

ARQUITETURA

EDIFICAÇÕES COM
OS PRINCÍPIOS DE
SUSTENTABILIDADE

ISBN nº 978-85-52933-08-3

UFUNIFACEX



APRESENTAÇÃO

O UNIFACEX entende a importância de fomentar o conhecimento em todas as suas áreas, contribuindo para o desenvolvimento crítico da comunidade sobre temas de extrema relevância, tais como direitos humanos, diversidade, cidadania e cultura.

Por isso, traz esta coletânea que servirá como material de pesquisa para trabalhos acadêmicos e de interesse social. Esta publicação dá espaço a temas cada vez mais atuais, que buscam disseminar a nova realidade da sociedade atual, possibilitando, ao leitor, uma visão mais ampla das transformações sociais que atravessamos. As construções aqui feitas levam, a efeito, à necessidade de gerar a difusão do conhecimento científico como um meio de transformação de pessoas.

**Candysse Medeiros de Figueiredo
Reitora e Pró-Reitora Administrativa-Interina**

UNIFACEX
BIBLIOTECA SETORIAL NÍSIA FLORESTA BRASILEIRA AUGUSTA
DIVISÃO DE APOIO AO USUÁRIO
FICHA CATALOGRÁFICA NA FONTE

C397e Centro Universitário Facex - UNIFACEX.

Edificações com os princípios de sustentabilidade. / Centro
Universitário Facex – UNIFACEX. Natal: UNIFACEX, 2024.

99 p.

ISBN 978-85-52933-08-3

1. Arquitetura – Ensino Superior. 2. Edificações com os
princípios de sustentabilidade. 3. Centro Universitário Facex -
UNIFACEX. I. Título. II. Centro Universitário Facex - UNIFACEX. III.
BORBA, Adriana Carla de Azevedo, *et al.* (Orgs.) III. Título.

BSNFBA 010/2024

CDU: 72

SUMÁRIO

ANTEPROJETO EDIFÍCIO CORPORATIVO	03
CASA ECOEFICIENTE: PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE RESIDENCIA	
UNIFAMILIAR SUSTENTÁVEL	23
CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL	43
ECO TNY HOUSE	62
PIUM COM AQUAPONIA	82

PLANOS VERDES: Anteprojeto de Edifício Corporativo
com foco no Paisagismo Vertical

Isaías Augusto de Oliveira¹

Adriana Carla de Azevedo Borba²

RESUMO: É imprescindível a utilização de áreas verdes para criar espaços mais amenos, mais agradáveis para o ser humano. Considerando tal realidade, este trabalho tem como objetivo geral propor um anteprojeto de um edifício corporativo com jardim vertical, com intuito de explicitar os benefícios que o jardim vertical pode trazer para um empreendimento e para o meio urbano. Tem como objetivos específicos auxiliar na modificação da paisagem urbana, garantindo a qualidade de vida da população através de um jardim vertical; e contribuir para inclusão de paredes verdes na edificação, como uma forma de trazer a natureza para espaços urbanos. A escolha desse tema se deu em virtude de não existir nenhum empreendimento corporativo com essa proposta e conceito de parede verde em Natal/RN. A metodologia aplicada na realização deste projeto compreende quatro fases: fase decisória, fase de levantamento de dados, fase de análise de dados, fase redacional/projetual. O incentivo de normas mais rígidos em relação a vegetação deveriam ser uma realidade: para que pudessem incentivar a todos a adotar o jardim vertical em edifícios como sendo uma boa opção. Pretende-se com este trabalho estimular a adoção destas soluções projetuais, assim aumentando os projetos que apliquem essa proposta, tendo o meio urbano com mais natureza, ganhando harmonia tranquilidade e bem-estar.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Arquitetura sustentável. Paisagismo. Jardim Vertical.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o adensamento dos edifícios, a falta de planejamento urbano o aumento da poluição, o excesso de carros, aumento cada vez mais expressivo do desmatamento das áreas verdes para a construção de edifícios, vem causando cada vez mais problemas, acarretando poluição, e gerando o aumento da superfície de absorção de calor.

Edifícios verticais aumentam a superfície impermeabilizada, fazendo com que a água escoe mais rapidamente, diminuindo a umidade do ar, a evaporação, a transpiração, o que faz sobrar energia para o aquecimento; com a verticalização surgem sombreamentos, e isso causa contrastes térmicos entre a parte sombreada e a ensolarada. Observa-se com o crescimento urbano, a grande diminuição do espaço livre e a falta de vegetação, que desempenha importante papel nas áreas urbanizadas, no que se refere à qualidade ambiental. Sem áreas verdes as cidades seriam um caos (BERNARD, EICHALA e NASSARALLA, 2016, p. 2).

Com isso, conceitos como os de jardim vertical, parede verde ou terraço jardim vem ganhando um enorme espaço nas grandes cidades, e a utilização desses jardins vem melhorando os aspectos bioclimáticos e psicológicos. Dentre os benefícios consequentes, podemos elencar a

¹ Arquiteto urbanista, formado pelo Centro Universitário Facex – UNIFACEX, e-mail: isaiaaugusto123@hotmail.com

² Professora Doutora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, e-mail: adriana.borba@ufpe.br.

diminuição de ruídos, poluição atmosférica, a criação de um microclima, através da produção de umidade, oxigênio e proteção da radiação solar. Além do que, pode melhorar o dia das pessoas, como a diminuição sanguínea, estresse e depressão.

Em Natal há uma falta de arborização nítida no meio urbano: a cidade tem sido tomada por grandes edifícios verticais, sem nenhum rebatimento vegetação vertical para sanar as altas temperaturas causadas por estes empreendimentos. Uma estratégia para mitigar esta redução de temperaturas, é o uso do conceito de parede verde ou jardim vertical, que ainda não é amplamente empregado na cidade de Natal. Assim, o anteprojeto do edifício corporativo com o jardim vertical surge pela necessidade de empreendimentos que tenham algum rebatimento de jardim vertical, para agregar benefícios para o edifício e seu entorno imediato.

Portanto este trabalho teve como objetivo geral: desenvolver um anteprojeto de um Edifício corporativo com jardim vertical, trazendo bem-estar a quem for trabalhar e utilizar aquele espaço. E objetivos específicos: auxiliar para a modificação da paisagem urbana, garantindo a qualidade de vida da população através de um jardim vertical; e contribuir para inclusão de paredes verdes na edificação, uma forma de trazer a natureza para espaços urbanos.

2 PAISAGISMO

O paisagismo é uma especialidade da arquitetura e pode ser definido como a arte e técnica de promover o projeto, planejamento, gestão e preservação de espaços livres (QUEIROZ, 2012). Atualmente, em todas as plataformas digitais, vemos sobre o conceito de paisagismo sustentável, o qual busca conectar o paisagismo com a sustentabilidade, isto é, a redução nos custos da manutenção dos projetos de paisagem, através, por exemplo, do uso de plantas nativas e atração de ave-fauna selvagem. No entanto, essa preocupação com o paisagismo não é uma preocupação recente.

No Egito Antigo já havia uma preocupação de cultivar jardins, detendo um papel importante para refrescar o ambiente, sombreado por caramanchões e árvores frutíferas. Estes jardins eram cultivados em cima de terraços. Com o passar dos anos houve muitos outros jardins, estudos e avanços até chegarmos em outro recorte importante, para efeito desse estudo, que são os jardins de 1920, onde o conceito de terraço jardim ou terraço verde começou a ganhar força. Foi quando o arquiteto francês Le Corbusier definiu terraço jardim como conceito arquitetônico, trazendo uma caracterização ambiental, proporcionando uma qualidade de vida melhor, através de áreas de lazer verdes, além de proporcionar um cenário cênico paisagístico.

O arquiteto modernista Charles-Edouard Jeanneret-Gris, mais conhecido como Le Corbusier, foi quem desenvolveu a ideia de terraços jardins, com a intenção de compensar a pegada ambiental causada pela construção no terreno e proporcionar uma maior qualidade de vida as pessoas através de áreas de lazer verdes. (Vivadecora, os 5 pontos da arquitetura moderna Le Cobusier e sua influência nas construções atuais, 13 de dezembro de 2017)

Já no Brasil esta preocupação com o paisagismo surge a partir da chegada de D. João VI, no ano de 1807. Nos meados do século XIX começaram a utilizar sementes e mudas de espécies floríferas de plantas ornamentais dos jardins dos palacetes na cidade do Rio de Janeiro (QUEIROZ, p.1, 2012). Logo após, chegaram ao Brasil várias espécies de mudas floríferas como roseiras, copos de leite e lírios entre outras.

A França teve um papel crucial neste paisagismo; Dom Pedro II contratou o francês Auguste François Marie Glaziou no ano de 1859, para trabalhar como Diretor Geral dos parques e jardins da Casa Imperial e também como Inspetor de Jardins Públicos Municipais do Rio de Janeiro. Implantando vários jardins e parques públicos como o parque São Cristóvão, a Quinta da Boa Vista, o Barão de Nova Friburgo e a requalificação do passeio público com caminhos que davam sentido a grandes e diferentes gramados, entre outros. Logo depois o jardim foi adaptado em residências e palacetes (QUEIROZ, 2012, p. 2s).

Ao decorrer dos anos, precisamente em 1930, o paisagismo brasileiro tem visibilidade com o trabalho de Roberto Burle Marx, trazendo toda uma valorização da cultura brasileira através do paisagismo. Ao viajar para a Alemanha, no intuito de aperfeiçoar seus estudos como desenhista, percebeu a beleza das plantas tropicais. Ao voltar para Brasil, Burle Marx começou a desenvolver o cultivo de plantas da flora brasileira, ligando ao modernismo, dentro da sua proposta estética inovadora como podemos ver descrito a seguir. De volta ao Brasil, Burle Marx começa a cultivar, colecionar e classificar plantas. Sua inovação foi a de criar, dentro de uma estética ligada ao Modernismo, um paisagismo tropical com valorização da flora brasileira. (NICOLAU, 2012, p. 3).

Os Jardins no Brasil tinham uma forte influência da cultura europeia, onde era comum encontrar várias plantas exóticas, típicas de países de clima temperado. Com isso, Burle Marx começou a utilizar nos seus projetos as plantas nativas, autóctones, nunca utilizadas anteriormente. O paisagismo se molda de acordo com sua época, trazendo formas e personalidades diferentes, gerando um estilo único em épocas diferentes.

Logo após Burle Marx, apareceram vários nomes importantes no paisagismo como Miranda Magnoli, Rosa Kliass, Fernando Chacel e Benedito Abbud. Nos dias atuais o arquiteto e paisagista Alex Hanazaki é um dos maiores nomes do paisagismo contemporâneo nacional, um dos muitos discípulos de Roberto Burle Marx. Muitos dos paisagistas posteriores a Burle Marx, se dizem adeptos de suas ideias e conceitos de projeto de paisagem.

Queiroz (2012, p. 04) explica que com o tempo, o indivíduo começou a perceber o paisagismo não somente como um fator estético, mas como sinônimo de qualidade de vida, proporcionando melhores formas de se adaptar a plantas de diferentes tipos, com suas características únicas em um ambiente natural ou não, promovendo beleza, recursos naturais, leveza e qualidade de vida às pessoas. O paisagismo passou a ser visto com uma solução muito positiva com caráter

ecológico, sustentável, biológico e social no mundo inteiro.

Surge então o termo “Arquitetura da paisagem” um campo disciplinar que compreende o planejamento regional urbano, a preservação do meio ambiente natural, adaptando as plantas à realidade do espaço, e as espécies autóctones são mais adequadas para isso.

O convívio com áreas verdes, seja ela natural ou construída pelo ser humano, conservando as características do natural, traz benefícios para a saúde, diminuindo o estresse, a pressão sanguínea, melhorando as atividades e trazendo bem-estar como podemos ver ilustrado na citação abaixo.

O contato com áreas verdes, ainda que recriadas pelo ser humano, porém conservando as características do meio natural, traz benefícios para a saúde, como a diminuição do estresse, melhora na realização das atividades laborais e bem-estar. (Queiroz, p. 5, 2012, apud. Kaplan e Kaplan, 1995).

De acordo com Queiroz (2012, p. 5) o paisagismo sustentável é aquele que se adapta à realidade; são estratégias projetuais que precisam de menos manutenção, proporcionando melhoria do ambiente urbano, não só viabilizando beleza para o espaço, mas também incentivando a biodiversidade, biológica, ecológica e a preservação do solo e da vegetação local.

As plantas nativas podem ser uma boa escolha para restabelecer o microclima local, conservando a qualidade do ar e do solo, promovendo a diminuição do gás carbônico da atmosfera e da poluição sonora, de maneira mais rápida do que as espécies exóticas, que não pertencem à região. Desta forma, a vegetação nativa proporciona um custo benefício mais viável economicamente, além de promover a variedade e valorização das plantas locais.

Hoje, entre os materiais de um projeto, o elemento vegetal pode ser incluído como uma solução técnica: trepadeiras crescem sobre paredes, a vegetação cria sombreamento, nos telhados verdes e jardins de cobertura usam-se plantas que valorizam o projeto, não apenas paisagisticamente ou por motivo meramente estético, mas também contribuem para amenizar e melhorar o ambiente urbano (GENGO e HENKES, 2013, p. 65).

Outra solução projetual de paisagismo é o teto verde, conhecido também como ecotelhado; se trata de um jardim suspenso, tendência que vem ganhando força no mercado. Geralmente vemos sua utilização em coberturas de edifícios residenciais, comerciais e casas com lajes ou telhados convencionais. Para executar é necessário impermeabilizar, dispor de instalações hidráulicas específicas, dotar de manta geotêxtil, terra e plantas locais. Na maioria das vezes, utiliza-se vegetação rasteira para o fechamento onde é apoiado, não demanda irrigação constante e nem de poda, assim como demanda de pouca adubação. Este método pode trazer vários benefícios e bem-estar, absorvendo água da chuva, trazendo conforto térmico para o ambiente e o isolamento acústico da edificação (QUEIROZ, p. 8 2012). Como podemos ver na citação a seguir, o preço do sistema instalado. O preço do sistema instalado sobre uma laje empata com o de uma cobertura cerâmica ou de fibrocimento colocada sobre a mesma laje. (QUEIROZ, 2012,p.8 apud JOÃO MANUEL FEIJÓ).
E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

Além da solução projetual do teto verde, no paisagismo também existem as paredes verdes, e que foram criadas para amenizar a falta de áreas verdes nos centros urbanos, e também para modificar a paisagem de locais com espaços pequenos (QUEIROZ, p. 9, 2012). As paredes verdes, também denominadas como jardins verticais, são aplicados em fachadas e também em ambientes internos, promovendo uma composição com a arquitetura, embelezando as construções e purificando o ar. O sistema de irrigação pode ser feito manualmente ou de forma automática, por exemplo, pelo método de gotejamento; vai depender do tamanho e escala do projeto em questão. As fachadas verdes ou paredes verdes externas podem ser utilizadas em edifícios, qualquer que seja o uso desta edificação, gerando um grande tapete ecológico urbano.

Dentre as principais vantagens do uso desta solução, pode-se defender que proporciona maior conforto térmico, protege contra os raios solares, reduz o uso de ar-condicionado, sendo, portanto, um grande aliado nas questões de eficiência energética, gerando uma economia de cerca de 30%, segundo Queiroz (2012, p. 9).

Atualmente, ao se pensar em paisagismo, diretamente pensamos em sustentabilidade, conceito com o qual está totalmente relacionado. O paisagismo envolve maneiras de construir com menos impacto ambiental e maiores ganhos sociais, sendo ecologicamente correto, economicamente viável, culturalmente aceito e socialmente justo (QUEIROZ, 2012, p. 11).

Nesse contexto, é importante que o edifício com um jardim vertical transmita uma sensação de satisfação, propiciando qualidade de vida aos usuários e em sua volta, trazendo benefícios e deleite, concedendo harmonia com suas cores e formas, contribuindo para uma maior valoração e qualificação do espaço urbano.

3 JARDIM VERTICAL

Em muitas cidades contemporâneas, é comum se perceber uma redução dos espaços verdes das grandes cidades, gerando desconforto e problemas de saúde (ARANTES, 2017). A utilização de estratégias de paredes verdes vem melhorando a qualidade de vida das pessoas, aprimorando o isolamento térmico das edificações, reduzindo gastos energéticos, diminuindo a poluição e reparando a qualidade do ar e reduz os ruídos externos.

