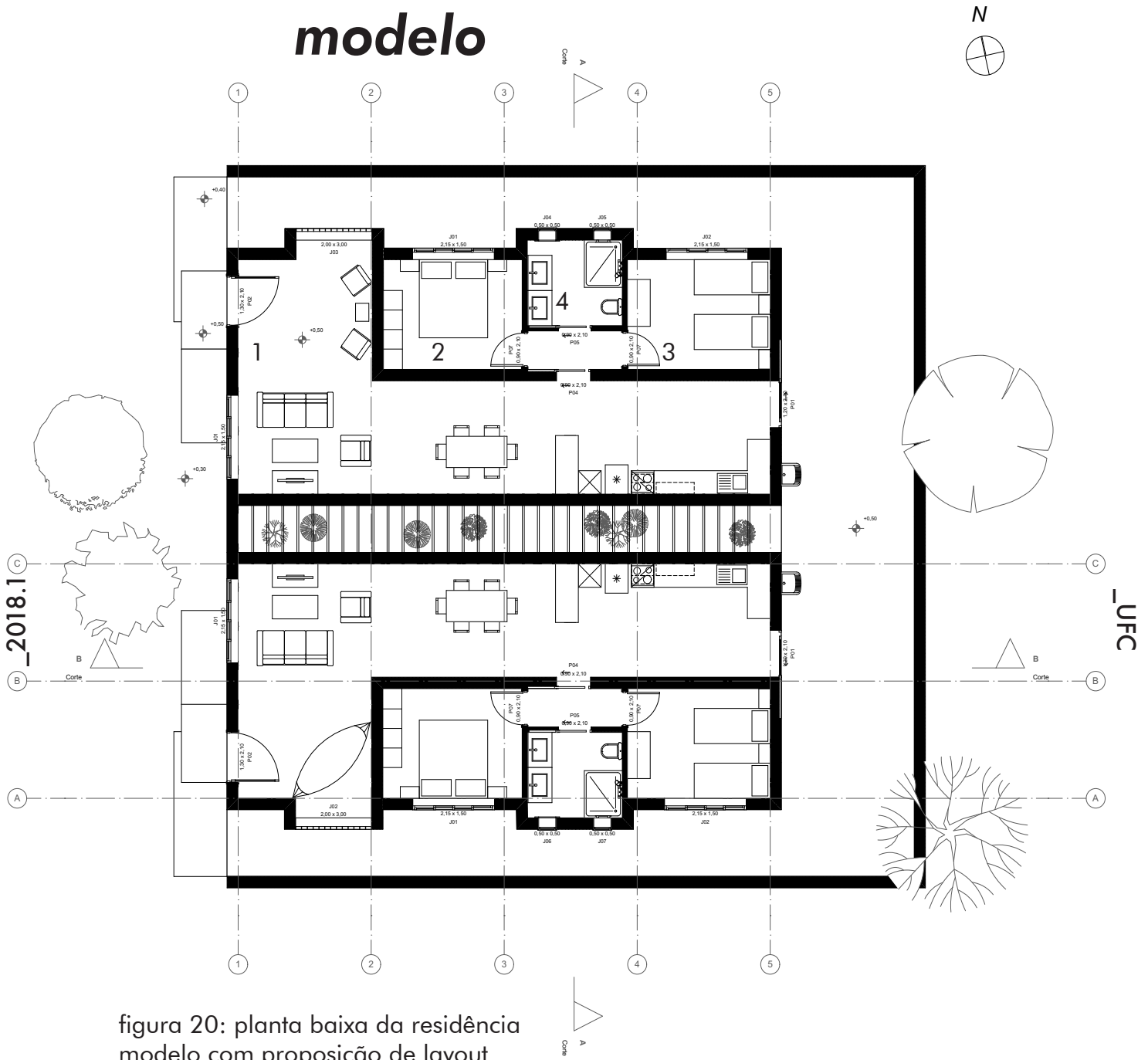


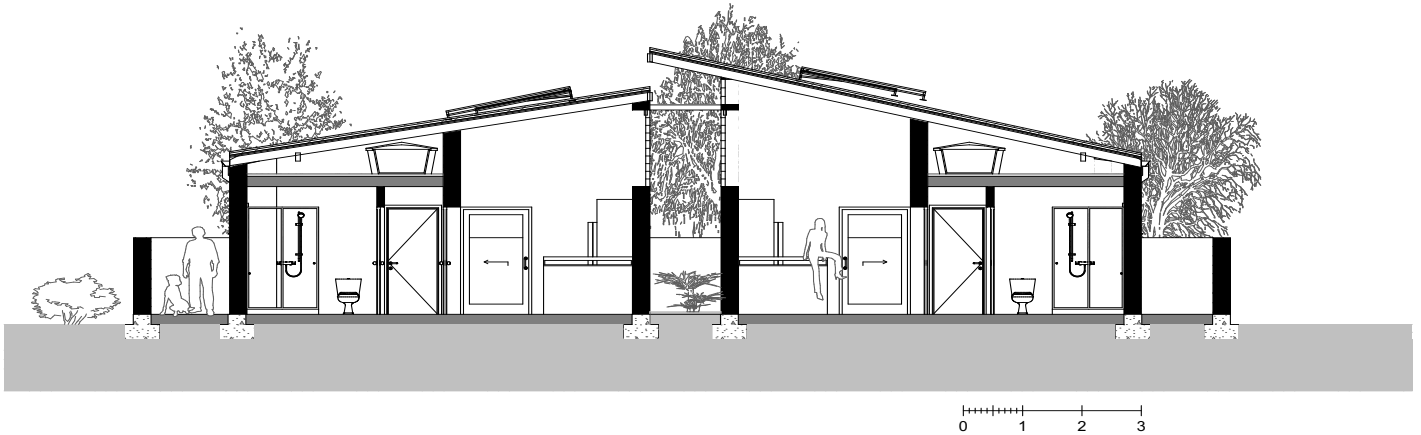
figura 20: planta baixa da residência modelo com proposição de layout

As paredes foram posicionadas em um grid de 3,5 de comprimento e 3m de largura, chegando a dimensão total de 14x6m.