Além disso os jardins e terraços podem funcionar como ecossistemas artificiais, que são parte integrante do próprio edifício, contribuindo para a estética do ambiente e embelezando os espaços onde estão inseridos, permitindo que o empreendimento seja uma extensão ambiental natural contribuindo na melhoria da água do ar e da decomposição da matéria orgânica. Como Yeang defende.

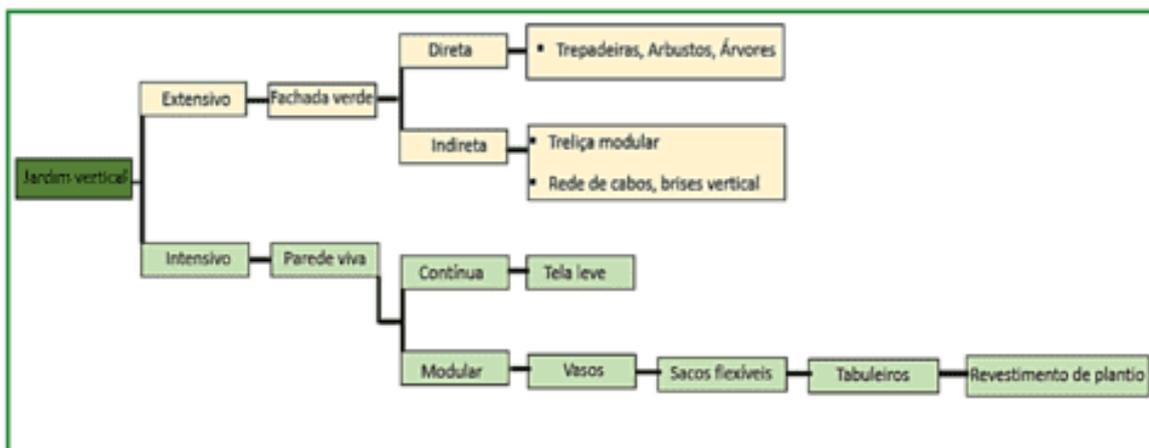
[...] os jardins dentro do edifício originam em parques ou jardins circunvizinhos no nível do solo e ininterruptos em uma espiral para cima através de toda a estrutura, assim a própria forma construída está viva e participante na vida do ecossistema. Por último, incluindo a

capacidade de cultivar alimentos e outras matérias-primas, a melhoria da qualidade da água e do ar e a decomposição da matéria orgânica. (ARANTES, 2017, p.02 apud YEANG, 2012).

Segundo Arantes (2017, p. 5), quando se pensar em projetar um edifício, temos que nos atentar a todos os aspectos que compõem um projeto. Sendo eles, por exemplo, o revestimento e painéis de vidro, entre outros, que podem interferir na qualidade do ambiente interno. Como o país tem um clima tropical e subtropical, há uma grande radiação que acaba sendo absorvida pelos vidros das fachadas. Para mitigar tais efeitos, existem várias maneiras e fatores em que se pode utilizar a vegetação no edifício e que são estratégias bioclimáticas.

Dessa maneira, foram realizados vários estudos para compreender os tipos de jardins verticais que existem para que possa contribuir para o projeto, no qual foi observado que existe o jardim vertical extensivo e intensivo, como podemos ver na figura 01 a seguir:

Figura 01: Tipos de jardins verticais



Fonte: Manso Castro Gomez, 2015. Adaptado pelo autor, 2019.

Depois dessa ilustração esquemática dos tipos de soluções existentes, em seguida trataremos sobre as classificações de alguns tipos de jardins verticais, explicitando o seu tipo e quais serão empregadas no projeto desenvolvido nesta investigação.

3.2.1 Fachadas verdes

As fachadas verdes são cultivadas no local, requerem o uso hidropônico para que as plantas cresçam com aderência, tendo sua irrigação automática de acordo com Prado (2015, p.10). Arantes (2017, p. 50) fala sobre a vegetação como trepadeiras, árvores e arbustos podem ser colocadas

Figura 02: Vegetação sobre as lajes



Fonte:

<https://www.stefanoeriarchitetti.net/en/project/vertical-forest/>. Acesso em: 09 de outubro, 2019. Adaptado pelo autor, 2019.

Figura 03: Vegetação sobre guias afastadas das paredes com aberturas



Fonte: <https://ecotelhado.com/brise-vegetal-na-fachada-de-predios-reduz-consumo-de-energia/>. Acesso em: 09 de outubro, 2019. Adaptado pelo autor, 2019.

diretamente em floreiras, solo e sobre as lajes, figura 02. As paredes têm que estar impermeabilizadas, sem trincas para não causar danos na edificação.

Seu desenvolvimento é de forma aderente, sendo aplicado diretamente na parede da edificação, e também pode ser feito indiretamente através de treliças, guias, brises, afastadas ou próximas das paredes, sendo elas em paredes com aberturas ou cegas, figura 03.

3.2.2 Paredes vivas

As paredes vivas, figura 04, requerem um cuidado maior com a execução, manutenção e a irrigação frequente do que as fachadas verdes, apresentando também técnicas mais complexas. Mas permite um jogo mais interessante de jardins, com tamanhos e cores diferentes. Esses sistemas são pré-fabricados em módulos, ou montados na hora no local. Utilizando várias técnicas como: sistema hidropônico, substrato leve e etc. (PRADO, 2015, p.12).

Figura 04: Paredes vivas

3.2.3 Sistemas pré-fabricados

Os sistemas de pré-fabricados são feitos por módulos e produzidos de maneira simples. Como podemos ver algumas a seguir, seu tipo de sistema de irrigação e fixação.

Um dos métodos utilizados no pré-fabricado, é o método com blocos cerâmicos e blocos de concreto. O bloco cerâmico, figura 05, é utilizado em lugares que suportam cargas maiores com peso de 120kg por m² quando finalizado, assentado e plantado. Sua fixação é feita por argamassa, intercalando os blocos, podendo ficar aparente dependendo de acordo com a vegetação for plantada.

A parede ou muro que irá receber os blocos precisa estar preparada, totalmente impermeabilizada. Não se utilizando manta ou revestimentos, pois pode causar danos aos blocos como a falta de aderência do material aplicado. Sua irrigação é feita pelo ponto de água para sustentar o sistema que irá irrigar a vegetação, havendo também um ponto de captação para diminuir o excesso de água causado pelo sistema de irrigação (ARANTES, 2017, p. 62). Além disso conceber um caimento de 0,5% no nível dos módulos dos blocos, facilitando a drenagem do excesso da água das chuvas e do sistema de irrigação, o tempo diário de gotejamento e irrigação do sistema é dado pelo técnico ou paisagista.

O bloco de concreto também é utilizado em paredes e muros, conhecido como jardim vertical ou muro ecológico. Existem vários modelos e formas de blocos de concreto no modelo 1, figura 06, vemos sua forma retangular, onde seu peso por m² é de 123,50 kg. Sua fixação é feita por argamassa e também ferragem para melhor fixação como reforço.



Fonte: <https://www.discoverwalks.com/blog/top-5-things-to-do-at-the-musee-du-quai-branly/>. Acesso em: 10 de outubro, 2019. Adaptado pelo autor, 2019.

Figura 05: Jardim vertical bloco cerâmico



Fonte: <https://adoroarquitetura.com.br/05-dicas-para-seu-jardim-vertical-ficar-sempre-lindo/> Acesso em: 09 de outubro de 2019. Adaptado pelo autor, 2019.

Figura 06: Modelo 1 do tipo de bloco de concreto



Fonte: Arantes, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

Já no bloco modelo 2, figura 07, mostra sua forma mais curva com assentamento intercalado do tipo de amarração, seu peso por m² chega a 140 kg. Sua fixação também é feita por argamassa e é preciso ser realizada uma impermeabilização dentro dos blocos. Sua irrigação é feita pelo método de furos nos blocos, para drenar água para passar ao bloco abaixo e assim sucessivamente.

Figura 07: Modelo 2 do tipo de bloco de concreto



Fonte: <https://quitaunablocos.com.br/bloco-jardim-vertical/> Acesso em: 09 out. 2019. Adaptado pelo autor, 2019.

Outro método pré-fabricado é com vasos plásticos, figura 08, de vários formatos e cores são utilizados em paredes e sua instalação é considerada fácil. Sua fixação se dá por meio de uma estrutura metálica parafusada em perfis de aço ou alumínio, presos na parede, ficando pendurados. Com estrutura individual de sustentação pode ser instalado sem precisar de paredes suportando sua própria carga, tornando ideais para paredes altas (PRADO, 2015, p.14). A irrigação se dá de forma automatizada, com controle do uso e também pode ser feita por irrigação

com gotejamento individual, eliminando o desperdício. Nos vasos, há uns furinhos pelos quais a água passa de um para outro, por baixo, sendo que a cada 4 fileiras se coloca uma calha para coletar água em excesso. (ARANTES, 2017, p. 51)

Figura 08: Pré-fabricado, vasos plásticos



Fonte: Arantes, 2017. Adaptado pelo autor, 2019.

3.2.4 Sistemas montados no local

A montagem direta nas paredes, também conhecida por *in situ*, é feita por meio da aplicação de camadas de feltro, lâ-de-rocha ou outros materiais geotêxtis, que substituem o substrato como suporte e armazenamento de nutrientes (PRADO, 2015, p.13 apud PEREIRA, 2014, p.10). Esse sistema prioriza o uso de plantas que cresçam o mais rápido possível, além do uso de espécies nativas, que tenham alta adaptação a qualquer ambiente. A técnica do sistema hidrópico é a mais simples das técnicas.

Sua execução consiste em uma estrutura com instalações de ripas verticais e outras horizontais sobre o muro ou parede, tendo uma superfície perfeita independente da parede. Essa técnica afasta a estrutura do jardim vertical e a parede para que haja uma circulação de ar entre elas, e assim contribui para o resfriamento da superfície. (PRADO, 2015, p.13 apud SOUZA, 2012).

Um das grandes vantagens desse sistema é a facilidade de suporte na parede ou muro, a redução do peso, e fácil adaptação em diferentes espaços. E as desvantagens são o grande consumo de água e de nutrientes e também o elevado custo de manutenção e execução. Sua irrigação é bem complexa.

Já a técnica do substrato é bem parecida com a técnica anterior, o hidrópico, entretanto, elas não se assemelham na cobertura das ripas sobre as quais são colocadas, segundo Prado (2015, p.13). Sua irrigação é feita por gotejamento. As vantagens dessa técnica são o baixo custo de manutenção, preço mais acessível, menor reposição de plantas, baixo consumo de água e a reciclagem da água da chuva. A desvantagem de acordo com Prado (2015, p.13) é a lentidão da instalação, e é preciso de mão de obra especializada para esse sistema.

4 ESTUDOS DE REFERÊNCIA

O edifício Hermes 880 localiza-se na zona leste de Natal/RN figura 09 na Av. Hermes da Fonseca figura 10, concebida pelo arquiteto Felipe Bezerra. O edifício se destaca pelo seu design diferenciado e lúdico. Sua forma inovadora apresenta um movimento diferenciado, que prende a atenção do observador, em face do trabalho volumétrico idealizado, assim como seu apelo estético, figura 09.

O empreendimento é composto³ por 15 unidades empresariais, com salas comerciais com até 243m² e com lojas de até 739m², com vagas privativas para cada sala. A edificação detém vários serviços, tais como: lojas, restaurantes, escritórios, banco, entre outros. Atualmente no térreo, é localizada a recepção, a loja companhia do mármore e o banco Itaú.

³ Dados disponíveis em: Hermes880.com.br. Acesso em: set. 2009.
E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade.

Em cada sala existe seu setor administrativo, mas também existe a parte administrativa geral do empreendimento, o qual se concentra no 1º andar, junto com a sala da presidência, sala reuniões e marketing. E no mesmo andar situa-se o restaurante Marechal. No 2º andar, estão os escritórios de advocacia, e um destaque para esta proposta é o fato de que no empreendimento só existe 2 salas em cada pavimento, proporcionando maior flexibilidade tanto na sua planta como no seu layout. No 3º andar em diante seguem-se mais espaços para escritórios, com vários tipos de serviços, sempre adotando o mesmo sistema de 2 salas por pavimento.

O projeto foi desenvolvido de maneira bastante funcional, com um certo “desordenamento” volumétrico intencional, sendo que as lajes ora se projetam, ora se retraem, tanto nas fachadas como lateralmente, assim atendendo a um aspecto do programa. Dessa forma, os andares permitem configurar salas de tamanhos variados, facilitando a comercialização para quem vai comprar ou alugar as salas. Os banheiros são acessíveis, porém a circulação que dá acesso ao hall dos elevadores não é acessível, foi considerada de dimensões insuficientes. A parte da rampa frontal não foi considerada bem localizada, de modo que pode atrapalhar a passagem dos pedestres, situação ainda mais crítica pela proximidade de uma vaga de estacionamento.

Em relação ao conforto, há grandes aberturas em todos os ambientes, contudo, não se utiliza da ventilação natural, nem da luz natural, preferindo por usar cortinas nas aberturas. Nas escadas não existem aberturas, conseqüentemente não circula a ventilação nestes espaços.

Figura 09: Fachada do Edifício Hermes



Fonte: Hermes 880. Adaptado pelo autor, 2019.

Outro estudo de referência estudado, este de caráter indireto, foi o edifício Bosco Verticale, que está localizado na cidade de Milão, Itália. Os responsáveis pelo projeto são uma equipe composta pelos arquitetos Boeri Studio, Stefano Boeri, Gianandrea Barreca, Giovanni La Varrap. O E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

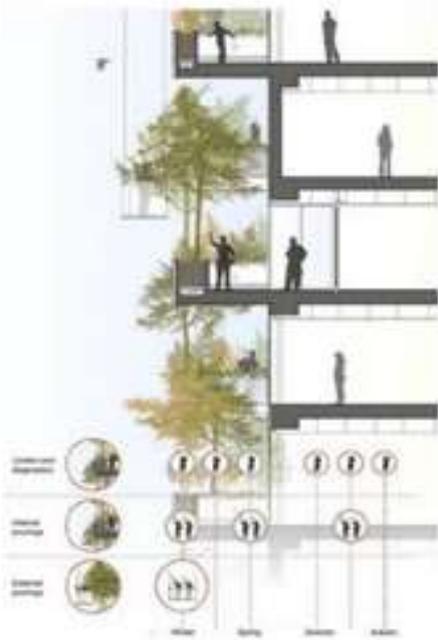
paisagismo ficou a cargo dos paisagistas Emanuela Borio e Laura Gatti. O projeto foi concebido para tentar mitigar alguns danos ambientais da cidade, haja vista que Milão é considerada umas das cidades mais poluídas do mundo.

Figura 10: Entorno do Edifício Bosco Verticale



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/778367/edificio-bosco-verticale-boeri-studio>. Acesso em: 05 de setembro de 2019. Adaptado pelo autor, 2019.

Figura 11: Altura da vegetação varia



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/778367/edificio-bosco-verticale-boeri-studio>. Acesso em: set. 2019.

A proposta tem um uso residencial, que compreende o primeiro exemplo de uma floresta vertical urbana com 3 apartamento por andar, o qual consiste em duas torres, sendo uma de 80 metros e outra de 112 metros quadrados. Abrigam aproximadamente 5.000 mil arbustos, 11.000 plantas perenes e rasteiras, 480 árvores de médio e grande portes e 300 de porte pequeno. Todo este acervo vegetal se concentra sobre uma superfície urbana de 1.500 m² e equivalendo a 2,5 acres de floresta e vegetação rasteira.

A Floresta Vertical é um conceito arquitetônico que não utilizou os materiais tradicionais nas superfícies urbana, adotando uma camada de vegetação, utilizando uma policromia de folhas nas suas paredes; já o tipo de árvore foi escolhido de acordo com suas posições das fachadas do edifício, criando um microclima harmônico com filtragem da luz solar. E no seu entorno há várias edificações como podemos ver na figura 10.

As fachadas do edifício são mutáveis conforme a ação do tempo; as cores variam de acordo com a estação do ano, e as diferentes espécies de plantas usadas. As plantas são concebidas em cima de varandas, onde o tamanho destes vegetais varia de acordo com as alturas diferentes de cada varanda figura 11. As plataformas onde as plantas crescem são de responsabilidade do condomínio, e a manutenção e substituição de toda a vegetação e o número de plantas

especificadas para cada plataforma, o que representa um custo muito alto para esse tipo de técnica de jardim vertical. A técnica utilizada para o edifício foi de fachada verde, com floreiras aplicadas diretamente nas lajes.