Área Construída - 84m²
Área Total Geminadas - 322m²

- 1- Sala e cozinha - 51,5m²
- 2- quarto 1- 10,30m²
- 3- quarto 2 - 10,60m²
- 4- banheiro - 5,50m²

corte A residência modelo

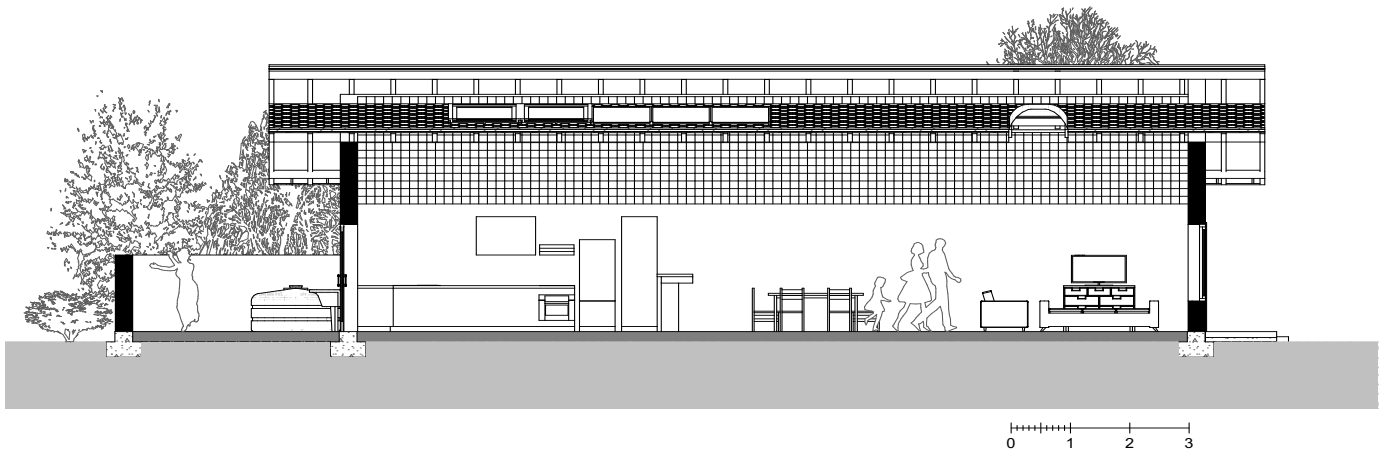


_2018.1

_UFC

figura 21: Corte A transversal da residência modelo

corte *B* residência modelo



_2018.1

_UFC

figura 22: Corte B longitudinal da residência modelo

– Detalhamento dos elementos

O esquema de construção da residência buscou ser o mais simples e eficiente possível em seus elementos, materiais e métodos. O processo básico para a construção de uma casa de taipa é de certa forma vernacular em todas regiões que se é aplicada, mas com a eficiência de tecnologias atuais de fácil acesso se torna ainda mais simples e aplicável. A metodologia básica para a construção em taipa a ser utilizada utilizará como base a descrita por Librelotto (2014) na Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. As devidas adaptações de elementos levam em consideração o disponível na região e escolhas relacionadas a sustentabilidade como já mencionadas.

Fundação e Laje de piso.

Com o sistema já escolhido de taipa, a fundação que se mostra mais apropriada é a sapata corrida de concreto. Ela distribui igualmente as cargas recebidas da estrutura linear das paredes e a transfere uniformemente ao solo. A estrutura da fundação funciona como uma viga em T invertido, com a extremidade mais larga no fundo e a menor conectando com a parede. Se faz inicialmente uma escavação rasa, que pode ser manual, ao longo de todo o posicionamento da fundação. A terra é então compactada e uma fina camada de concreto magro pode ser aplicada para nivelar antes da armação de aço. A armadura deve então ser disposta com as dobras para cima e ao longo de toda a vala, como em uma laje armada

convencional.

Se posicionam então as formas de concreto para a concretagem da primeira porção de concreto, no caso de 30cm de altura e 60cm de largura, e então a parte que conectará com a parede, com 20 cm de altura e 30 de largura. Cerca de 5 dias se passam de cura para termos um concreto homogêneo e sem furos que logo em seguida deve ser impermeabilizado, protegendo tanto a estrutura de fundação quanto o que virá por cima.

É feito então um aterramento para nivelar a região interna as fundações que receberão a área da residência. Acima disso, aplica-se a laje de concreto, que pela característica da estrutura deve ser de 20cm consistindo de piso e contrapiso.

Constitui-se de uma camada de concreto armado com armação radier, por onde o sistema de tubulação hidráulica e elétrica será passado antes do momento da concretagem.

Uma camada de concreto magro é utilizada ao topo para servir como contrapiso e posteriormente sobre isso é realizado o piso de cimento queimado, uma fina camada de argamassa de cimento, areia, água e aditivos de 3cm. Esse piso se apresenta como de baixo custo, fácil manutenção e longa vida útil.

Paredes

As paredes da residência são autoportantes construídas por meio da técnica de taipa de pilão com solo-cimento. Para atingir a forma desejada as paredes possuem 30cm de largura alcançando um pé direito de até 4m. Só não está presente nas paredes do banheiro que são de alvenaria tradicional

de tijolo cerâmico. Isso se faz para que a passagem de tubulação hidráulica e possível manutenção seja possível. Há visto que na taipa por ser uma parede maciça e estrutural se torna mais difícil e delicado.

Para a construção em taipa a mistura do material desejada é de 70% de areia para 30% de argila. Ela proporção já é encontrada normalmente como a mais adequada para o uso na taipa. Se tratando de uma mistura de solo cimento, é adicionado o cimento em sua mistura para aumentar a durabilidade e resistência a compressão simples. Por estudo, sabe-se que a proporção aplicável no traço de concreto e solo deve vir com a proporção de 1:12 para cimento e solo. (FERREIRA FILHO, 2016)

Aberturas e esquadrias

No que tange as aberturas da residência, temos que as janelas são em folhas duplas que geram 50% de abertura para passagem de ar, tendo a dimensão de 2,15m x 1,50m. Nos banheiros são adotados duas janelas basculantes de 0,50m x 0,50m para uma melhor troca de ar de dentro para fora do banheiro. Além disso cobogós estão presentes em ambas extremidades da casa, inclusive em toda o topo da parede mais interna, tornando a casa mais permeável ao vento e ainda protegida.

As portas são tradicionais, todavia para maximizar o espaço na entrada para o ambiente privado e para o banheiro, além do acesso ao exterior, as portas são de correr.

Coberta

É de telha cerâmica tradicional de fácil acesso e instalação. O madeiramento é específico para cada queda, uma que possui 23% e a outra 18% de inclinação. Um lado mais inclinado possui um ressalto acima da outra metade para criar um melhor fluxo de ar.

O madeiramento é todo em pinus de reflorestamento em suas ripas, caibros e terças.

Ao longo da extremidade mais baixa da coberta fica instalada a calha que encaminha a água pluvial para o sistema de aproveitamento de água da chuva já descrito.

A coberta fica completamente visível em sua estrutura nas áreas de sala e cozinha, todavia nos quartos e banheiro existe uma laje com forro de gesso. Laje essa que vai receber a caixa d'água da residência.