O projeto serviu como referência projetual no que se refere ao uso de elementos construtivos como varanda de tamanhos e alturas diferentes, o uso de árvores de diferentes portes, para que possa ter uma diversidade de cores, alturas e espécies.

Outro estudo indireto realizado foi o One Central Park é um edifício misto (Comercial e residencial), com um jardim vertical de 166 metros de altura, composta por duas torres de vidro. Localizado na Cidade de Sydney na Austrália, e o arquiteto responsável foi o Ateliers Jean Nouvel e o responsável pelo jardim vertical, o paisagista Patrick Blanc.

A intervenção paisagística ecológica no One Central Park⁴ foi inspirada numa falésia cobrindo metade da fachada do edifício, se tornando a parede viva mais alta do mundo, figura 12. Foram utilizadas 350 espécies de flores, sendo 190 de plantas nativas australianas, brotos e flores, 160 variedades de plantas exóticas, ajudando a mitigar os gases poluentes e diminuindo as altas temperaturas do edifício. As plantas compõem uma forma musical na fachada, oferecendo uma vista de considerável teor estético para o horizonte de Sydney⁵.

O projeto também abriga um conjunto de espelhos com sistemas automáticos, os quais capturam os raios solares para baixo, direcionando a luz aos vegetais figura 30, para incentivar o crescimento mais rápido da vegetação, acelerando o seu metabolismo. Ao escurecer, a estrutura externa se transforma numa instalação de arte iluminada com LED figura 31, material que, além do baixo impacto, oferece longa duração de acordo com o Ciclovivo.com.br.

Figura 12: One Central Park



⁴ Dados disponíveis em: ciclovivo.com.br, acesso em setembro de 2009.

⁵ Dados disponíveis em: One Central Park / Ateliers Jean Nouvel, acesso em dezembro de 2014.

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/758761/one-central-park-ateliers-jean-nouvel>. Acesso em: 05 set. 2019. Adaptado pelo autor, 2019.

Ao escurecer, a estrutura externa se transforma numa instalação de arte iluminada com LED figura 31, material que, além do baixo impacto, oferece longa duração de acordo com o Ciclovivo.com.br.

Além dos grandes painéis de Jardim Vertical, há o uso de trepadeiras nos terraços, possibilitando a visualização da vegetação para dentro do edifício, por estarem em frente aos painéis de vidro das fachadas, promovendo a integração entre os ambientes internos

e externos. Neste sentido, pode-se dizer que são empregadas duas técnicas diferentes, que se complementam.

Figura 13: Terraço verde experimental



Figura 14: Fachada com sistema de brises

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/918543/edificio-corporativo-andares-sordo-madaleno-arquitectos>. Acesso em: 05 set. 2019.



Fonte:

<https://www.archdaily.com.br/br/918543/edificio-corporativo-andares-sordo-madaleno-arquitectos>. Acesso em: setembro de 2019.

O último estudo de referência indireto foi feito no Edifício Corporativo Andares, que se localiza em Guadalajara no México. O edifício tem 23 pavimentos e 140 metros de altura. Este projeto tem o uso misto, e acomoda escritórios e comércio. Foi projetado por Sordo Madaleno Arquitectos no ano 2017.

O projeto foi todo pensando para integrar o edifício com o contexto urbano que envolve este projeto como o conceito principal que amplia e complementa o edifício por meio de um diálogo arquitetônico. Na parte comercial tem três níveis, utilizadas como terraços verdes. A torre corporativa cresce em 6 blocos com alturas irregulares, separando-os por um terraço experimental, figura 13.

A parte da distribuição interna da torre, foi projetada para ter um núcleo central para circulação vertical e de serviços que se concentra na parte central de todo edifício contendo banheiros, elevadores e escadas como mostra a setorização da cor laranja e na torre onde se concentram os escritórios está setorizado na cor vermelha e na cor verde o terraço jardim que separa a torre de escritórios e área comercial 3 pavimentos abaixo do terraço na cor roxo. Desse modo, o perímetro é mostrado como uma área livre e flexível para acomodar diferentes configurações espaciais, sendo projetado 2 salas. Na fachada há um sistema de brises, figura 14, com divergentes posições integrado para reforçar o caráter dos volumes da torre, também fazendo sua função técnica contra a exposição solar

Este projeto é fundamental como referência projetual, principalmente na sua divisão interna, onde existe um corredor central para circulação e em sua volta, no perímetro, não tem compartimentos, deixando o ambiente livre e flexível para melhor configurar espacialmente, além das soluções do uso de terraço verde, uso do vidro.

5 CONDICIONANTES DO PROJETO

A cidade escolhida para o projeto foi Natal/ RN, em virtude, dentre outros fatores, de não existir alguma proposta de torre de edifício com jardim vertical, em meio a tantos edifícios comerciais identificados na cidade. Em Natal o comércio é mais expressivo, se comparado em outros

municípios potiguares, assim como o natural adensamento do solo, o que viabiliza equipamentos cada vez mais verticalizados. Em face desta tendência de crescimento, acredita-se que a cidade precisará, em curto a médio prazo, de incorporar soluções de projetos com paredes verdes, para sanar a falta de arborização no meio urbano.

A gleba onde o projeto está inserido localiza-se entre a Av. Xavier da Silveira e Av. Bernardo Vieira, bairro Lagoa Nova, Natal/RN. O bairro fica localizado na zona administrativa sul da cidade, zona adensável, e o coeficiente máximo de aproveitamento é de 3,0. Possui uma restrição de gabarito por estar próximo ao parque das Dunas, conforme o Plano Diretor, e essa restrição se caracteriza por ser uma (ZPA 2) Zona de Proteção Ambiental. A gleba apresenta medidas de 82,82 x 94,80 m contabilizando uma área total de 7.850,50m².

A topografia do mesmo possui um desnível de seis (6m) metros, onde percebe-se que a cota maior está a cinquenta (50 m) metros e a menor quarenta (44 m) metros. Para trabalhar a topografia do terreno foram nivelados os três níveis do meio, onde o Anteprojeto ficou inserido, e as demais foram mantidas para trabalhar jardim.

Natal é uma área situada na Zona Bioclimática oito (8), e de acordo com a norma de desempenho térmico a NBR 15220, é conceituado um clima quente e úmido, onde os ventos são predominantes à sudeste quase que o ano todo, e percebe-se que no outono e inverno os ventos têm predominância considerável ao sul, e no verão do Leste. Para entender as questões climáticas de Natal, foi utilizado o software Sol-Ar para a compreensão de quais seriam as testadas que iam receber maior ventilação, sendo o vento predominante no Sudeste.

Também foi feito uma análise da carta solar, também através do software Sol-Ar. Este estudo serviu para observar como seria a rota solar e como estabelece relações com as fachadas do edifício ao longo do período anual, com suas diferenças coincide conforme as estações. Com isso conclui que as fachadas norte, leste e oeste recebem maior incidência solar, na fachada norte o sol é predominante quase todo ano, na fachada leste pega o sol durante o período da manhã e a fachada oeste no período da tarde.

A partir disso, na fachada sul e oeste vão ter a menor quantidade de aberturas possíveis; na fachada sul, durante o início do verão, o sol fica a nível mais baixo do horizonte e com isso os raios solares entram diretamente no edifício. A fachada oeste começa receber a maior incidência solar no período da tarde, com isso não vai haver aberturas, tendo como medida mitigadora uma fachada verde aplicada diretamente, e na fachada sul terá algumas aberturas, mas adota as mesmas medidas da fachada oeste. Já nas fachadas norte e leste terão mais aberturas: será inserido um jardim vertical, para resolver as questões climáticas, com terraços de tamanhos diferentes com árvores de vários portes nas fachadas.

A partir dos estudos realizados das legislações, foram levadas em consideração todas as E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

recomendações feitas, como controle de gabarito, potencial construtivo que consta de três (3,0), recuos frontais de três (3,00) metros para construções de até 2 pavimentos e laterais de uma vírgula cinquenta (1,50) metros. A taxa de ocupação permitida a todos os terrenos do município, de acordo com o Plano Diretor é de oitenta por cento (80%) e área permeável é de vinte por cento (20%). Acima do 2º pavimento, a taxa de ocupação será em função da área resultante da aplicação dos recuos previstos em tabela específica, o que se aplica no projeto, que tem mais do que dois (2) pavimentos.

6 A PROPOSTA

Para definir o conceito foi escolhido o jogo tetris, que é um jogo de objetos de formas de diferentes (quadrado, triângulo e etc), que se encaixam perfeitamente uma forma na outra, se tornando em outra forma. O Conceito foi rebatido no partido, a partir de uma circulação central ao redor da qual, várias formas de tamanhos diferentes se encaixam, se repetindo em todos os pavimentos, conectados também com o jardim vertical.

Na proposta ideia era trabalhar com 7 pavimentos acima do solo, numa proposta de jogo de volumes, através de varandas diferentes, com especificação de plantas de tamanhos e espécies diferentes. Além disso, ainda conta com um terraço jardim.

A partir disso foi modelada a volumetria para ter uma noção geral. A ideia da planta livre continuou, com isso a partir do conceito e partido arquitetônico foi mais fácil de pensar na sua forma, com a circulação central repetida em todos os seus andares, e em volta do seu perímetro a planta ser totalmente livre, sendo posteriormente fracionada, de acordo com as necessidades dos proprietários ou locatários.

O projeto foi colocado em uma posição que tomasse menos espaço possível do terreno, pois uma meta de projeto era a de acrescentar bastante árvores em sua volta, fazendo uma analogia a um parque, tendo um espelho da água na sua entrada principal, figura 15.

Figura 15: Volumetria sketchup

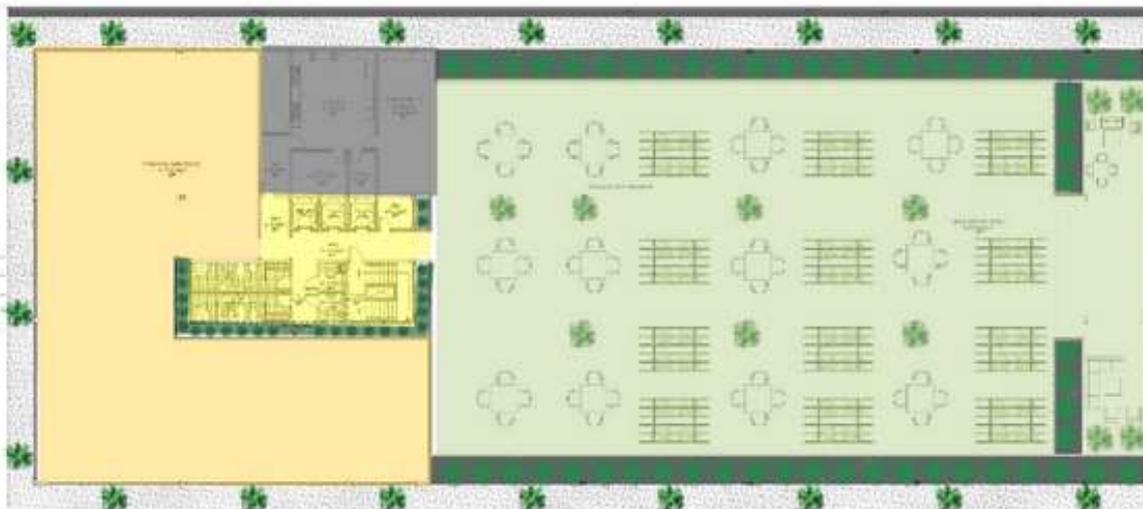


Fonte: Autoria própria, 2019.

No pavimento do subsolo, ficaram os estacionamentos e o reservatório inferior. No térreo ficou localizado a recepção, setor administrativo, sala da presidência, 2 lojas. Em uma parte, no rooftop ficou sem coberta, para as

peçoas se sentirem ao ar livre; e também no rooftop, as paredes são baixas com guarda corpo, para que as pessoas tenham uma visão do lado externo e sinta a ventilação. Trazendo uma sensação agradável e com cabines de coworking abertas, para trabalho ou estudo, figura 16.

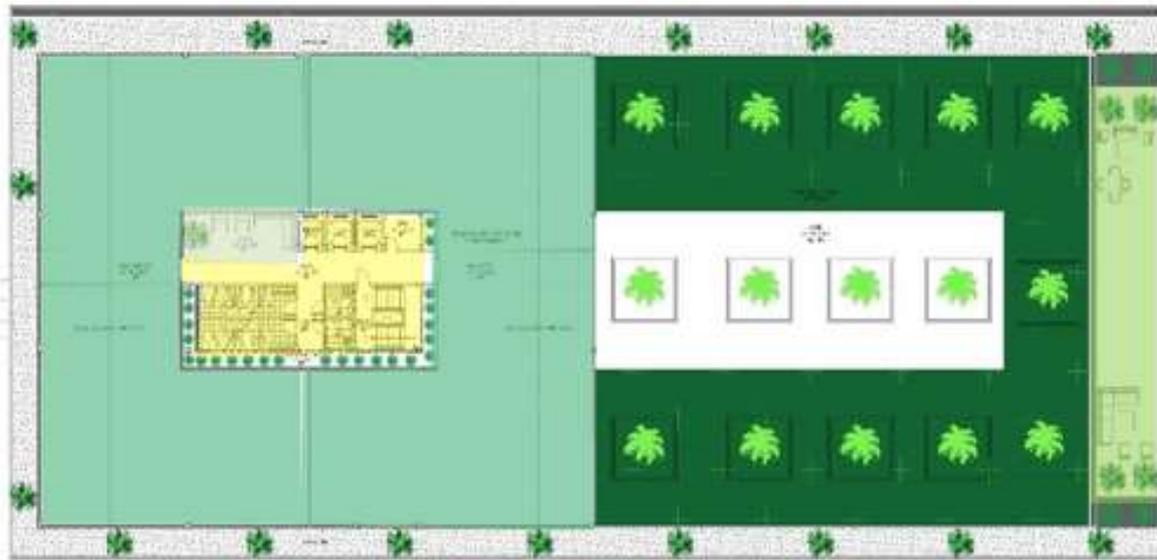
Figura 16: Planta baixa 1 pav.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Nos pavimentos 2, 3 e 4 se repetem com o mesmo conceito de uma circulação central com perímetro livre, tendo 2 salas cada pavimento, sendo que há uma diferença e variação de tamanhos fazendo um jogo de volumes figura 17.

Figura 17: Planta baixa configuração do pav. tipo



Fonte: Autoria Própria, 2019.

No jardim, será usada a técnica de gotejamento, para irrigar todo o jardim do edifício, seja ela em cima de floreiras, terraço jardim ou no térreo. De acordo com site NETAFIM, o gotejamento é a forma mais eficiente de fornecer água e nutrientes às plantas, porque entrega as quantidades ideais de acordo com as fases do seu cultivo, diretamente na raiz da planta. Com isso, a irrigação inteligente, é mais fácil utilizar ferramentas de controle e monitoramento, fazendo a nutrição e irrigação do cultivo das plantas. A irrigação por gotejamento, traz sustentabilidade ambiental e também economia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou através dos estudos feitos, entender um pouco sobre a importância da vegetação, a integração da natureza com arquitetura trazendo um grande equilíbrio entre ambos. Além disso, buscou solucionar os vários problemas que foram sendo pontuados no processo de projeto, identificando tanto no edifício visitado, como nos estudos de referência realizados, suprimindo a necessidade de um jardim vertical para cidade de Natal. Sendo assim, podemos colocar que foi alcançando o objetivo de trazer o novo conceito de edifício corporativo com jardim vertical, trazendo várias varandas com vegetação, floreiras e terraços jardim.

Aplicando estas soluções, verifica-se que trazem uma harmonia ao ambiente, entrelaçando a natureza com o construído. Desse modo, o objetivo específico de auxiliar a modificação da paisagem urbana foi alcançado, logo que o projeto traz uma grande massa arbórea na linha vertical e horizontal, proporcionando um bem-estar a população, com a inclusão de paredes verdes no espaço urbano.

No tocante ao objetivo específico de contribuir para inclusão de paredes verdes na edificação, uma forma de trazer a natureza para espaços urbanos, esta solução também foi aplicada; dada a

escala do prédio e sua relação com o seu entorno, inclusive com a adoção de uma praça/ parque em seu térreo, fica demonstrada que estas soluções de vegetação se inserem no ambiente particular do lote, mas se articula e estimula a integração do meio externo e interno, inclusive no meio urbano. Desta forma, constata-se que o prédio traz impacto ambiental não somente ao lote em si, mas na sua relação com o entorno imediato, impactando positivamente a fração urbana na qual se insere.