Sobre cada uma das residências geminadas é aplicado na cobertura as instalações de placas solares, o coletor solar para aquecimento de água, além da instalação da clarabóia para iluminação da área social da casa.

perspectiva explodida dos elementos



_2018.1

_UFC

figura 23: Modelo explodido da habitação, salientando seus elementos de fundação, laje, paredes, aberturas e cobertura, além de mostrar os elementos técnicos de painéis fotovoltaicos e coletores solares.

elevações sul e leste

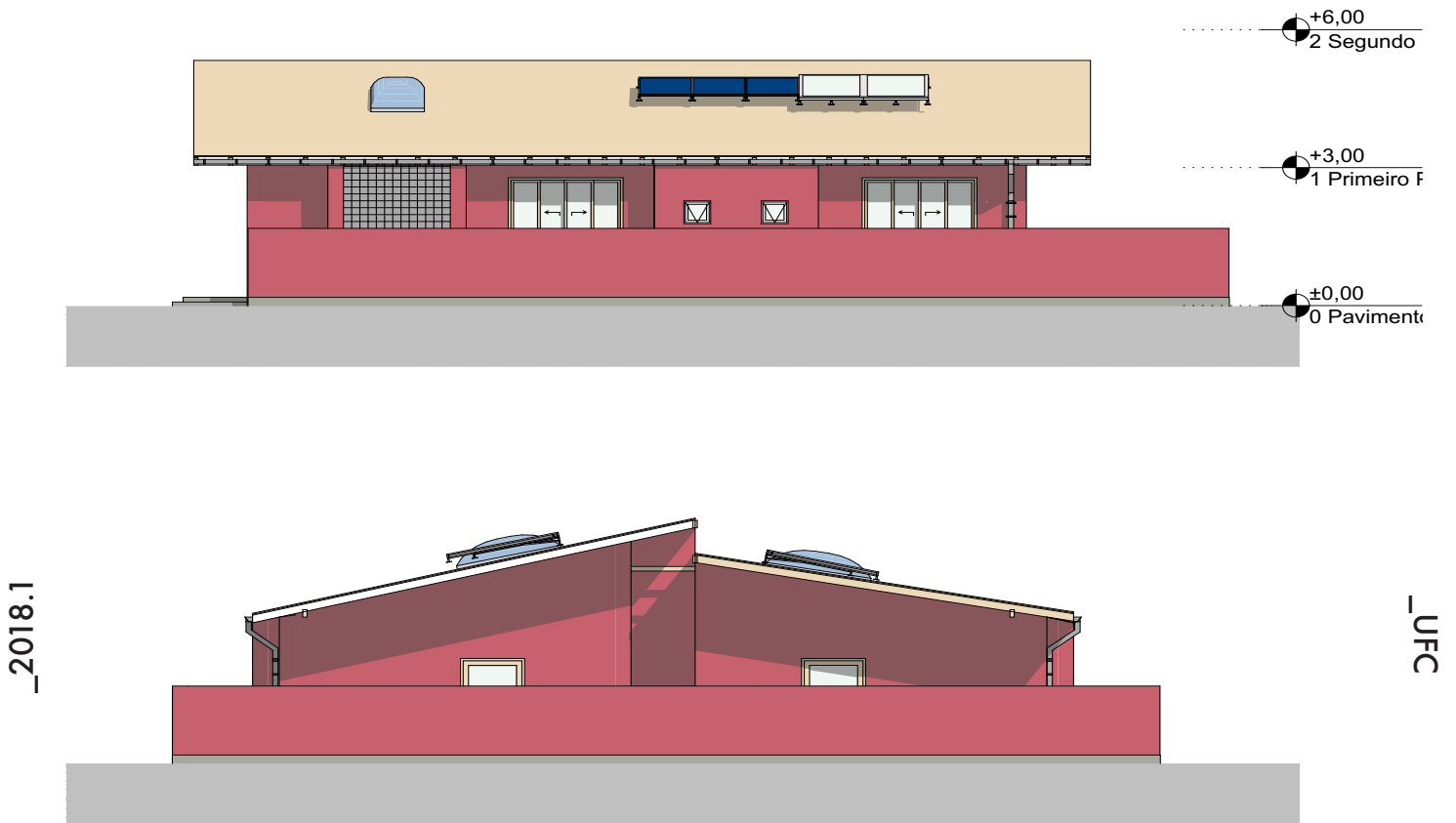


figura 24: elevação sul e elevação leste da residência com as cores representativas de cada material.

elevações norte e oeste

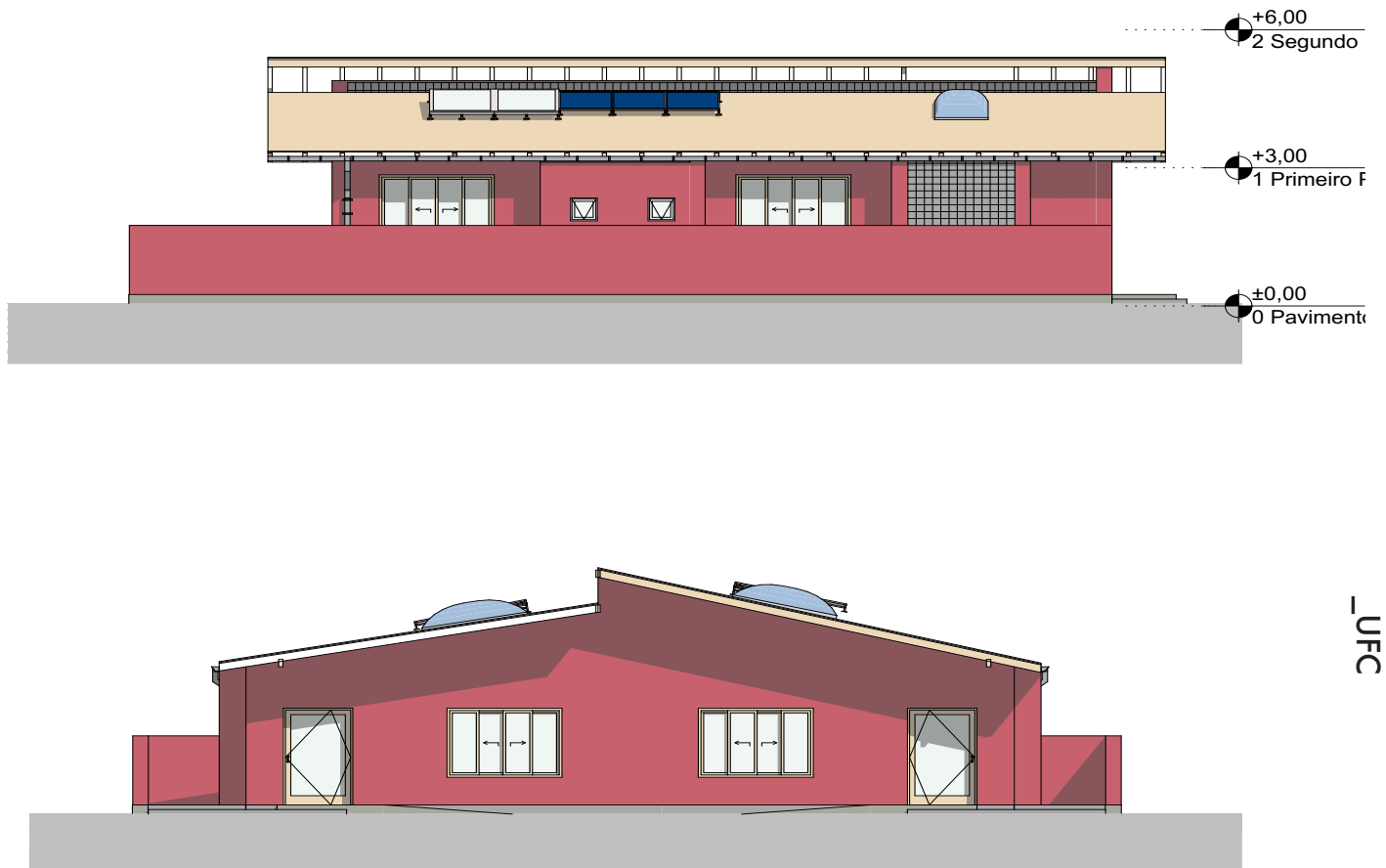


figura 25: elevação norte e elevação oeste da residência com as cores representativas de cada material.