O momento mais crítico no decorrer do trabalho, foi a percepção da mudança na altura do gabarito passível de uso no terreno, assim modificando o projeto. Não existe um edifício corporativo com jardim vertical para estudo de referência direta no estado do Rio Grande do Norte, assim, foi visitado apenas um empreendimento, e os estudos foram fundamentalmente baseados em pesquisas de referências indiretas. No entanto, surgiram algumas dificuldades em relação às soluções de projeto, como a junção de um edifício com o jardim vertical, e qual a sensação de perto que um jardim pode causar no âmbito de trabalho ou passeio. Neste sentido, a visita técnica foi crucial nesta percepção e auxiliou sobremaneira na forma como o paisagismo foi resolvido nesta escala e relação pessoa/ambiente.

O incentivo e normas mais rígidas em relação a vegetação, que possam incentivar a todos a adotar a solução de uso do jardim vertical em edifícios se trata de uma boa opção. Pretende-se com esta pesquisa, estimular outros profissionais do ramo a aplicar estas soluções projetuais, e, assim aumentando os projetos com essa proposta, tendo como consequência positiva, um meio urbano com mais natureza, ganhando harmonia, tranquilidade e bem-estar.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Luciana Rodrigues. **Técnicas e Tecnologias para Implementar Paredes Verdes Externas em Edifícios Residenciais e Comerciais na Cidade de São Paulo**. Disponível em: http://cassiopea.ipt.br/teses/2017_HAB_Luciana_Arantes_Rodrigues.pdf.

BRASIL. **Lei Complementar nº 601**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=347291> 8 de ago 2017. Acesso em: 07 set. 2019.

EDIFÍCIO Bosco Verticale / Boeri Studio" [Bosco Verticale / Boeri Studio] 08 Dez 2015. ArchDaily Brasil. (Trad. Santiago Pedrotti, Gabriel). Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/778367/edificio-bosco-verticale-boeri-studio>. Acesso em: 05 set. 2019. ISSN 0719-8906.

EDIFÍCIO Corporativo Andares / Sordo Madaleno Arquitectos" [Corporativo Andares / Sordo Madaleno Arquitectos] 25 Jun 2019. ArchDaily Brasil. (Trad. Sbeghen Ghisleni, Camila) Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/918543/edificio-corporativo-andares-sordo-madaleno-arquitectos>. Acesso em: 05 set. 2019. ISSN 0719-8906

GENGO, Rita de Cássia; HENKES, Jairo Afonso. **A utilização do paisagismo como ferramenta na preservação e melhoria ambiental e área urbana**. Disponível em:

E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade.

ISBN 978-85-52933-08-3

http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/1206/1000. Acesso em: 14 set. 2019.

LAGOA NOVA: Conhecendo melhor seu bairro. Disponível em: https://www.natal.rn.gov.br/bvn/publicacoes/sul_lagoanova.pdf. Acesso em: 05 set. 2019.

NATAL: Meu bairro, minha cidade. Disponível em: [file:///C:/Users/monal.DESKTOP-Q0KH8D9/Downloads/LAGOA_NOVA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/monal.DESKTOP-Q0KH8D9/Downloads/LAGOA_NOVA%20(1).pdf). Acesso em: 05 set. 2019.

ONE Central Park / Ateliers Jean Nouvel " [One Central Park / Ateliers Jean Nouvel] 09 Dez 2014. ArchDaily Brasil. (Trad. Delaqua, Victor) Acessado 5 Set 2019. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/758761/one-central-park-ateliers-jean-nouvel>. Acesso em: 5 set 2019. ISSN 0719-8906.

PLANO Diretor de Natal. Disponível em: file:///C:/Users/monal.DESKTOP-Q0KH8D9/Downloads/24_Plano_Diretor.pdf Acesso em: 05 set. 2019.

PRADO, Simone Cristina Nienke. **Jardins verticais:** um novo modelo de urbanização sustentável. Disponível em: <http://docplayer.com.br/36362247-Jardins-verticais-um-novo-modelo-de-urbanizacao-sustentavel.html>. Acesso em: 12 set. 2018.

QUEIROZ, Talita Nicolau. **Paisagismo.** Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/271588818/PaisaGismo>. Acesso em: 14 set. 2024.

CASA ECOEFICIENTE:

Proposta arquitetônica de residência unifamiliar sustentável

Arissa Ramisés Silva Lima⁶

Adriana Carla de Azevedo Borba⁷

RESUMO: Atualmente é frequente o uso dos termos “sustentabilidade” e “sustentável”, evidenciando sua crescente importância e incorporando novas abordagens a projetos contemporâneos. Assim, esse trabalho se propõe a suprir uma lacuna projetual específica ao inserir alguns desses conceitos às formas tradicionais de construção. Tem como objetivo geral a elaboração um anteprojeto residencial unifamiliar levando em consideração três aspectos relacionados à sustentabilidade que serão aplicados na proposta: Gestão da água, gestão de energia e estratégias bioclimáticas de conforto. E como objetivos específicos: Projetar uma residência que atenda às necessidades de uma família, possibilitando o conforto com através da integração dos ambientes, e a ventilação e iluminação natural; elaborar uma proposta de residência contemporânea que integre materiais sustentáveis, energia renovável e reaproveitamento das águas das chuvas além da utilização do telhado verde e; evidenciar que soluções sustentáveis são viáveis, além de contribuir para a preservação do meio ambiente e bem-estar dos usuários de imóveis projetados para este fim. Com o avanço dos métodos sustentáveis, existem hoje no mercado vários sistemas de certificação voltados a sustentabilidade na construção civil, cuja a principal missão é de reconhecer projetos que adotam soluções eficientes na construção; tais critérios foram analisados quanto à aplicabilidade para a avaliação de sustentabilidade em unidades habitacionais unifamiliares.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Arquitetura sustentável. Materiais de construção ecológicos.

1 INTRODUÇÃO

O tema sustentabilidade vem influenciando abordagens de projeto na arquitetura contemporânea, e conta com exemplos nas mais diversas condições urbanas e ambientais, por todo o mundo. Cada vez mais, novas construções aliam questões ecológicas às definições dos projetos; definitivamente esse alinhamento faz parte de uma nova estratégia arquitetônica, construindo uma geração de edifícios no mundo, pensados para responder aos desafios ambientais e tecnológicos da sustentabilidade, além de agregar a moderna tecnologia, para a criação de edificações que atendam às necessidades de seus usuários.

Neste sentido, esse trabalho tem como objetivo geral: Elaborar um anteprojeto residencial unifamiliar levando em consideração três aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental: água,

⁶ Arquiteta urbanista, formada pelo Centro Universitário Facex – UNIFACEX, e-mail: arissarslima@gmail.com

⁷ Professora Doutora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, e-mail: adriana.borba@ufpe.br.

energia e aspectos bioclimáticos. E como objetivos específicos: Projetar uma residência que atenderá às necessidades de uma família, que possibilite o conforto para a habitação, com a integração dos ambientes, priorizando a ventilação e iluminação natural; Elaborar uma proposta de residência contemporânea que integre materiais sustentáveis, energia renovável e reaproveitamento das águas das chuvas além da utilização do telhado verde e soluções de paisagismo, proporcionando um maior conforto; e Evidenciar que soluções sustentáveis são possíveis e não oneram mais uma construção se bem planejada, e que a construção sustentável é viável, além de contribuir para a preservação do meio ambiente e bem-estar dos usuários de imóveis projetados para este fim.

Como norteador sobre construções e reformas particulares sustentáveis, o Ministério do Meio Ambiente, desenvolveu uma cartilha que contém orientações para tornar o projeto mais sustentável. O documento segue com instruções para o momento de fazer as escolhas dos materiais, que sejam produzidos de forma responsável e certificados, adquiridos preferencialmente na região, para minimizar a poluição na atmosfera com resíduos da queima de combustível no transporte. Também sugere alguns materiais e técnicas que podem viabilizar uma construção mais sustentável.

É importante saber que a adoção de materiais e soluções ambientalmente sustentáveis na construção não acarreta necessariamente em um aumento de custos, principalmente quando adotadas durante as fases de concepção do projeto. Em alguns casos, podem até reduzir os custos. Ainda que às despesas de implementação de alguns sistemas ambientalmente sustentáveis em uma “edificação verde” gere um custo maior do que em um edifício convencional “Uma casa ou prédio sustentável gera uma economia de aproximadamente 30% em sua manutenção” (Cartilha construções e reformas particulares sustentáveis, Ministério do Meio Ambiente) o que justifica e viabiliza a adoção dos mesmos.

Com o propósito de atingir os objetivos definidos neste trabalho, a metodologia utilizada foi sequenciada por meio de procedimentos e técnicas que serão o subsídio para a concepção do projeto, tais como o estudo da literatura disponível relacionada ao tema; estudos de referência direta com as visitas in loco, levantamento fotográfico; estudos de referência indireta através de material disponível em web sites; além da parte normativa, que é o alicerce para que as etapas de projeto possam avançar.

2 ANTECEDENTES DA QUESTÃO AMBIENTAL NO BRASIL E NO MUNDO

O conceito de construção sustentável baseia-se no desenvolvimento de um modelo que propõe soluções aos principais problemas ambientais de nossa época e a criação de edificações que atendam às necessidades de seus usuários. Trata-se de um sistema construtivo que visa promover conforto e bem-estar aos ocupantes e integrar a habitação com o entorno, além de economizar recursos finitos, como água e energia elétrica.

Em países desenvolvidos, existe um rápido crescimento do número de empresas de construção preocupadas em diminuir o impacto associado às suas atividades, inclusive no Brasil que se encontra na 4ª colocação mundial no ranking global de construções sustentáveis com a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, 2018). Esse desenvolvimento das construções sustentáveis no Brasil só tende a aumentar, já que de acordo com o GBC (Green Building Council) “O mercado de construções verdes no Brasil tem se consolidado nos últimos 10 anos, com o engajamento da cadeia produtiva da construção civil, que envolve construtoras, arquitetos, fornecedores de produtos e serviços.” (Gazeta do Povo, 2017).

De acordo com o Relatório Brundtland (1987) o desenvolvimento sustentável é concebido como “O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.” A importância da sustentabilidade não é apenas local, mas global, vai além da economia, e interfere na vida de toda a sociedade. Esta preocupação com a sustentabilidade surgiu na década de 1960, período do mundo pós-guerra. No ano de 1968, foi criado o Clube de Roma⁸, e em 1972, foi desenvolvido o primeiro relatório do Clube de Roma, intitulado “Os Limites para o Crescimento” (The Limits to Growth); o relatório teve repercussão internacional e tratava de problemas cruciais para o futuro desenvolvimento da humanidade, tais como: energia, poluição, saneamento, saúde, meio ambiente, tecnologia e crescimento populacional⁹. Neste mesmo ano, houve a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo. Foi a primeira grande reunião de chefes de estado organizada pelas Nações Unidas (ONU), e contou com a presença de chefes de 113 países, de mais de 400 instituições governamentais e não governamentais, e é reconhecida, até hoje, como um marco nas tentativas de melhorar as relações do homem com o meio ambiente¹⁰.

Já o conceito de Desenvolvimento Sustentável foi apresentado pela primeira vez no Relatório de Brundtland em 1987. Elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, o documento aponta para a incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo nos dias atuais, trazendo à tona mais uma vez a necessidade de uma nova relação “ser humano-meio ambiente”¹¹.

No Brasil, a relevância da conscientização da necessidade de proteção ao meio ambiente é mais recente; foi apenas na década de 1980 que cresceu a consciência ecológica, que acabou se refletindo na formulação da legislação ambiental. A Lei nº 6.938/81 definiu o meio ambiente como sendo um patrimônio público a ser necessariamente garantido e resguardado, dada a sua importância

⁸ Informações disponíveis em: <http://www.clubofrome.org/about-us/history/>, acesso em novembro de 2021.

⁹ Informações disponíveis em: <http://www.clubofrome.org/report/the-limits-to-growth/>, acesso em novembro de 2021.

¹⁰ Informações disponíveis em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>, acesso em novembro de 2019.

¹¹ Informações disponíveis em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>, acesso em novembro de 2019.

ao uso coletivo. (BRASIL, 1981). Já Constituição Federal de 1988, foi outro marco na legislação brasileira, ao trazer um capítulo inteiro dedicado à proteção ambiental. Embora no capítulo não trate especificamente do termo, traz uma série de ações que conduzem ao conceito de Sustentabilidade.

Entretanto, a década de 1990 é que foi, de fato a mais significativa para o movimento ambiental. Em 1992 a Organização das Nações Unidas – ONU, realizou, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) atualmente mais conhecido como Rio ECO-92. Durante a conferência foram aprovados documentos com objetivos mais abrangentes e de natureza mais política: a Declaração do Rio e a Agenda 21; ambos defendem o conceito fundamental de desenvolvimento sustentável, que relaciona o progresso econômico e material com a necessidade de uma consciência ecológica.¹² No setor da construção civil, as interpretações mais relevantes contemplam medidas para a redução de impactos através de alterações em como os edifícios são projetados, construídos e gerenciados, com menos manutenções e melhor aproveitamento dos recursos naturais.

Com o avanço em métodos sustentáveis, existem hoje no mercado vários selos voltados a sustentabilidade na construção civil, como é o caso do SELO PROCEL EDIFICAÇÕES, 2014, que se trata de “[...] um instrumento de adesão voluntária que tem por objetivo principal identificar as edificações que apresentem as melhores classificações de eficiência energética, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes”¹³. A certificação ambiental e social mais difundida no Brasil, é a certificação LEED, do Conselho Norte Americano de Prédios Verdes; esta certificação é concedida a edifícios de alta performance ambiental e energética, mas não contempla aspectos sociais.¹⁴

O processo de certificação AQUA-Alta Qualidade Ambiental foi desenvolvido para atender às questões do Brasil, se baseando nos desempenhos de construção ecológica, gestão ecológica e conforto das construções, visando obter a qualidade ambiental de uma nova construção ou reforma e permitindo fixar os objetivos ambientais¹⁵. Já o Selo Casa Azul CAIXA, busca reconhecer os projetos de empreendimentos que demonstrem suas contribuições para a redução de impactos ambientais, avaliados a partir de critérios vinculados aos seguintes temas: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais. Ao se projetar uma habitação, é necessário aproveitar ao máximo as condições bioclimáticas e geográficas locais; a habitação também deve ser duradoura e adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários, criando um ambiente interior saudável e proporcionando saúde e bem-estar aos

¹² Informações disponíveis em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>, acesso em novembro de 2021.

¹³ Informações disponíveis em: <http://www.procelinfo.com.br>, acesso em novembro de 2021.

¹⁴ Informações disponíveis em: <http://www.gbcbrazil.org.br/referencial-casa.php>, acesso em junho de 2019.

¹⁵ Informações disponíveis em: <https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-em-detalhes/>, acesso em junho de 2019.

moradores.¹⁶

Ao realizar pesquisas sobre construções sustentáveis em Natal e região metropolitana, percebeu-se que não se trata de uma prática aplicada à realidade da construção civil local; os poucos projetos e construções que visam a sustentabilidade e arquitetura verde são de profissionais da área (engenheiros e arquitetos urbanistas) que construíram suas próprias edificações. Sendo assim, percebe-se a importância do projeto aqui proposto, de tornar o tema mais conhecido e disseminado.

3 SUSTENTABILIDADE

O desenvolvimento sustentável requer a combinação de mudanças técnicas e sociais, vez que estas estão profundamente relacionadas. De acordo com Diniz (2010), é destacada a importância da inovação considerando as três principais dimensões da sustentabilidade – social, ambiental e econômica e, para ser “verdadeiramente” sustentável, é necessário observar os três aspectos simultaneamente.

No âmbito da habitação, faz-se necessário que a edificação possa atender à moradia e uso atuais, preservando o meio ambiente; em se tratando de habitação sustentável de acordo com Araújo (2008), é possível identificar basicamente dois modelos de Construção Sustentável: a) construções coordenadas por profissionais da área e com o uso de ecoprodutos e tecnologias sustentáveis modernas, fabricados em escala, dentro das normas e padrões vigentes; e b) sistemas de autoconstrução, feitos pelo próprio interessado ou usuário, sem suporte de profissionais (daí serem chamados de autoconstrução).

As características de uma construção sustentável interferem diretamente na relação do homem/meio-ambiente com questões que podem ser minimizadas quando se resolve investir em um planejamento adequado, como aponta a análise de casos reais, na pesquisa apresentada por Corrêa (2009).

Diante disso, as práticas voltadas à sustentabilidade são alternativas para possibilitar que a interação homem-ambiente natural aconteça, mas de formas menos agressivas ao ambiente natural. Desse modo, a construção civil se torna alvo das discussões referentes à sustentabilidade e busca pela redução de impactos negativos, objetivando que seu planejamento seja efetuado de forma adequada a atender os critérios da sustentabilidade desde a sua concepção.

4 ARQUITETURA E MEIO AMBIENTE

Esse tópico trata a respeito das questões relativas aos três aspectos de sustentabilidade aqui pretendidos. Eles serão organizados teoricamente a partir das abordagens de Estratégias

¹⁶ Informações disponíveis em: <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>, acesso em junho de 2019.

Bioclimáticas de Conforto com ênfase termoacústica a serem aplicadas na proposta. A Gestão de Energia: apresentará bases técnicas para as soluções adotadas na busca da eficiência, da geração autônoma renovável e do uso da energia elétrica na edificação. Por fim, serão apresentadas as abordagens de Gestão de Águas: constituída de uma pesquisa sobre o gerenciamento e otimização do uso racional de águas.

a. ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS DE CONFORTO

Roberto Lamberts *et al.* (1997, p.43) definem conforto ambiental como "[...] um conjunto de condições ambientais que permitem ao ser humano, sentir bem-estar térmico, visual, acústico e antropométrico, além de garantir a qualidade do ar e o conforto olfativo". Com uma ideia tão abrangente, serão focalizadas as questões acústicas e térmicas de nosso projeto, à luz de algumas variáveis relativas ao microclima da região da Parnamirim, e das características do lote. Para isso, além de visitas in loco, foi utilizado também o software Solar Tools, que forneceu a rosa de ventos e a máscara de sombra.

O terreno escolhido para o desenvolvimento do projeto é o lote 213 pertencente a um condomínio horizontal privado no município de Parnamirim. Por meio do programa Google Earth (Figura 01), foi capturada a imagem aérea da implantação do condomínio, sendo possível observar e situar o lote (em vermelho). O lote está há cerca de 600m da guarita de controle de acesso do condomínio e a 300m da área de lazer. Essas seriam possíveis fontes geradoras de ruídos, mas estão em raios superiores a 200m de distância do lote e não são fontes impactantes. Embora o lote seja de esquina, as ruas que dão acesso são locais e com velocidade controlada, além da arborização existente nas vias que ajudam a conter também ruídos do tráfego.

Figura 01: Implantação Condomínio Cajupiranga Club



Fonte: Google Earth. 30 de agosto de 2018. Nota: Editado pelo Autor.

No interior da casa, as atividades inerentes ao convívio residencial, como refeições e atividades de lazer, realizadas em ambientes como as salas de estar e jantar, cozinha, e espaço gourmet podem ser conflitantes com as atividades de descanso; desta forma optou-se pela setorização com o setor íntimo da casa localizado no andar superior, e ficando assim mais distantes das áreas com maiores índices de ruídos.

Figura 02: Troca de calor tijolo solo-cimento.

Em relação às alvenarias da edificação, essas serão executadas em tijolos solo cimento, ou tijolos ecológicos como também são conhecidos. E em relação ao Conforto Termo-Acústico, nos tijolos solo cimento (Figura 02), os dutos que se formam durante o assentamento que não são concretados, por isso formam câmaras termoacústicas; o lado



Fonte: <http://tijoloecoterm.com/>. Acesso em 10 de novembro de 2019.

da parede que está exposta ao sol absorve o calor e aquece as colunas internas de ar, que permitem que o ar fique em constante movimento dentro das paredes proporcionando um conforto térmico em dias quentes e frios. Estes mesmos dutos também isolam e protegem as paredes de ruídos externos.

No caso das esquadrias, procuraremos, trabalhar com portas e janelas confeccionadas em composto químico de policloreto de vinil (PVC) e vidro. O uso desse material partiu da intenção de se trabalhar uma superfície branca - nas esquadrias, um acabamento mais favorável à intenção estética almejada. Além da contribuição de isolamento acústico que as esquadrias nesse material podem proporcionar. Trata-se do uso de uma matéria-prima inovadora, porém acessível, com a possibilidade de ser reciclada ou reciclável; "[...] O PVC oferece bom isolamento termo acústico e boa vedação à água e ao ar, além de resistência à poluição química. É também um material resistente, moderadamente durável e reciclável. [...]" (SACHT, 2012. p.69).

O PVC, é um material termoacústico, o que garante uma maior eficiência no conforto térmico, e melhor eficiência energética no uso de aparelhos de ar condicionado. O uso de vidro duplo na esquadria garante ainda mais esse isolamento, e ainda elimina praticamente todo barulho externo a edificação. Nesse sentido, adotaremos, as esquadrias de PVC com estruturas em aço e utilização de vidros laminados de 4 e 6 mm, com ou sem câmara de ar de 6mm, dotados de persianas horizontais móveis. E, no intuito de combater a transmitância térmica vertical, o projeto conta com quase 100% de sua cobertura de telhado verde pois, haja vista que a maior parte do calor que chega no telhado vêm por radiação. Com isso, o sol aquece o telhado e o telhado, quente vai então transmitir grande parte desse calor para dentro da casa por radiação também.

b. GESTÃO DE ENERGIA - GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

O Brasil possui um grande potencial de geração de energia solar, que é uma fonte limpa e E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

renovável de energia, principalmente por questões climáticas e de irradiação solar em grande parte do território nacional. Nosso potencial de radiação solar anual é superior à média mundial, ficando entre 1300 e 2300 kWh/m².¹⁷

Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), “[...] temos que considerar que o sol é responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia, já que elas são derivadas da energia solar, estando, por exemplo, presente na origem da energia produzida pelas hidrelétricas, porque produz o ciclo das águas[...]”¹⁸. A utilização da energia inesgotável gerada pelo sol, é segundo a ANEEL, uma das alternativas de energia renovável mais promissoras. Ela se junta às hidrelétricas e aos campos eólicos para compor a matriz energética renovável do país.

É possível observar que as pequenas unidades de geração fotovoltaicas autônomas ganharam muita força no Nordeste, onde a insolação é farta, principalmente após a criação da Resolução N° 482/2012 da Aneel, que estabelece o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, permitindo que o consumidor instale pequenos geradores em sua unidade consumidora e troque energia com a distribuidora local com objetivo de reduzir e ou eliminar a sua fatura de energia elétrica.

A geração fotovoltaica sai a frente em comparação a outros sistemas de energia renováveis, já que seus equipamentos de geração chamados de módulos ou placas fotovoltaicas são de fácil transporte, instalação mais simples, e apesar de ocuparem uma área considerável, podem ser melhores dispostas na laje de cobertura, sem grandes prejuízos estéticos, e, além do fato de que no Brasil temos uma maior radiação global diária, o que aumentaria ainda mais o rendimento do sistema. Portanto, diante das considerações apresentadas, decidiu-se tecnicamente pela geração de energia fotovoltaica em nossa proposta projetual.

4.2.1 - Sistema de funcionamento da energia fotovoltaica.

¹⁷ Informações disponíveis em: <https://webstore.iea.org/asean-renewable-energy-integration-analysis>, acesso em junho de 2019.

¹⁸ Informações disponíveis em: <https://webstore.iea.org/solar-energy-mapping-the-road-ahead>, acesso em junho de 2019.

1) O painel solar é instalado no telhado da casa gera energia elétrica (em corrente contínua) quando a Luz do Sol bate nele. 2) A energia gerada pelo painel solar passa por um inversor solar que alterna a corrente contínua para alternada, e equaliza com a frequência da sua residência. (60Hz). Desta forma a energia solar está agora igual à da rede elétrica. 3) A energia sai do inversor e é conectada na rede de energia da sua casa, e normalmente o sistema é conectado no quadro de luz. 4) Essa energia vai sendo utilizada pelas luzes da casa, eletrodomésticos e tudo o que consome energia que esteja conectado na tomada. Se não tiver sol suficiente o resto da energia é fornecido pela Distribuidora de energia (e o usuário nem percebe esta diferença). 5) Se a casa gerar mais energia solar do que está consumindo naquele momento, a energia extra vai para a rede da distribuidora e gera um “crédito de energia” para o usuário. (esse crédito tem 60 meses de validade e será usado automaticamente se o usuário gerar menos energia do que está consumindo. Ex: um dia de muita chuva). A Figura 03,

Figura 03: Sistema de funcionamento energia fotovoltaica



Fonte: <https://www.portalsolar.com.br/energia-solar-residencial.html>.
(Acesso em: 12 nov. 2019)

demonstra um esquema de fluxo explicativo, ilustrando como funcionam os painéis solares que recebem e convertem a irradiação solar em corrente elétrica para residências.

4.3 AQUECIMENTO SOLAR ATIVO

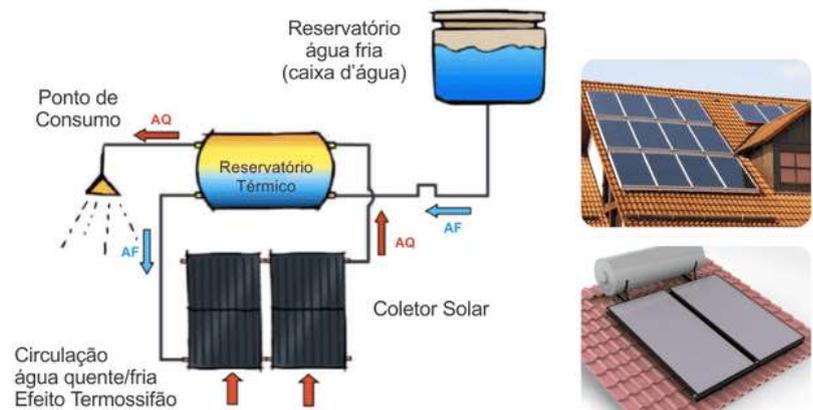
Para a finalização das diretrizes para a autossuficiência energética de nosso projeto, resta inserir estudos referentes ao aquecimento solar ativo, que utiliza a energia solar para o possível aquecimento de superfícies sólidas ou líquidas, sob a forma de energia térmica. Esse sistema é bastante utilizado nas residências, hotéis e pousadas na cidade de Natal/RN, onde a radiação solar é bastante favorável.

Segundo Cardoso (2008, p.12) "[...] as melhores oportunidades para economizar energia e água são obtidas ainda na fase de projeto e é geralmente neste estágio quando decisões fundamentais E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

são tomadas no que diz respeito ao conceito energético da edificação”. Além disso, ele enfatiza que a necessária configuração básica de instalações desse sistema deve ser prevista durante o processo de projeto de arquitetura, durante o qual o profissional deve inserir em seus desenhos as devidas considerações necessárias à máxima eficiência do sistema.

O sistema de aquecimento de água por Energia Solar (Figura 04) é composto de coletores solares (placas) e reservatório térmico. As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar. O calor do sol, captado pelas placas do aquecedor solar, é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre. E é armazenada num reservatório térmico, também conhecido como Boiler, que é um recipiente cilíndrico, que pode ser de inox, cobre, ou polipropileno, isolado termicamente. Desta forma, a água é conservada aquecida para consumo posterior. A caixa de água fria alimenta o reservatório térmico do aquecedor solar, mantendo-o sempre cheio.

Figura 04: Sistema de funcionamento de aquecimento solar da água.



Fonte: <http://engenhariacivilhoje.blogspot.com/2014/07/funcionamento-sistema-aquecimento-solar.html> (Acesso em 12 de novembro de 2019)

O uso dessa água pode ser direcionado para banhos, pias de banheiro e cozinha, com a finalidade de misturar-se controladamente com a água fria, e torná-la mais confortável ao contato, além de trazer consideráveis ganhos com economia de energia elétrica despendida em chuveiros de

resistência, que também são um risco ao usuário devido à possibilidade de choques elétricos. De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável- CBCS, o uso de energia solar representa uma economia de aproximadamente 66% nos gastos com energia elétrica em uma residência¹⁹. A demanda de água aquecida, através desse sistema, ficaria reservada então aos banhos em chuveiros e banheira e lavatórios na proposta de projeto desenvolvida.

c. GESTÃO DE ÁGUA - GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

A escassez de água potável é um fato mundial e está ligada diretamente ao crescimento demográfico e à falta de cuidados com as fontes e nascentes dos mananciais aquíferos naturais. Dessa forma, sua economia vem sendo discutida e incentivada em vários níveis da sociedade, e se trata de uma questão fundamental para a sobrevivência humana.

¹⁹ Informações disponíveis em: <http://www.cbcs.org.br/website/benchmarking-energia>, acesso em novembro de 2021.

Segundo a Atlas Brasil - Panorama Nacional (2010), nosso país também vem tendo sérios problemas de má distribuição desse recurso, pois o crescimento demográfico vem ocorrendo de forma desigual. No Brasil, as regiões que mais sofrem com escassez são as semiáridas. Ainda segundo ANA (2010), o semiárido brasileiro é uma zona climática que apresenta forte insolação, altas taxas de evapotranspiração e irregularidades pluviométricas, que resultam em taxas negativas de balanço hídrico. A partir dessa coletânea de estudos, a ANA (2010) concluiu que o semiárido, incluindo o RN, não tem reservas suficientes de água em seus mananciais para atender as suas demandas.

Frente a esse problema de abastecimento de água no estado, a gestão das águas dentro dessa proposta arquitetônica de residência é um dos objetivos desse trabalho. Segundo Rapoport (2004, p.198) “[...] existem diversas maneiras de gerenciar a água de uma residência, dentre elas a captação de água alternativa e seu reuso após tratamento.” Nos utilizaremos, portanto dessas duas ferramentas: da captação alternativa de águas pluviais e o da concessionária.

Para trabalharmos um projeto de arquitetura capaz de captar águas pluviais, devemos ter em mente o quanto de espaço precisaremos para acondicionar esses novos reservatórios que farão parte dessas instalações hidrossanitárias, paralelas às instalações convencionais. Dessa forma, foram dimensionados os reservatórios para a edificação, baseado no número de usuários e nas atividades realizadas em seu interior.

Em nosso caso, temos uma residência cuja norma estabelece um volume de 150 litros por pessoa a cada dia. Segundo a NBR 5626/98 (1998), a taxa de ocupação é de duas pessoas por dormitório. Costuma-se calcular o volume de água mínimo para 2 dias de consumo normal. Logo, o valor calculado, totalizou 2.400 lt. Para evitar sobrecargas, o volume total será dividido em reservatórios superior e inferior, 60% da capacidade para o reservatório inferior e 40% para o reservatório superior, ficando assim: RI $0,60 \times 2.400 = 1.440\text{lt}$; e RS $0,40 \times 2.400 = 960\text{lt}$.

O reservatório inferior é reservado para águas pluviais. A ligação entre os reservatórios será feita por meio de bomba de recalque, acionada por boia de nível, acionada automaticamente, quando necessário. O reservatório de águas pluviais ou cisterna, é um sistema montado para aproveitamento da água da chuva para fins domésticos. É possível utilizar a água armazenada nos períodos de chuva para a irrigação de jardins, acionamento de descarga, lavagem de roupas e outros usos não potáveis, que não necessitem o uso de água tratada.

O uso de reservatório de água de chuva, além da economia gerada, também ajuda no combate às enchentes nos grandes centros urbanos. Já existe em muitas cidades, uma legislação específica, obrigando a construção de reservatório de água de chuva para evitar problemas nas ruas, bueiros e regiões mais baixas em relação aos níveis de rios.

5 ESTUDOS DE REFERÊNCIA

A Casa TL está localizada na Rua Luiz Xavier dos Santos, Número 181 no bairro de Cotovelo, Parnamirim, RN. O projeto e execução é de autoria do proprietário o engenheiro civil Thiago Louzada. A casa encontra-se em fase de construção, e tem como princípio norteador desde a etapa do planejamento, a racionalização de material, com o reuso e reaproveitamento dos mesmos.

O projeto apresenta estratégias de otimização e aproveitamento dos espaços, como: piso térreo que contém a área social com sala de estar e jantar, cozinha, espaço gourmet e varanda integradas, além de um quarto.

O acesso ao piso superior se dá por uma escada de madeira de pinus reflorestado, com grande vão de abertura para iluminação natural. Localizado de forma mais integrada com o piso térreo e superior temos um mezanino-escritório que permite a ventilação cruzada.



Figura 05: Construção/ Aberturas

Fonte: Acervo pessoal da autora.