– Sistemas e Tecnologias

Análise Energética.

Para prever a instalação do sistema de energia renovável por painéis fotovoltaicos é necessário primeiramente prever o consumo mensal de energia na residência.

Usou-se para chegar nessa previsão o simulador de cálculo de energia da ENEL¹, empresa responsável pelo fornecimento de energia elétrica para o estado do Ceará.

Foram previstos os aparelhos e iluminações presentes em cada ambiente para um consumo médio de uma família de 4 pessoas. Esse simulador já prevê o consumo dos aparelhos em kwh/mês a partir do consumo diário médio de cada aparelho e o calcula em função da tarifa de energia média aplicada no momento no estado do Ceará, R\$0,69893.

A previsão de consumo mensal prevista para a residência de acordo com os aparelhos é de 209kwh.

Para obter o máximo da forte insolação da região serão instaladas 3 placas de células fotovoltaicas em cada residência, o que se prevê que será o suficiente para prover energia suficiente para a manutenção da residência economizando 90% da conta de energia. Soma-se a isso o uso de coletores solares para água quente, facilitando o conforto do dia a dia da família.

¹ Visto em: <https://enel-ce.simuladordeconsumo.com.br/>

Sala

Quantidade	Descrição	Uso diário	KWh/mês	Custo/mês	Consumo/Total
1	Aparelho de Som	1 hora	2,40	R\$ 1,14	1,15%
3	Iluminação	5 horas	4,50	R\$ 2,14	2,15%
1	Luminária	5 horas	3,00	R\$ 1,43	1,43%
1	Telefone	24 horas	7,20	R\$ 3,42	3,44%
1	Televisão	6 horas	17,10	R\$ 8,13	8,16%
TOTAL			34,20	R\$ 16,25	16,33%

Quarto

Quantidade	Descrição	Uso diário	KWh/mês	Custo/mês	Consumo/Total
2	Abajur	1 hora	0,60	R\$ 0,29	0,29%
4	Iluminação	5 horas	6,00	R\$ 2,85	2,86%
2	Televisão	4 horas	22,80	R\$ 10,84	10,88%
TOTAL			29,40	R\$ 13,97	14,04%

Lavanderia

Quantidade	Descrição	Uso diário	KWh/mês	Custo/mês	Consumo/Total
1	Máquina de Lavar	1 hora	30,00	R\$ 14,26	14,32%
TOTAL			30,00	R\$ 14,26	14,32%

Cozinha

Quantidade	Descrição	Uso diário	KWh/mês	Custo/mês	Consumo/Total
1	Cafeteira	15 minutos	4,50	R\$ 2,14	2,15%
1	Exaustor	30 minutos	2,55	R\$ 1,21	1,22%
1	Geladeira	24 horas	93,60	R\$ 44,49	44,68%
2	Iluminação	4 horas	2,40	R\$ 1,14	1,15%
1	Liquidificador	5 minutos	0,88	R\$ 0,42	0,42%
1	Microondas	10 minutos	7,00	R\$ 3,33	3,34%
TOTAL			110,93	R\$ 52,72	52,95%

Banheiro

Quantidade	Descrição	Uso diário	KWh/mês	Custo/mês	Consumo/Total
2	Iluminação	1 hora	0,60	R\$ 0,29	0,29%
1	Secador de Cabelo	5 minutos	3,75	R\$ 1,78	1,79%
TOTAL			4,35	R\$ 2,07	2,08%

Área Externa

Quantidade	Descrição	Uso diário	KWh/mês	Custo/mês	Consumo/Total
2	Luminária	1 hora	0,60	R\$ 0,29	0,29%
TOTAL			0,60	R\$ 0,29	0,29%

Informações de Consumo

CONSUMO	TARIFA COM TRIBUTOS	CUSTO	CONSUMO TOTAL	
209 kWh	R\$ 0,69893	R\$ 146,41	209,48 kWh	R\$ 146,41

Tabela 1: consumo médio mensal da residência zer0 modelo com base na simulação da ENEL. Fonte: <https://enel-ce.simuladordeconsumo.com.br/>

Para calcular quantos painéis fotovoltaicos seriam necessários para suprir quase que completamente os gastos de energia elétrica, utilizamos a tabela apresentada fornecida pela Empresa Júnior da Engenharia de Energias Renováveis da UFC, RETEC JR. Nela, foram inseridos dados da incidência solar média por dia na latitude e longitude do terreno (dados fornecidos pela NASA¹) e, então, calculada a produção mensal de energia em kWh/kWp. A partir dos dados de gasto mensal médio de energia, a produção de energia estimada para a localização e o valor de potência de cada painel (265 Wp), pode-se calcular

1 Visto em: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

a potência do sistema a ser instalado. Desse modo, a potência necessária para o sistema seria de 0,80 kWp, o que resulta na utilização de 3 painéis fotovoltaicos.

Para obter o máximo da forte insolação da região serão instaladas 3 placas de células fotovoltaicas em cada residência, ao custo de R\$ 6757,50. O que se prevê que será o suficiente para prover energia suficiente para a manutenção da residência economizando 90% da conta de energia retornando o investimento em 6 anos. Soma-se a isso o uso de coletores solares para água quente, facilitando o conforto do dia a dia da família.