No segundo pavimento também se encontra a suíte do casal numa área mais privativa, e mais privilegiada em relação à ventilação natural e sombreamento.

O projeto buscou a melhor implantação no terreno, almejando melhor sombreamento e ventilação dos ambientes. Essa estratégia se dá tanto pela implantação da edificação no lote quanto pelo plantio de espécies de grande porte em áreas de maior insolação, antes do início da construção; já para a ventilação natural, foram utilizadas grandes aberturas.

A drenagem e reuso da água das chuvas também foi planejada e será adotada na edificação. Também como estratégia de eficiência energética foi especificado o aquecimento solar de água para os chuveiros; a utilização de telhado verde visa reduzir a radiação térmica no interior da edificação, e gerar um maior conforto térmico. O projeto tirou partido do uso de tijolo branco maciço em estado bruto otimizando a mão de obra.

A visita a essa edificação contribuiu para agregar mais conhecimento de obras que se esquivam do padrão mais habitual. E teve rebatimento no projeto a utilização do tijolo em estado bruto, na parte externa, a implantação orientada para melhor ventilação e insolação natural a utilização de telhado verde e integração dos ambientes.

Outro estudo direto feito foi à Casa Passiva (Figura 06), uma estrutura composta de material mais limpo, que evita resíduos e dispõe de mais eficácia energética que modelos convencionais. “Esta é a primeira casa da América Latina a ser certificada pelo Instituto de Casa Passiva da Alemanha”, explica o Diretor Regional do Senai, Emerson Batista. A casa está instalada no Centro de Educação e Tecnologias (Senai) do bairro Igapó, Natal- RN. Atenderá como laboratório, showroom, e ambiente para cursos.

Servirá também para a qualificação de operários, técnicos, engenheiros e arquitetos, e para demonstração e divulgação das novas tecnologias de construção mais limpa e sustentável. Todo o processo de construção foi documentado com imagens, para que o certificado da casa fosse emitido pela equipe técnica da Alemanha, que veio para o desenvolvimento e acompanhamento da construção.

Figura 06: Casa Passiva

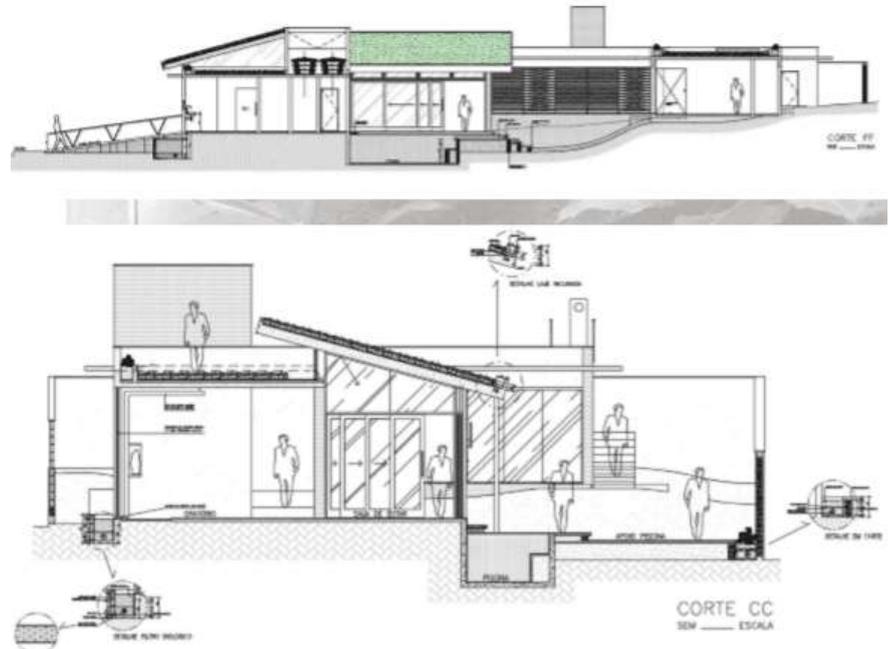


Fonte: Acervo pessoal da autora.

As Esquadrias de PVC e vidros duplo foram utilizadas na Casa Passiva e também serão aplicadas ao projeto, assim como o tapete de irrigação subterrânea *iMat* que foi utilizado nos gramados em volta da casa, e no projeto desenvolvido é aplicado nas coberturas de telhado verde, pelo benefício da menor manutenção e rega automatizada que o mesmo propicia. A “passivhaus” é um modelo de certificação alemão de construção sustentável, criado com o objetivo de construir casas e edifícios com um consumo de energia zero ou muito baixo. O nome *Casa Passiva* é dado por esta ser capaz de gerenciar a sua climatização por si mesma, com mecanismos simples e de baixo consumo energético. Essas edificações reduzem até cerca de 75% o consumo de energia. Essa visita contribuiu para o conhecimento de novas tecnologias construtivas e materiais utilizados na mesma.

A primeira referência indireta de estudo foi a Casa Porã, localizada em Teresina, Piauí, Brasil, de autoria do arquiteto Anderson Mourão. A casa tem uma área de 360m² e apresenta várias estratégias inspiradoras para o projeto desenvolvido, tais como: tecnologias construtivas de baixo impacto, gerenciamento de água, gerenciamento de energia, paisagismo natural e telhado verde.

Figura 07: Casa Porã - Cortes



Fonte: Cedido pelo Arquiteto Anderson Mourão.

Toda a cobertura da casa foi feita com cobertura verde, que o arquiteto chama de “teto vivo”, que além dos benefícios termo acústicos já apresentados, propicia uma área de lazer e contemplação para os usuários, assim como os pretendidos no projeto. Através dos cortes, Figura 07, é possível observar que o projeto tirou partido dos desníveis do terreno, bem como da melhor implantação. Foi de grande importância os registros do processo de execução do telhado verde para um maior conhecimento sobre o assunto, bem como as estratégias usadas como parte drenante da água da chuva.

O último estudo de referência foi a Casa 63, em São José dos Campos – SP, projetado e construído pelo arquiteto Lucas Sonnewend e o engenheiro civil Daniel Secches. A casa adotou sistema estrutural com estrutura metálica, vidro e tijolos maciços, as imagens abaixo (Figura 08 e 09) mostram as fachadas e os elementos que agregam além da função própria, mais estética a edificação.

Figura 08: Casa 63 – Fachada Frontal

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-185586/casa-63-slash-sonne-muller-arquiteto-plus-civitas>

Figura 09: Casa 63 – Fachada posterior

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-185586/casa-63-slash-sonne-muller-arquiteto-plus-civitas>

Todos os ambientes têm ventilação para o exterior através de grandes portas e venezianas que podem ser inteiramente abertas, promovendo um melhor aproveitamento da ventilação e iluminação natural. A casa conta ainda com um telhado verde (Figura 10) que além de funcionar

Figura 10: Casa 63 – telhado verde - horta

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/01-185586/casa-63-slash-sonne-muller-arquiteto-plus-civitas>

como isolante térmico, tem uma horta e área de lazer com vista permanente.

Além de gerar sua própria energia através de placas de energia fotovoltaicas, foi adotado sistema de coleta água da chuva para reuso da água.

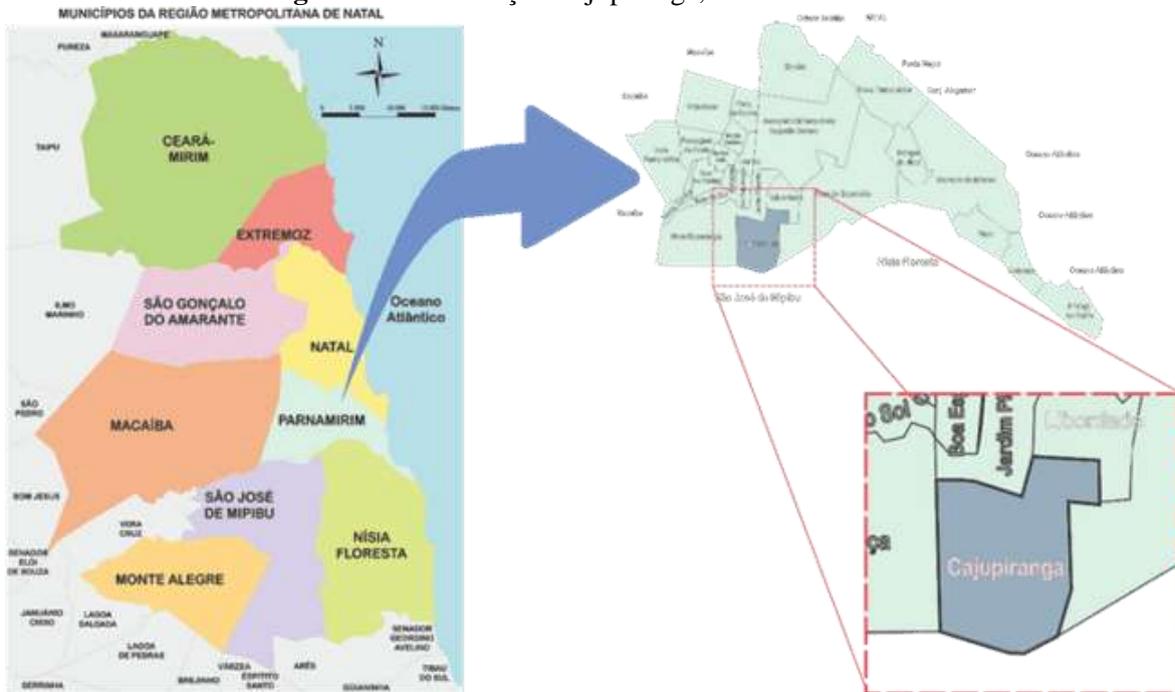
A casa conta com uma estética diferenciada, que agrega muita personalidade a edificação; tal personalidade também é pretendida no projeto, tanto pela adoção do uso do tijolinho no estado bruto, na maior parte

da fachada quanto pelas grandes aberturas em vidro.

6 CONDICIONANTES DO PROJETO

O terreno para o desenvolvimento do projeto se localiza em Cajupiranga, Parnamirim, região metropolitana de Natal – RN. Segue mapa da sua localização geográfica (Figura 11)

Figura 11: Localização Cajupiranga, Parnamirim - RN

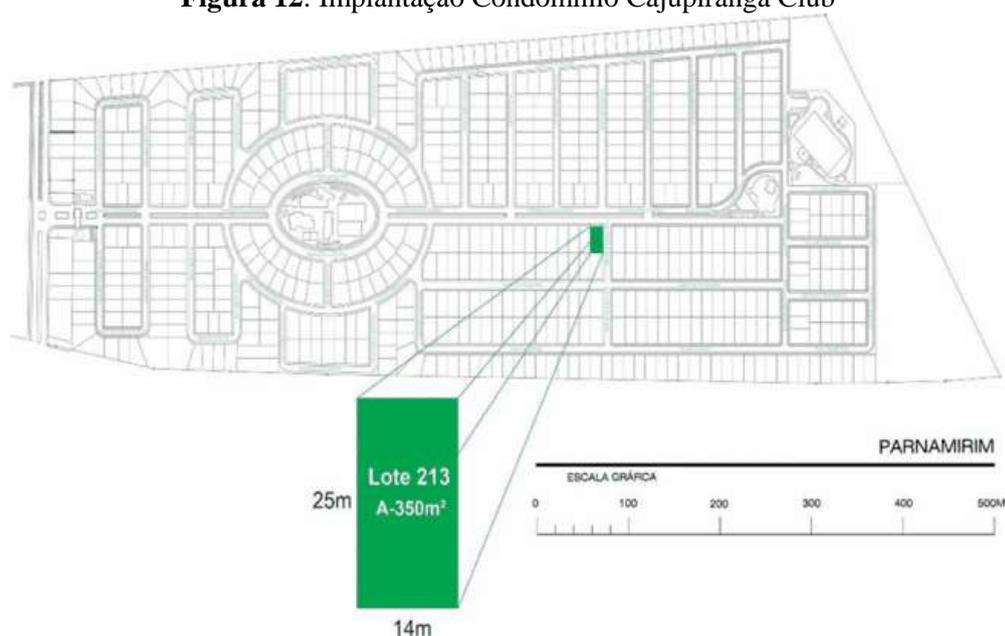


Fonte: <https://mapasblog.blogspot.com/2011/09/mapas-de-natal-rn.html> (acesso em 17 de agosto de 2019)>

Nota: Editado pela autora.

O lote 213 está situado na avenida de acesso principal do condomínio (Figura 12), com dimensão de 14m x 25m, portanto, uma área de 350,00 m².

Figura 12: Implantação Condomínio Cajupiranga Club



Fonte: <http://www.fmempreendimentos.com.br> (acesso em 17 de agosto de 2019) Nota: Editado pela autora.

Em relação aos condicionantes climáticos, foram analisadas as características locais através do software Sol-Ar 6.2. De acordo com a análise do caminho do sol em relação ao terreno, através da máscara de sombra gerada pelo software, foi possível observar que as fachadas leste, norte e nordeste recebem maior incidência solar ao longo do dia. Pensando nisso, as fachadas principais

da edificação foram projetadas voltadas para o Leste onde recebe a insolação da manhã, mas as aberturas foram protegidas através da utilização beirais com intuito de diminuir a irradiação direta, já a fachada voltada para Oeste onde a insolação é no período de uma intensidade maior, ficaram as áreas molhadas como os banheiros, cozinha e Área de Serviços. E ainda tirando partido da maior insolação ao longo do maior período, as placas fotovoltaicas ficaram voltadas para o Norte.

Já em relação a análise da rosa dos ventos, podemos observar que os ventos são predominantemente vindos da direção sudeste na maior parte do ano. E para tirar melhor partido dessa característica local, e trazer maior conforto térmico para os usuários as aberturas ficaram voltadas para as fachadas localizadas conforme indicação da rosa dos ventos, uma das estratégias para ter uma circulação de ar ao longo de toda residência durante todo dia foram os brises instalados na caixa de escada o que permite uma grande entrada de ventilação natural e uma ventilação cruzada com a saída de ar pelas janelas e outras esquadrias dos ambientes. Além disso os brises tem a função de fazer com que o ar quente (menos denso) saia pela parte superior localizada na cobertura com o acesso para o telhado jardim.

A partir dessas análises, foi possível um melhor planejamento no desenvolvimento do projeto visando o posicionamento dos ambientes voltados para fachadas com menos incidência solar bem como o planejamento das áreas de maior permanência voltadas para sudeste, tirando partido assim das melhores estratégias bioclimáticas do local.

O esquema de zoneamento define os três setores da casa: serviço, social e íntimo, em cores diferentes. Eles foram pré-dimensionados e locados de acordo com o programa de necessidades e pelos requisitos de insolação e ventilação analisados. Procuramos, com o zoneamento, proporcionar uma melhor localização para os cômodos de maior permanência como quartos, salas e terraços.

7 A PROPOSTA

Partindo do conceito de Casa-do-João-de-barro, conceito da proposta arquitetônica para a Casa Ecoeficiente foi idealizado fazendo analogia às características da *Casa-do-joão-de-barro*: o processo é todo idealizado e construído pelo passarinho, é feito a partir de materiais resistentes, mas promovem segurança e aconchego como um lar deve trazer. Acredito que uma casa seja como uma terceira pele, as roupas representariam a segunda, de forma que o projeto foi idealizado para ser o mais e orgânico, coerente, harmonioso possível, assim como a pequena casa-do-joão-de-barro.

Partindo do conceito de Casa do João de barro neste sentido, foram desenvolvidas estratégias de rebatimento do conceito no projeto arquitetônico (Figuras 13 e 14), por meio de soluções aplicadas na edificação com a adoção e combinação de elementos naturais que trazem harmonia, tais como: O uso de tijolos ecológicos ou solocimento (Figura 15); Implantação da edificação privilegiando o aproveitamento da ventilação e iluminação natural, bem como a previsão da utilização de brises e claraboia (Figura 16) na área de circulação da escada; Telhado verde; Sistema de captação de água da chuva para reuso; e Adoção de sistema de energia “limpa” (fotovoltaica)

Figura 13 – Planta baixa do térreo



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 14 – Planta baixa superior



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 15 – Fachada frontal



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 16 – Fachada lateral



Fonte: Autoria própria, 2019.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na busca pela eficiência energética, foram estudadas formas limpas de se produzir energia E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

em nosso projeto, chegando à possibilidade da produção de energia elétrica a partir de placas fotovoltaicas, que deixou o projeto qualificado a ser uma unidade geradora de energia elétrica integrada à rede pública e capaz de ser autossuficiente diante da sua demanda estimada. Também foram levantados os dados e importância do uso de placas de aquecimento solar para a utilização de nos chuveiros e banheira. A escolha de materiais capazes de realizar menor perda de calor passivo e da ventilação natural bem distribuída, adicionou à proposta os conceitos finais de eficiência energética e de redução do consumo de energia para a edificação.