_2018.1

_UFC


RETEC JR - DIMENSIONAMENTO FOTOVOLTAICO																																																																																																																																																																									
Nº Orçamento				Fatura Média Anual:		Total Medido (kWh)	Tarifa (R\$)	Valores (R\$)																																																																																																																																																																	
Cliente:				Consumo Fora Ponta	2.508	0,69893	1.753																																																																																																																																																																		
UC:				Consumo Hora Ponta	-		-																																																																																																																																																																		
Endereço:				Consumo Excedente FP																																																																																																																																																																					
CEP:				Consumo Excedente HP																																																																																																																																																																					
Localidade:				Consumo Ativo																																																																																																																																																																					
Distribuidora:				Demanda Contratada																																																																																																																																																																					
Demanda Contratada:				Demanda Ativa FP Excedente																																																																																																																																																																					
Limites de Tensão (kV):				Demanda Ativa HP																																																																																																																																																																					
Modalidade Tarifária:				Demanda Ativa HP Excedente																																																																																																																																																																					
Telefone:																																																																																																																																																																									
Email:																																																																																																																																																																									
PERÍODO	CONSUMO (kWh)																																																																																																																																																																								
MÊS/ANO	FORA PONTA	HORA PONTA																																																																																																																																																																							
mai-16		209																																																																																																																																																																							
abr-16		209																																																																																																																																																																							
mar-16		209																																																																																																																																																																							
fev-16		209																																																																																																																																																																							
jan-16		209																																																																																																																																																																							
dez-15		209																																																																																																																																																																							
nov-15		209																																																																																																																																																																							
out-15		209																																																																																																																																																																							
set-15		209																																																																																																																																																																							
ago-15		209																																																																																																																																																																							
jul-15		209																																																																																																																																																																							
jun-15		209																																																																																																																																																																							
Soma =		2.508																																																																																																																																																																							
Média =		209																																																																																																																																																																							
Média FP+HP=		209																																																																																																																																																																							
Consumo Médio Anual =		2.508 kWh																																																																																																																																																																							
GERAÇÃO ANUAL DO SISTEMA OTIMIZADA		1.308 kWh																																																																																																																																																																							
GERAÇÃO MENSAL DO SISTEMA OTIMIZADA		109,00 kWh																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <td>potência do Painel padrão</td> <td>265 Wp</td> <td colspan="2">potencia do sistema</td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td>produção kWh/kWp =</td> <td>1,626</td> <td colspan="2">potencia de paineis</td> <td colspan="6">0,80</td> </tr> <tr> <td>kWp =</td> <td>,80 kWp</td> <td colspan="2">area necessária (m²)=</td> <td colspan="6">3,45 m²</td> </tr> <tr> <td>area necessária (m²)=</td> <td>5,57 m²</td> <td colspan="2">area disponível (m²)=</td> <td colspan="6">77</td> </tr> <tr> <td>area disponível (m²)=</td> <td>77</td> <td colspan="2">Número de Paineis*</td> <td colspan="6">3,00</td> </tr> <tr> <td>Número de Paineis*</td> <td>3,00</td> <td colspan="2">pot Inversor</td> <td colspan="6">1,00 kVA</td> </tr> <tr> <td>pot Inversor</td> <td>1,00 kVA</td> <td colspan="2">preço</td> <td colspan="6">R\$ 6.757,50</td> </tr> <tr> <td>preço</td> <td>R\$ 6.757,50</td> <td colspan="2">HRS</td> <td colspan="6">5,38</td> </tr> <tr> <td>HRS</td> <td>5,38</td> <td colspan="2">Fator de Perda SolarGIS</td> <td colspan="6">0,81</td> </tr> <tr> <td>pot inversor</td> <td>1,00 kW</td> <td colspan="2">pot paineis</td> <td colspan="6">1,00 kWp</td> </tr> <tr> <td>pot paineis</td> <td>1,00 kWp</td> <td colspan="2">Numero de Paineis*</td> <td colspan="6">4,00 kWp</td> </tr> <tr> <td>Numero de Paineis*</td> <td>4,00 kWp</td> <td colspan="2">1kWp - 4 paineis - 7m²</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>										potência do Painel padrão	265 Wp	potencia do sistema								produção kWh/kWp =	1,626	potencia de paineis		0,80						kWp =	,80 kWp	area necessária (m²)=		3,45 m²						area necessária (m²)=	5,57 m²	area disponível (m²)=		77						area disponível (m²)=	77	Número de Paineis*		3,00						Número de Paineis*	3,00	pot Inversor		1,00 kVA						pot Inversor	1,00 kVA	preço		R\$ 6.757,50						preço	R\$ 6.757,50	HRS		5,38						HRS	5,38	Fator de Perda SolarGIS		0,81						pot inversor	1,00 kW	pot paineis		1,00 kWp						pot paineis	1,00 kWp	Numero de Paineis*		4,00 kWp						Numero de Paineis*	4,00 kWp	1kWp - 4 paineis - 7m²																																															
potência do Painel padrão	265 Wp	potencia do sistema																																																																																																																																																																							
produção kWh/kWp =	1,626	potencia de paineis		0,80																																																																																																																																																																					
kWp =	,80 kWp	area necessária (m²)=		3,45 m²																																																																																																																																																																					
area necessária (m²)=	5,57 m²	area disponível (m²)=		77																																																																																																																																																																					
area disponível (m²)=	77	Número de Paineis*		3,00																																																																																																																																																																					
Número de Paineis*	3,00	pot Inversor		1,00 kVA																																																																																																																																																																					
pot Inversor	1,00 kVA	preço		R\$ 6.757,50																																																																																																																																																																					
preço	R\$ 6.757,50	HRS		5,38																																																																																																																																																																					
HRS	5,38	Fator de Perda SolarGIS		0,81																																																																																																																																																																					
pot inversor	1,00 kW	pot paineis		1,00 kWp																																																																																																																																																																					
pot paineis	1,00 kWp	Numero de Paineis*		4,00 kWp																																																																																																																																																																					
Numero de Paineis*	4,00 kWp	1kWp - 4 paineis - 7m²																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <td colspan="10">LOR DE kWh/kWp ao mês em Fortaleza // Base para usar no dimensioname</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">PRODUÇÃO kWh/kWp</td> <td colspan="2">x kWp (valor exato do sistema)</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>jan</td> <td>132,98</td> <td></td> <td></td> <td>105,72</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>fev</td> <td>131,54</td> <td></td> <td></td> <td>104,58</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>mar</td> <td>105,60</td> <td></td> <td></td> <td>83,95</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>abr</td> <td>104,22</td> <td></td> <td></td> <td>82,85</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>mai</td> <td>109,14</td> <td></td> <td></td> <td>86,77</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>jun</td> <td>109,14</td> <td></td> <td></td> <td>86,77</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>jul</td> <td>112,11</td> <td></td> <td></td> <td>89,13</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>ago</td> <td>159,36</td> <td></td> <td></td> <td>126,69</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>set</td> <td>172,60</td> <td></td> <td></td> <td>137,22</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>out</td> <td>179,83</td> <td></td> <td></td> <td>142,96</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>nov</td> <td>165,56</td> <td></td> <td></td> <td>131,62</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>dez</td> <td>144,33</td> <td></td> <td></td> <td>114,74</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">total</td> <td>1.626 kWh/kWp</td> <td></td> <td></td> <td>1.293 kWh</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>0,80422 kWp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>										LOR DE kWh/kWp ao mês em Fortaleza // Base para usar no dimensioname												PRODUÇÃO kWh/kWp		x kWp (valor exato do sistema)						1	jan	132,98			105,72					2	fev	131,54			104,58					3	mar	105,60			83,95					4	abr	104,22			82,85					5	mai	109,14			86,77					6	jun	109,14			86,77					7	jul	112,11			89,13					8	ago	159,36			126,69					9	set	172,60			137,22					10	out	179,83			142,96					11	nov	165,56			131,62					12	dez	144,33			114,74					total		1.626 kWh/kWp			1.293 kWh							0,80422 kWp							
LOR DE kWh/kWp ao mês em Fortaleza // Base para usar no dimensioname																																																																																																																																																																									
		PRODUÇÃO kWh/kWp		x kWp (valor exato do sistema)																																																																																																																																																																					
1	jan	132,98			105,72																																																																																																																																																																				
2	fev	131,54			104,58																																																																																																																																																																				
3	mar	105,60			83,95																																																																																																																																																																				
4	abr	104,22			82,85																																																																																																																																																																				
5	mai	109,14			86,77																																																																																																																																																																				
6	jun	109,14			86,77																																																																																																																																																																				
7	jul	112,11			89,13																																																																																																																																																																				
8	ago	159,36			126,69																																																																																																																																																																				
9	set	172,60			137,22																																																																																																																																																																				
10	out	179,83			142,96																																																																																																																																																																				
11	nov	165,56			131,62																																																																																																																																																																				
12	dez	144,33			114,74																																																																																																																																																																				
total		1.626 kWh/kWp			1.293 kWh																																																																																																																																																																				
		0,80422 kWp																																																																																																																																																																							
																																																																																																																																																																									

Tabela 2: dimensionamento dos painéis fotovoltaicos. Fonte: RETEC jr.