Apesar de não terem sido utilizados simuladores eletrônicos, as visitas ao local e os estudos feitos por meio de máscara de sombra e carta solar, influenciaram o zoneamento e, conseqüentemente, serviram de subsídio para as configurações das plantas baixas da edificação. A volumetria tornou-se naturalmente um reflexo para o sistema de proteção das fachadas, com beirais e brises, protegendo-as das altas irradiações solares diretas e sombreando as aberturas. Incorporamos alguns princípios e soluções de sustentabilidade, que permitisse a máxima otimização dos materiais e dos sistemas construtivos propostos.

Como desdobramentos de pesquisa, podemos pontuar o acompanhamento de várias inovações tecnológicas tanto dos materiais de construção, como de soluções projetuais e de eficiência energética, assim como a construção na prática dessas teorizações, de modo que o RN possa ter um acervo consistente na área de arquitetura sustentável. Estas inovações, em especial relacionadas ao consumo eficiente de energia elétrica e aproveitamento consciente de água potável, são sobremaneira importantes em nosso estado, considerando que a maior parte dele se concentra em áreas de extrema aridez ou de semiárido.

Outro aspecto importante a se observar através da análise desse assunto, é que se a iniciativa privada/particular começar a assumir a responsabilidade e sua parcela de contribuição num modelo de construção mais sustentável, temos como reverter com mais agilidade os danos que a construção civil tradicional tem causado ao meio ambiente, garantindo maior sobrevivência dos recursos naturais disponíveis.

Esperamos que esse trabalho venha a servir como referência de estudo àqueles pesquisadores do assunto, ou arquitetos projetistas de residências que queiram se embasar em técnicas e métodos de pré-dimensionamentos, de equipamentos destinados à gestão da água e eficiência energética, bem como, contribuir para a disseminação do conhecimento científico no âmbito da arquitetura sustentável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Desempenho de edificações habitacionais**. NBR 15575. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Instalação predial de água fria**. NBR 5626. Rio de Janeiro, 1998

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Acústica — Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações**. NBR 10152. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Desempenho térmico de edificações**. NBR 15220. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Água de chuva. - áreas potáveis - Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 15527. Rio de Janeiro, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Atlas Brasil. Brasília. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEL. Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília. 2002.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna Construção Sustentável, do Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, IDHEA, 2008**.

BRASIL. **Lei nº 6.938/81 de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 14 set. 2024.

CORRÊA, Lásaro. **Sustentabilidade na construção civil**. Belo Horizonte - MG, 2009.

DINIZ, Eduardo, RAE – Revista de Administração e Empresas. **Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições**. São Paulo, 2010. v.50, n.2, p. 146-154.

LAMBERTS, R.; DUTRA L.; RUTTKAY PEREIRA, F. O. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.

RAPOPORT, Beatriz; **Águas cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial- TESE**, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.

SACHT, H. M. **Módulos de Fachada para Reabilitação Eco-Eficiente de Edifícios**. 2012. TESE. (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2012.

REDUZIR, REICLAR E REUTILIZAR: Construção civil sustentávelAmanda Maria de Lima Santana²⁰Maria Juliana Freire de Oliveira Leite²¹Adriana Carla de Azevedo Borba²²

RESUMO: Esta pesquisa tem como objetivo geral propor um modelo de habitação unifamiliar para catadores de materiais recicláveis do estado do Rio Grande do Norte, empregando materiais de baixo custo encontrados no próprio local de trabalho (garrafa PET). Propõe-se que haja a participação de catadores de resíduos sólidos na implantação das moradias, na forma de coleta seletiva dos materiais a serem aplicados nas habitações. Em virtude de todas essas situações, o trabalho se justifica pois, pesquisas realizadas sobre catadores de materiais recicláveis demonstram que boa parte dos mesmos não possuem moradia própria e, quando possuem, estão inapropriadas e, como o modelo de habitação proposto possui como principal material a garrafa pet, os catadores terão facilidade de obtê-la, encerrando todas essas características e sendo um estudo de caso contundente e ilustrativo de situações que acontecem no Brasil como um todo. O referencial teórico se deu por meio das palavras chaves: sustentabilidade, habitação social, resíduos sólidos, selo casa azul. Já sua metodologia, caracteriza-se a partir de análises de referências bibliográficas, estudos de referências projetuais e técnicas construtivas sustentáveis com a finalidade de identificar as necessidades das habitações e, acima de tudo a do usuário, para que enfim fosse projetado o modelo de habitação sustentável proposto pela autora. A habitação sustentável traz consigo uma nova expectativa para catadores e para os indivíduos como um todo, pois propõe uma solução para a falta de habitação e estimula o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Habitação social. Resíduos sólidos. Selo casa azul.

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem objetivo geral propor um modelo de habitação unifamiliar para catadores de materiais recicláveis do estado do Rio Grande do Norte, empregando materiais de baixo custo encontrados no próprio local de trabalho (garrafa PET). E específicos: analisar projetos existentes de edificações sustentáveis no Brasil e em outros locais do mundo; identificar os resíduos sólidos que estejam em maior escala presente nas cooperativas e lixões do Rio grande do Norte e averiguar a possibilidade de utilizá-los na proposta da edificação sustentável; sondar tecnologias sustentáveis já existentes no mercado, e materiais de construção utilizados em construções de residências populares; e, por último, projetar uma edificação sustentável que seja acessível construtivamente, economicamente e que utilize conceitos da arquitetura sustentável.

Muito se fala sobre habitação e a falta dela. Porém, um ponto positivo sempre presente nas experiências, no caso do Brasil, são as morfologias urbanas formais e um ponto negativo é a miséria

²⁰ Arquiteta urbanista, formada pelo Centro Universitário Facex – UNIFACEX, e-mail: amandasantanaarquiteta@gmail.com.

²¹ Professora Especialista do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Facex – UNIFACEX, e-mail: julianaleite@unifacex.edu.br.

²² Professora Doutora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, e-mail: adriana.borba@ufpe.br.

presente nas ocupações informais. Com isso, nitidamente o cenário urbano capitalista e segregativo, onde o Brasil retrata em suas cidades um déficit habitacional com uma marca excedente a seis milhões de unidades no ano de 2014, em que a camada mais pobre da população brasileira representa 80% deste percentual, do qual os mesmos são assalariados com no máximo 3 salários mínimos, segundo a Fundação João Pinheiro (FJP).

Por um lado, estima-se que o déficit habitacional no ano de 2015 esteja em torno de sete milhões de unidades (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2005, p.3), por outro, a construção civil é responsável somente no Brasil por 685.000.000 toneladas de entulhos, o que, conseqüentemente, ocasiona uma geração de despesas para a coleta, transporte e depósito destes resíduos, pois, a maior parte destes materiais é considerada não renovável (SPADOTTO, NORA, *et al.*, 2011, p. 21).

Entretanto, toda a relevância de construções de habitações sociais para essa população de baixa renda, vem-se discutindo cada vez mais os impactos que a construção civil vem ocasionando ao meio ambiente. Ainda que não se negue os benefícios da construção civil, a atividade é também encarregada pela geração de resíduos e pelo esgotamento de resíduos naturais.

Por isso, ganha cada vez mais credibilidade a discussão sobre arquitetura sustentável nos últimos tempos, diante dos recentes fatos mundiais vinculados à crise climática e hídrica, do qual esse debate possui o intuito de tentar garantir que as habitações satisfaçam as necessidades dos usuários, agredindo o mínimo possível o meio ambiente.

É fundamental se discutir sobre o assunto de sustentabilidade vinculado a construção civil e revelar como ele pode diretamente impactar a forma de como os indivíduos e empresas esgotam os recursos naturais e descartam seus resíduos, e que é de grande importância que esse consumo intenso seja repensado. Renegar a relevância do valor da sustentabilidade e fingir que nada está acontecendo com o meio ambiente, pode representar uma maior velocidade do esgotamento de recursos naturais e agravar acontecimentos que comprometem a sobrevivência da humanidade.

2 REDUZIR

A disposição final de lixo na atualidade é uma questão preocupante, pois não depende exclusivamente do poder público, mas também de uma questão de educação da própria sociedade, de modo que se deve haver conscientização da mesma para inclusão de toda a população (ANDRADE, 2009, p.6).

Com isso, os aumentos na geração de resíduos sólidos podem ocasionar vários problemas para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a própria sociedade, tais como: poluição da água, ar e solo; reprodução de vetores transmissores de doenças; obstrução de redes de drenagem urbana; enchentes e degradação de meio ambiente (IDEC, S/D, p.114).

Neste cenário em que há uma geração significativa de resíduos sólidos, é imprescindível que E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

se criem estratégias de reaproveitamento dos mesmos, com isso, Fonseca (S/D, p.2) diz que o significado de reciclar está vinculado a transformar produtos usados em materiais adequados para novamente serem consumidos.

Mas, ao mesmo tempo em que há uma grande escala de resíduos sólidos, a coleta seletiva, segundo a Revista *Época*, citada por Santos (2015, p.13), movimentou no ano de 2012 cerca de 12 bilhões de reais. O movimento descrito é resultado da reutilização de tais materiais na cadeia produtiva vinculado à renda de milhões de catadores existentes no Brasil, contribuindo assim para o desenvolvimento da economia. O ato da coleta seletiva de resíduos sólidos gera oportunidades de empregos, onde muitas pessoas recorrem a tal movimento como forma de sobrevivência para fornecimento de renda.

Porém, observa-se que, atualmente, se encontra com mais facilidade cooperativas de coleta seletiva, pois é uma forma de organização para se ter mais força no mercado e gerar mais lucro. Exemplo de tal cooperativa é a COOCAMAR. Com isso, baseado neste tipo de desenvolvimento sustentável e de dados da eficiência da coleta seletiva da citação acima, foi observado que em todo o mundo, mais precisamente no Brasil, percebe-se uma demanda de moradia que se faça acessível construtiva e economicamente pois. Em razão desses fatores, o intuito deste trabalho é projetar um modelo de uma edificação com materiais recicláveis para ser aplicado em locais com características do clima do Rio Grande do Norte.

Propõe-se que haja a participação de catadores de resíduos sólidos na implantação das moradias, e que se suceda de maneira que a coleta de materiais, como garrafas PET (matéria prima sustentável), visto que não se faz necessária a aquisição de insumos mais caros e mão de obra terceirizada, considerando que há uma disponibilidade de recicláveis nos locais onde residem.

Pode-se observar, também, que o Polietileno Tereftalato (PET) apresentou um grande crescimento de sua produção na indústria brasileira, pelo motivo de haver uma influência por parte de iniciativas do Governo para promover seu maior consumo; o aumento da renda da população; a expansão do comércio mundial; entre outras características (GONÇALVES-DIAS, TEODÓSIO, 2006, p.23). Consequentemente, acarreta também problemas para o meio ambiente, tendo em vista que apenas 15% dessas embalagens produzidas no Brasil são recicladas, sendo o restante destinados ao meio ambiente (ASSOCIAÇÃO DOS FABRICANTES DE EMBALAGEM PET, 2016, p.1).

3 RECICLAR

Inicialmente, com o surgimento do homem na Terra, os resíduos gerados pelo mesmo caracterizavam-se principalmente por resíduos orgânicos. Mas, com a Revolução Industrial mudou-se a forma de produzir e explorar riquezas naturais, as fábricas produziam objetos para consumo e embalagens em grande escala, aumentando a quantidade de resíduos gerados (PAZ, BOCH, et al, E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

2015, p.3).

Na década de 1990, houve maior entendimento do impacto ambiental ocasionado pela prática do consumo desenfreado, gerando conseqüentemente um novo discurso dentro do ambientalismo internacional (JERÔNIMO, CARVALHO, ARAÚJO, 2012, p.2). Nesta época, com o fortalecimento do tema ambiental evidenciando a preocupação global, foram elencados questionamentos sobre o tratamento adequado de resíduos sólidos urbanos e a reciclagem, temas esses integrantes da agenda contemporânea (IPEA, 2013, p.9).

A coleta seletiva de materiais a serem reciclados é cada vez mais a melhor alternativa a ser levada em consideração por pessoas e empresas que possuem a preocupação com o meio ambiente, que desejam a redução da poluição ambiental, a economia de energia elétrica, entre outros aspectos (IDEMA, 2006, p.5). Apesar disso, segundo o site O Globo (2011, p.2), 14% apenas do Brasil são atendidos pela coleta seletiva e, dentre os materiais recolhidos, o papel e o papelão predominam na composição da coleta seletiva de 2008.

Assim, a reciclagem vem sendo um tema de extrema importância, pois gera benefícios ambientais e sociais; ambientais no aspecto em que trabalhadores (as) realizam a coleta de material reciclável, cujo material é coletado e reciclado, caso contrário ocupariam lixões e aterros sanitários; e sociais, pois surgem associações e cooperativas, gerando renda às famílias. Esses trabalhadores possuem um trabalho que consiste em catar, separar, transportar, condicionar, transformando o lixo em mercadoria novamente (BENVINDO, 2010, p.71).

No cenário urbano do Brasil, segundo IPEA (2013, p. 10), os primeiros registros deste tipo de trabalhadores datam no século XIX, acompanhando o processo de urbanização do país. Outra característica do trabalho de coleta e reciclagem é a incidência de uma maior sazonalidade no desempenho das atividades, que ocorre conforme variações nos preços dos materiais recicláveis, na oferta de resíduos e, infelizmente, com maior presença de crianças e adolescentes no período de férias escolares (IPEA, 2013, p.10).

Esta atividade historicamente é cumprida em boa parte de relações informais, não possuindo assim registro oficial, dificultando seu reconhecimento pelos órgãos de administração pública e instituições de pesquisa, dificultando o acesso a vários direitos trabalhistas. A informalidade é ainda mais preocupante se levado em consideração os riscos à saúde destes trabalhadores, pois estão desprovidos de qualquer tipo de seguro social caso haja algum acidente ou doenças que venham a lhes impedir de exercer seu trabalho. Além de estarem submetidos frequentemente a exposição solar, a umidade, ruídos, chuva, risco de quedas, atropelamentos, cortes e animais que lhes transmitam doenças, mau cheiro de gases e a fumaça que emitem os resíduos sólidos presentes em seu local de trabalho, sobrecarga de trabalho e levantamento de peso, contaminações advindas de materiais tóxicos ao ser humano. Instituído assim, com que estes fatores dentre outros, classifiquem a E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

atividade como insalubre, de acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), fazendo com que se utilize de equipamento de proteção individual (EPI) e disposição de locais de trabalho adequados para tais funções (OLIVEIRA, 2011, p.13).

Insalubre também em relação a moradia pois, segundo os autores Corralo, Cardoso, et al (2013, p. 16), os catadores possuem condições precárias de moradia, como a falta de saneamento básico, e mesmo a maioria das residências sendo construída de alvenaria, são constituídas de materiais de baixa qualidade e com poucos cômodos (entre 2 e 6) e uma média de quatro pessoas por casa.

Na visita à cooperativa de coleta seletiva COOCAMAR, também foi constatada a mesma problemática, com boa parte dos catadores que residiam no bairro de Felipe Camarão, região caracterizada por possuir moradias consideradas insalubres e irregulares. Segundo a SEMURB (2003, p.17), existem favelas representadas por oito localidades, sendo apenas três registradas em cartório e, sobre as demais, não existe nenhum tipo de regulamentação, as quais são chamadas de: Alta Tensão, Palha, Maré, Barreiros, Promorar, Torre, Fio e Alemão. Por esses motivos, este bairro é considerado periférico, segundo Bezerril (2006, p.2).

No lixão do município de São Paulo do Potengi/RN, também se verificou que os mesmos residem em moradias inadequadas, alguns no bairro Novo Juremal e a maioria reside em um assentamento às margens da RN-203, em residências de taipa, sendo algumas também feitas de madeira e sacos plásticos.

Segundo o Movimento Nacional dos Catadores(as) de Materiais Recicláveis (MNCR, 2011, p.1), o movimento surgiu em 1999 no 1º Congresso Nacional de Catadores de Papel, sendo fundado em junho de 2001 no 1º Congresso Nacional dos Catadores(as) de Materiais Recicláveis, em Brasília, reunindo mais de 1700 catadores(as) e foi lançada no congresso a Carta de Brasília, documento que expõe as necessidades dos trabalhadores.