Análise de ventilação

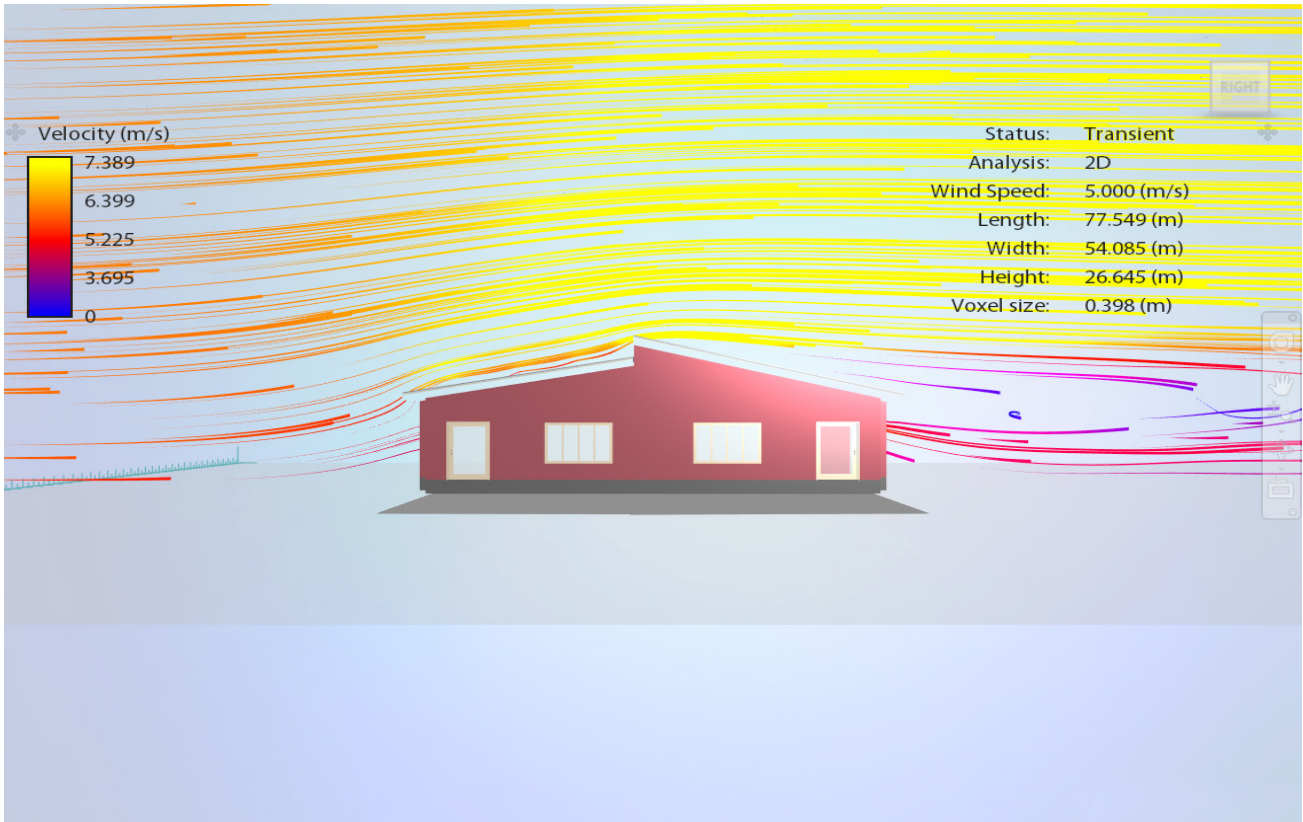
A ventilação natural é um dos pontos mais importantes para garantir o conforto da residência Zer0. A potencialidade disso e o resultado das opções de projeto utilizadas são analisados por meio do software Autodesk Flow Design.

O software foi alimentado com as médias de velocidade (5km/h) e dados da ventilação natural segundo já apresentado e o projeto foi alinhado de acordo com as coordenadas que está posicionado.

Podemos a partir dos resultados ver que o vento flui de forma otimizada ao longo da primeira residência que recebe o vento, ao longo dos cobogós e potencialmente das janelas abertas. A segunda residência é alimentada pela abertura de cobogó posicionada no topo da parede e o ar é encaminhado através da cobertura mais baixa da primeira casa geminada e absorvido por meio do ângulo mais alto da segunda casa geminada.

Além disso, o posicionamento da casa ao longo do terreno se mostra positivo para a chegada e transferência de ventos para todas as casas aplicadas. O posicionamento das casas cria túneis de vento que canalizam a circulação. Com isso ocorre um aumento da velocidade média dos ventos potencializando a sensação de conforto térmico.

fluxo de vento na residência

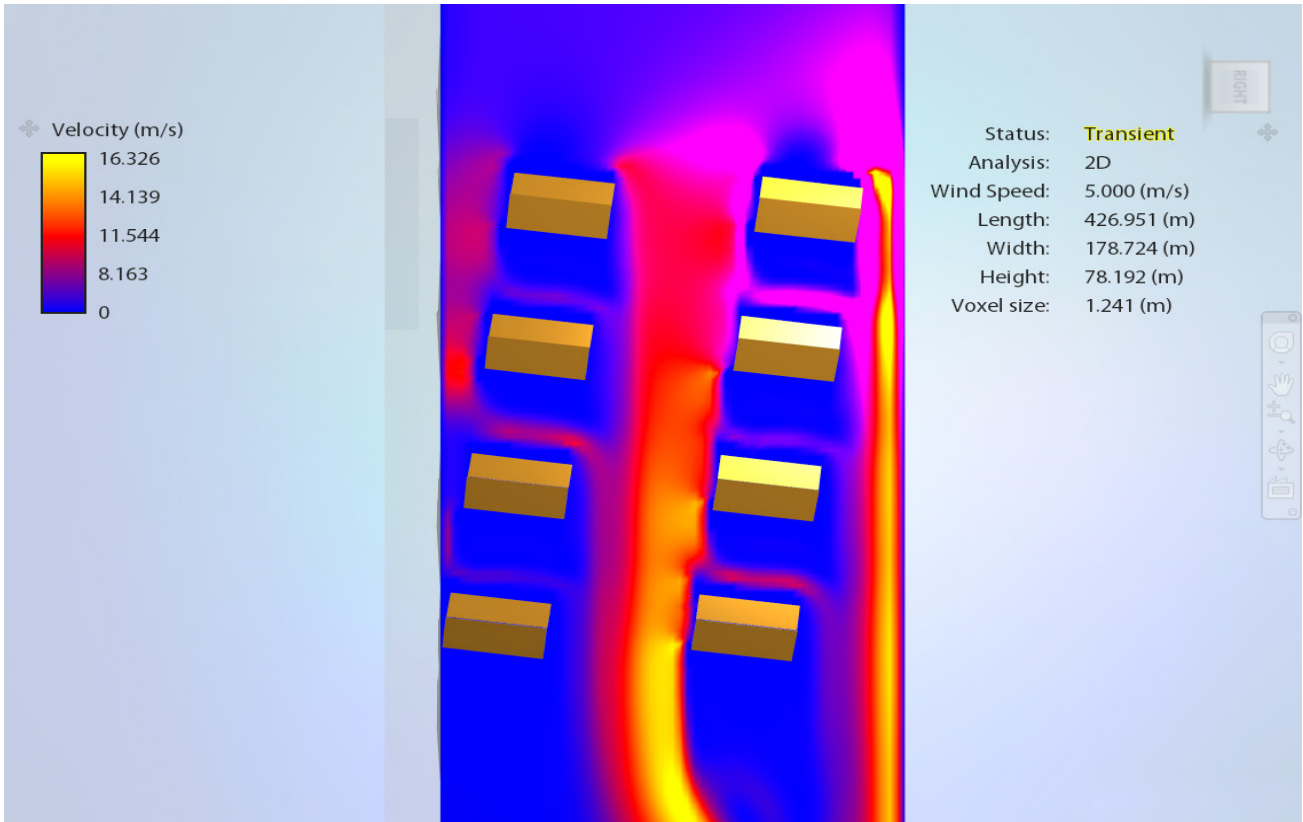


_2018.1

_UFC

figura 26: análise do fluxo de vento dentro da residência através de suas aberturas. Nota-se a otimização da velocidade do vento.

fluxo de vento na implantação



_2018.1

_UFC

figura 27: análise do fluxo de vento ao longo da aplicação das residências em um condomínio no terreno. Percebe-se os túneis de vento criados e a potencialidade de uma ventilação natural otimizada.

implantação como condominio



figura 28: Exemplo de implantação de 16 residências modelo em 8 núcleos geminados com via woonerf de acesso local









CAPÍTULO 6

considerações finais

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia da sustentabilidade sempre permeou meu pensamento e é algo que tenho estudado e me interessado desde os tempos de colégio.

A potencialidade que a arquitetura possui para mudar os rumos da sociedade é muito grande e acredito fortemente que pequenas ações pontuais podem ser catalisadores de mudanças maiores e mais poderosas.

Ser sustentável não é ser tecnológico. Não são apenas inovações, softwares e simulações.

É respeito ao que nos cerca, é pertencimento a cada local e é um legado para os que vem depois.

Uma metodologia de produção de uma habitação sustentável se mostra bastante pertinente visto a situação global que encontramos hoje da relação das construções com a natureza.

Conectando-se obra e ambiente, observando as potencialidades que o ambiente natural nos proporciona e respondendo a esses estímulos através de projeto em arquitetura, podemos gerar ambientes construídos mais agradáveis a quem lá reside e ao seu entorno.

A residência Zero modelo projetada para Jaguaribe mostra toda a potencialidade que um projeto conectado ao seu local pode ter. Explorando metodologias tradicionais de construção, tipologias conhecidas na região e com métodos simples e acessíveis se mostra uma possibilidade de construção de mais residências sustentáveis como essa em diversas outras regiões, baseando-se nas potencialidades de cada lugar.



CAPÍTULO 7

bibliografía

7. BIBLIOGRAFIA

Bartram, L., Rodgers J., Woodbury R. 2011. Smart Homes or Smart Occupants? Supporting Aware Living in the Home. Lecture Notes in Computer Science, Volume 6947/2011, 52-64 Disponível em: < <https://pdfs.semanticscholar.org/2da9/5956f32a4599472be47f4c6169b2e159c27f.pdf> >. Acesso em: 10 ago. 2017.

CAMPOS, Iberê M.. Solo-cimento, solução para economia e sustentabilidade. 2013. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=124>>. Acesso em: 04 maio 2018.

CARDOSO, D.R. Desenho de uma Poiesis. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 288p

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. Em Busca de Uma Arquitetura Sustentável para os trópicos: conforto ambiental. 2. ed. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

FERNANDES, Maria. A TAIPA NO MUNDO. digitAR - Revista Digital de Arqueologia, Arquitetura e Artes, [S.l.], n. 1, dez. 2012. ISSN 2182-844X. Disponível em: <<http://impactum-journals.uc.pt/digitar/article/view/1414>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

FERREIRA FILHO, Efren de Moura. CONSTRUÇÃO COM SOLO CIMENTO. 2016. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/semfaz/solocimento.htm>>. Acesso em: 04 maio 2018.

FRIEDMAN, Avi. SUSTAINABLE: Houses with Small Footprints. Nova Iorque: Rizzoli, 2015.

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. Arquitectura ecológica: 29 ejemplos europeos. Barcelona: Gustavo Gili, 2006.

Glyphis, J. P. (ed.), 2001. How Can the Architect Contribute to a Sustainable World? Boston: Second Nature. Disponível em: < <http://fpd-bd.com/wp-content/uploads/2015/05/How-Can-the-Architect-Contribute-to-a-Sustainable-World.pdf> >. Acesso em: 10 ago. 2017.

GOUVEIA, Lucas. Steel Frame – A construção inteligente. 2017. Disponível em: <http://www.metallica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1450>. Acesso em: 01 dez. 2017.

JAGUARIBE. PREFEITURA MUNICIPAL DE JAGUARIBE. . PDDU Jaguaribe. 2000. Disponível em: <http://conteudo.ceara.gov.br/content/aplicacao/SDLR-PDDU/_includes/PDFs/jaguaribe_2-LeideDiretrizes.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2000.

JOURDA, Françoise-hélène. Pequeno manual do projeto sustentável. São Paulo: Gg, 2015. 85 p.

KUSHNER, Marc. The Future of Architecture in 100 buildings. Londres: Tedbooks, 2015.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Paulo Cesar Machado; TELLI, Francielli Hang. Taipa de Pilão. 2014. Disponível em: <<http://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/taipa-de-pilao/>>. Acesso em: 04 maio 2018.

MARY, Ana; TÚLIO, Demitri. A história da seca no Ceará. 2013. Jornal O Povo. Disponível em: <<https://www20.opovo.com.br/app/fortaleza/2013/12/07/noticiafortaleza,3173510/a-historia-da-seca-no-ceara.shtml>>. Acesso em: 07 dez. 2013.

NEVES, Célia; SALMAR, Eduardo. Parede de painéis monolíticos de solo-cimento. 2013. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=449>>. Acesso em: 22 maio 2018.

OLIVEIRA, Alan Martins de et al. ESTÉTICA DAS CONSTRUÇÕES E ASPECTOS CULTURAIS DAS CASAS DE TAIPA EM ICAPUÍ-CE. 2016. Disponível em: <[http://www.confeca.org.br/media/contecc2016/experiencia_profissional/estética das construções e aspectos culturais.pdf](http://www.confeca.org.br/media/contecc2016/experiencia_profissional/estética%20das%20construções%20e%20aspectos%20culturais.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2018.

Porada, Barbara. “Solar Decathlon China 2013: Equipe de Israel apresenta casa solar inspirada em antigas tradições construtivas” [First Israeli Team to Compete in The Solar Decathlon] 17 Ago 2013. ArchDaily Brasil. (Trad. Santiago Pedrotti, Gabriel) Acessado 8 Dez 2017. <<https://www.archdaily.com.br/134213/solar-decathlon-china-2013-equipe-de-israel-apresenta-casa-solar-inspirada-em-antigas-tradicoes-construtivas>>

ROAF, Sue; FUENTES, Manuel; THOMAS-REES, Stephanie. Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ROAF, Sue; CRICHTON, David; NICOL, Fergus. A Adaptação de Edificações e Cidades às mudanças climáticas: Um guia de sobrevivência para o século XXI. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SILVA, Graziela. Cimento queimado tem excelente custo-benefício. 2018. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/cimento-queimado-tem-excelente-custobeneficio_7862_10_0>. Acesso em: 17 jun. 2018.

SOUZA, Bruna Mayer de; KÓS, José Ripper. A Ekó House e a multiplicação de experiências acadêmicas transdisciplinares. 2011. Disponível em: <http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2011_313.content.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2017.

UNITED STATES. U.s. Department Of Energy. U.s. Department Of Energy. Solar Decathlon 2017 Rules. 2017. Disponível em: <<https://www.solardecathlon.gov/2017/assets/pdfs/sd2017-rules.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

UNIVERSIDADES brasileiras desenvolvem "Ekó House", a casa sustentável. 2011. Site ecycle. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/42/876-usp-desenvolve-qeko-houseq-a-casa-sustentavel.html>>. Acesso em: 29 abr. 2011.

VERALDO, Ana Carolina. CASA DE TERRA CAIUÁS. 2016. Disponível em: <<http://anaveraldo.blogspot.com/p/casa-de-terra-caiuas.html>>. Acesso em: 04 maio 2018.

Victor Delaqua. "Ekó House - A Casa Brasileira no Solar Decathlon / Team Brasil" 20 Set 2012. ArchDaily Brasil. Acessado 8 Dez 2017. <<https://www.archdaily.com.br/71342/eko-house-a-casa-brasileira-no-solar-decathlon-team-brasil>>

"Solar Decathlon 2013: Czech Technical University Wins Architecture Contest, Places Third Overall" 18 Oct 2013. ArchDaily. Accessed 8 Dec 2017. <<https://www.archdaily.com/440093/solar-decathlon-2013-czech-technical-university-wins-architecture-contest-places-third-overall/>>

WEBTECHNE. ARQUITETURA DE TAIPA DE PILÃO: PARTE 2. 2015. Disponível em: <<http://futuraarquitetos.com.br/arquitetura-de-taipa-de-pilao-parte-2/>>. Acesso em: 17 maio 2018.

Nk'Mip Desert Cultural Centre / DIALOG. 2014. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/508294/nk-mip-desert-cultural-centre-dialog>>. Acesso em: 12 maio 2018.

Quiet House / ARTELABO architecture. 2016. Disponível em: <https://www.archdaily.com/784197/quiet-house-artelabo-architecture?ad_medium=widget&ad_name=recommendation>. Acesso em: 21 maio 2018.

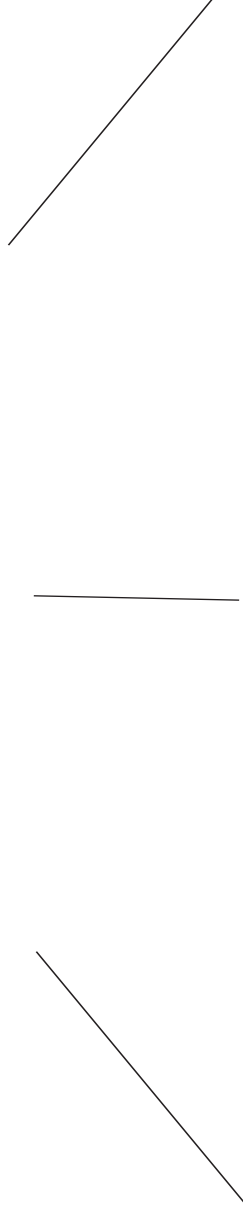
TÉCHNE. Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis. 2008. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/133/artigo286496-1.aspx>>. Acesso em: 17 jun. 2018.

CASA Caldera / DUST. 2016. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/790651/casa-caldera-dust>>. Acesso em: 04 maio 2018.

TUCSON Mountain Retreat / DUST. 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/370237/tucson-mountain-retreat-dust>>. Acesso em: 04 maio 2018.

ANEXOS

PROJETAR UMA HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL ADAPTADA AO LOCAL



1

Realizar uma
construção sustentável

2

Realizar uma
construção sustentável

3

Reduzir o impacto natural

1.1

Utilizar materiais
locais e adaptados

1.1.1

Optar por materiais
locais e de baixo custo
renováveis ou reciclados

1.1.2

1.2.1 Utilizar metodologia
conhecida e replicável

1.2.1

1.2

Aplicar métodos acessíveis para
fácil realização e manutenção
construção sustentável

1.2.2

1.2.2 Usar métodos
passíveis de expansão

2.1

Promover conforto
térmico na edificação

2.1.1

Manter
níveis
elevados de
interior

2.1.2

Priorizar
ventilação natural

2.2

Otimizar o uso de
iluminação natural

2.2.1

Planejar e
projetar o
ambiente
em áreas de
permanência

2.2.2

Promover
o uso de
luz natural

2.2.3

Criar áreas
sombreadas

2.3

Garantir
isolamento acústico

2.3.1

Garantir conforto
acústico
na sala de
matérias

2.3.2

Promover
a qualidade
de vida

3.1

Promover conforto
Reduzir e reaproveitar a água

3.1.1

Reduzir o consumo
de água em
aparelhos

3.1.2

Reaproveitar o
água

3.2

Usar a energia de
forma mais eficiente

3.2.1

Reduzir o
consumo de
energia elétrica

3.2.2

Produzir energia
dentro da
habitação

3.3

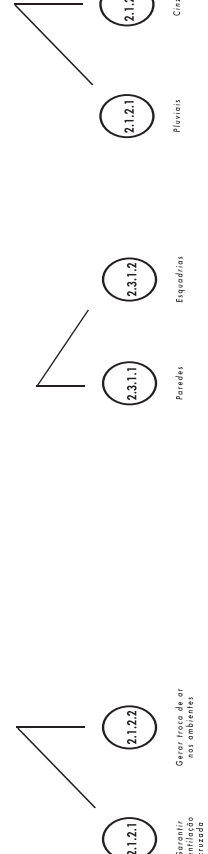
Minimizar a produção
de resíduos sólidos

3.3.1

Utilizar materiais
de longa duração

3.3.2

Usar materiais
de baixo impacto
basta manutenção



Garantir a qualidade de vida em ambientes saudáveis