Em 2003 foi realizado o 1º Congresso Latino-americano de Catadores na cidade de Caxias do Sul/RS, no qual reuniram-se catadores(as) representantes de distintos países. Em seguida o Congresso Nacional divulga a chamada Carta de Caxias que caracteriza a situação dos catadores, unificando a luta entre os países. Já no ano de 2005 ocorreu uma continuidade da tal articulação, o 2º Congresso Latino Americano de Catadores(as), em busca de novos direitos para catadores de outros países da América Latina (MNCR, 2011, p.1).

No ano de 2006 foi realizada a chamada Marcha em Brasília, na qual o MNCR efetuou reivindicações ao Governo Federal, exigindo a criação de postos de trabalho em cooperativas e associações bases orgânicas do movimento (cerca de 40 mil novos postos). O movimento tornou-se o marco histórico da luta dos catadores no Brasil, que juntou cerca de 1.200 catadores marchando na Esplanada dos Ministérios (MNCR, 2011, p.1). Com isso, o surgimento do MNCR fez com que E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

a luta dos catadores de material reciclável ganhasse mais força perante o mercado de trabalho.

4 REUTILIZAR

4.1 CONCEPTOS PLÁSTICOS – TIJOLOS DE PLÁSTICO

Conceptos Plásticos é uma empresa que fabrica tijolos que possuem com principal matéria prima plásticos (EXAME, 2016, p.3). O colombiano Óscar Méndez é um arquiteto que havia trabalhado quatro anos em uma indústria que fabricava plásticos. Com isso em 2010, o arquiteto resolveu aproveitar a sua experiencia com o material e conceber a sua própria empresa, mas com a característica da sustentabilidade. A empresa inicialmente ensinava companhias a realizar uma disposição correta dos resíduos plásticos produzidas por elas, por meio da reciclagem (EXAME, 2016, p.3).

Após vários testes, em 2015 a empresa comercializou o tijolo de plástico. Segundo o arquiteto Óscar Méndez em entrevista com a revista Exame do estado de São Paulo (2016, p.3): “A nossa missão principal é criar uma consciência sobre reciclar. Tanto na Colômbia quanto no Brasil, não é comum que as pessoas separem seu lixo dentro de casa. Também não é comum que haja uma logística voltada aos materiais reaproveitáveis”.

Os blocos são adquiridos por meio de extrusão, os pedaços maiores de plástico são moídos e então uma máquina os mistura com alguns aditivos, logo após é derretido e posteriormente derramado em um molde, durando cerca de 3 dias seu processo de fabricação de plástico para blocos de construção (CONCEPTOS PLÁSTICOS, 2016, p.2).

Se a casa tiver apenas um pavimento, a mesma pode ser constituída integralmente com os blocos de plástico, mas se possuir mais de um andar, é necessária a inserção de uma estrutura metálica (EXAME, 2016, p.5).

As casas concebidas por meio desta técnica construtiva possuem diversas vantagens, as mesmas contêm aditivos que as possibilitam de possuírem resistência ao fogo e por ser constituídas de plástico suportam terremotos de até 9,5 graus, além de ser termo acústico, mantendo a temperatura quente internamente mesmo quando no exterior estiver frio. Podem receber qualquer tipo de acabamento, pois são resistentes a água, produtos químicos, roedores, entre outros (PREVIATTI, FAZENDA, *et al.*, 2016, p.2).

A matéria prima para os blocos de plásticos é obtida de duas fontes: do que a própria empresa recolhe (coleta seletiva), como também por meio de fábricas associadas no projeto. São utilizadas em cada casa cerca de 6 toneladas de plásticos reciclados, mas o objetivo da empresa é chegar a mais de 300 toneladas por casa. O projeto possui como custo final 5 a 6 mil dólares, cerca de 16 mil reais por unidade, 30% mais barata que uma habitação tradicional voltada para comunidades rurais E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

colombianas, e constroem uma habitação com 40 m², dois dormitórios, sala de estar e jantar, um banheiro e uma cozinha, em apenas cinco dias (PREVIATTI, FAZENDA, *et al.*, 2016, p.3). Inclusive a própria família pode montar sua moradia pois os blocos de plástico se parecem a lego gigantes.

4.2 ECO ESCOLA SUSTENTÁVEL

O americano e arquiteto Michael Reynolds procurou interligar educação tradicional com respeito ao meio ambiente, propondo o uso responsável dos recursos e o desenvolvimento das relações sustentáveis. A Eco escola é considerada a primeira escola pública sustentável da América Latina, foi projetada com uso do método construtivo do arquiteto e desenvolvedor da escola, Michael Reynolds, chamado de Earthship Biotecture nas últimas décadas em várias localidades do planeta (ARCH DAILY, 2016, p.1).

O método construtivo Earthship Biotecture é composto, em sua maioria, por projetos de habitações que tenham o objetivo de integrar o conceito “off the grid”, que significa a quase total independência dos usuários com relação a sua residência, como por exemplo, a produção de energia e até mesmo a alimentação. Possuem três principais objetivos: busca integrar a ideia de sustentabilidade na arquitetura, com uso de resíduos advindos da terra ou reciclados sempre que possível; fazer uso de energias renováveis e produzidas (convertidas) localmente, fazendo com que os projetos sejam independentes da matriz energética que incluem fontes consideradas não-renováveis; oferecer projetos acessíveis financeiramente e construtivamente, assim permitindo que indivíduos sem conhecimento especializado na engenharia possam implementar grande parte dele (DUMONT, SURDO, GUIMARÃES, 2014, p.1).

A construção se localiza na porção costeira de Jaurequibarry, no Uruguai, possui 270 m² e foi construída em apenas sete semanas. O edifício possui em sua composição cerca de 60% de materiais reciclados (2 mil pneus, 5 mil garrafas de vidros, 2 mil metros quadrados de papelão e 8 mil latinhas de alumínio) e 40% de materiais tradicionais, seu custo final foi de 300 mil dólares (ARCH DAILY, 2016, p.1).

A viabilização do projeto da escola sustentável materializou-se devido ao trabalho da TAMGMA, uma organização sem fins lucrativos que implantou o método construtivo. Ela atende cerca de 45 alunos e os mesmos terão pleno convívio com a natureza, pois a escola possui hortas de alimentos orgânicos, além de também possuírem moinhos de vento para gerar energia e placas de energia solar. Outra característica positiva é que 60% do que é produzido no local passa por um processo de reciclagem. A comunidade também faz uso do espaço, pois a escola oferece cursos de inovação e sustentabilidade (SUSTENTARQUI, 2016, p.1).

O arquiteto fez uso da orientação solar, abrindo o Norte e possibilitando o máximo de E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

aproveitamento da luz do sol e da ventilação, através de um largo corredor envidraçado que age como distribuidor de três salas de aula e duas das alas de serviço da escola, o que por consequência disso as fachadas possui materiais como vidro e madeira (ARCH DAILY, 2016, p.2).

Já ao Sul, o edifício é fechado com um grosso muro de contenção constituído de uma cobertura preenchida com areia e pedregulho compactado que contém um talude de areia e terra na área posterior da edificação. Com essa estratégia, permite-se que aumente a inércia térmica, onde cobre-se o sistema de reserva e coleta de água da chuva advinda da cobertura, além da implementação de uma sequência de tubos que geram circulação cruzada de ar fresco no verão e, no inverno, tais tubos podem ser fechados gerando efeito estufa no corredor norte, permitindo climatizar as salas de aulas (ARCH DAILY, 2016, p.4).

A escola ainda impulsiona a produção orgânica de alimentos no seu interior, utiliza água da chuva para o consumo humano nas pias, na irrigação das hortas e para cisternas, como também possui um tratamento de águas negras no qual é inclusa uma fossa séptica que é constituída também com matérias reciclados (coberturas de trator) e uma área húmida no exterior do edifício (ARCH DAILY, 2016, p.4).

4.3 HABITAT MARTE

O projeto Habitat Marte localiza-se na zona rural de Caiçara do Rio dos Ventos, no estado do Rio Grande do Norte, a cerca de 100 km da cidade de Natal. Trata-se da primeira estação de pesquisa análoga à Marte a funcionar na América do Sul e a quarta no mundo, o mesmo possui como intuito uma pesquisa de desenvolvimento de um microssistema de tratamento de água e esgoto, como também ser um local para o desenvolvimento de pesquisas voltadas para o convívio com a mudança climática no semiárido nordestino, tendo em vista promover o aumento da sustentabilidade ambiental, econômica e social, em meio ao sertão (PORTAL DE MEIO AMBIENTE DA UFRN, 2016).

Segundo o pesquisador do Habitat Marte, Júlio Rezende (2018), o projeto tem um enfoque com o tema espacial, do qual a ciência e tecnologia espaciais vinculadas podem apontar importantes caminhos inovadores no sentido de convívio com o sertão, como por exemplo, a concepção de habitats autossustentáveis, apresentando aos usuários modos favoráveis de sobrevivência. Esses locais devem permitir o aproveitamento de recursos escassos, como por exemplo o aproveitamento de água, reciclagem de resíduos, produção de alimentos e a geração da sua própria energia. Ainda segundo o pesquisador, é isso que ocorrerá nas primeiras habitações que se instalarem no planeta Marte, contribuindo também para enfrentar a problemática de desertificação e a seca no Nordeste.

Na visita foi-se observado a existência de vários projetos, mas os que possuem maior relevância para o trabalho em questão, são os projetos da casa com garrada pet; casa com garrafas E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

de vidro; tecnologias de armazenamento de água; tecnologias sustentáveis de layout do espaço físico.

A Casa com garrafa pet caracteriza-se por ser uma habitação cujo material principal é a garrafa pet. Segundo o colaborador do projeto Habitat Marte, Júlio Rezende (2018), a casa foi inspirada no método construtivo com garrada PET de Antônio Duarte, do município de Espírito Santo/RN, do qual sua fundação é construída pelo método convencional, como também a estrutura, já a vedação possui como método construtivo o uso da garrafa, com seu empilhamento uma sobre a outra e presas uma a outra por um parafuso e uma rosca, em seguida é efetuado o reboco com argamassa convencional (água, cimento e areia).

Logo após o reboco, sobre a vedação são colocadas placas de gesso com o intuito de possibilitar melhor acabamento. Porém, mesmo o gesso possuindo como característica seu baixo custo e boas propriedades térmicas e acústicas, também sendo um excelente isolante contra propagação de fogo, o gesso em contato com a água pode se dissolver, concluindo assim que tal material não pode ser aplicado em áreas externas, no entanto, foi justamente o local onde o mesmo foi empregado.

A casa de pet saiu a um custo de R\$22.000,00, ou seja, R\$ 392,00 o metro quadrado, e sua dimensão é de 56m² (PORTAL DE MEIO AMBIENTE DA UFRN, 2016, p.2). Seu layout é constituído por uma varanda, dois quartos e um banheiro. Ambos praticamente sem acessibilidade, pois não possuem piso tátil, rampas ou algo do tipo, a não ser pelas portas presentes na mesma que possuem uma largura de no mínimo 80cm.

No quesito conforto térmico, foi observado que o ambiente era bastante agradável, pois o momento em que a visita foi executada eram 14h30 da tarde, o sol se apresentava bastante forte e, mesmo assim, o local apresentava-se ventilado, característica gerada por conta do método construtivo com as garrafas, por ter como pintura a cor branca, e por conta das aberturas, que faziam com que a habitação tivesse ventilação cruzada, como também iluminação natural.

A Casa com garrafa de vidro é caracterizada por ser uma residência cujo material principal é a garrafa de vidro do tipo long neck e, assim como a habitação de garrafa PET, também nesse método a fundação e vigas são construídas no método de construção convencional, e a sua cobertura com madeiramento e telhas cerâmicas do tipo colonial e esquadrias de madeira.

Por ser uma habitação de dimensão bem menor que a de garrafa pet, seu custo consequentemente também foi menor, cerca de R\$ 7.000,00, ou seja, 350,00 o metro quadrado, se apresentando, ainda, como um método construtivo um pouco mais barato.

As garrafas não recebem nenhum tipo de reboco, são mantidas expostas, o que tem seu lado positivo pois, como as garradas são transparentes, as mesmas favorecem a iluminação natural, e o lado negativo, pois como as garrafas apresentam-se abertas, é provável o acúmulo de sujeira e, ainda,

a impossibilidade de acesso a limpeza, servindo até de habitat para agentes transmissores de doenças. O banheiro desta residência é construído com alvenaria convencional e não com a garrafa de vidro.

No quesito conforto térmico, foi observado que por conta das aberturas, a ventilação no interior da casa era agradável, mas que ao fechar apenas um pouco as janelas, esse tipo de construção não possui conforto térmico mais eficaz que a residência de garrafa PET.

5 OS 3Rs DA SUSTENTABILIDADE

5.1 CONDICIONANTES DO PROJETO

Fundação

A fundação de qualquer tipo de construção é de extrema importância, pois a mesma possui a função de receber a carga exercida pelo peso da edificação, transferindo-a em sequência para o solo. Segundo o Instituto Federal do Rio Grande do Norte (2003, p.1), tal estrutura é dividida em diretas (rasas e profundas) e indiretas (estacas). A fundação da edificação proposta pela autora é a chamada direta ou rasa, por se tratar de uma residência de pequeno porte, cuja fundação só suportaria esforços de compressão simples provenientes das cargas das vedações de garrafa pet. Esse tipo de fundação é assentado nas primeiras camadas do solo (em média até 3m).

A fundação rasa optada é o chamado baldrame, por motivos já citados e por ser um tipo de método de construção de baixo custo, ser leve e por minimizar o tempo em uma construção de pequeno porte. Baldrames caracterizam-se por serem uma fundação corrida em concreto simples ou pedra argamassada indicada para pequenas cargas, distribuídas linearmente sobre um terreno superficial de médio a bom (tensão admissível acima de 0,2 MPa) (IFRN, 2003, p.3). A edificação proposta possui, ainda, pilares e laje no banheiro para sustentação do reservatório de água.

Estrutura e Vedação

A edificação proposta possui como princípio o método construtivo da vedação usando garrafa pet, no qual se substitui a mesma no lugar do tijolo, ou seja, é uma vedação constituída de cimento, areia e garrafas pets, e é um tipo de vedação autoportante por ser apenas de um pavimento, ou seja, sua estrutura é a própria vedação em si. O inventor deste método é um morador do município de Espírito Santo/RN, chamado Antônio Duarte.

A edificação possui um preço mais acessível para o usuário, pois o custo da casa de garrafa PET normalmente tem uma baixa de cerca de 40% a 60%, se comparada ao preço de uma construção tradicional de alvenaria, por influência principalmente da garrafa que atua como economizador de cimento, e também pelo fato da mesma ser encontrada em qualquer local, além de trazer benefícios ao meio ambiente, dando destinação adequada e um reaproveitamento da garrafa PET.

Um exemplo que se pode dar sobre a viabilidade econômica é que segundo Antônio Duarte, na construção de uma das suas casas de garrafa PET que possui 46m², foi gasto cerca de 8 mil reais, sendo um valor total da obra (fundação, vedação, cobertura, acabamentos, entre outros). E ainda segundo ele, a mesma obra se construída com método convencional de alvenaria, sairia cerca de 18 mil reais.

Além disso, um corpo de prova com tal artifício foi levado para Universidade Federal do Rio Grande do Norte para que fosse realizado teste de resistência. Com isso se percebeu que esse tipo de vedação é mais resistente que o método construtivo convencional, possuindo um resultado de medida de resistência segundo Duarte (2016, p.1) de 1,94MPa e com tolerância de 1,5MPa.

Contudo, também foi visto que esse tipo de material absorve o calor e não o dissipa, pelo fato que no interior do bloco está presente a garrafa pet com tampa, fazendo com que o ar não circule, ou seja, possui a função de impedir as trocas de calor do ambiente externo para o ambiente interno, fazendo com que a casa possua uma boa característica térmica acústica, com o seu interior com temperatura sempre agradável.

Etapas para se construir a casa de garrafa PET:

1º etapa: É fabricada uma fôrma de madeira e chapas de aço como mostrado nas figuras 35, 36 e 37.

2º etapa: As garrafas são empilhadas uma em cima da outra e presas com uso de um parafuso de rosca e uma porca.

3º etapa: Com a ajuda da fôrma (onde se coloca um tipo de óleo para facilitar a remoção da mesma no final das etapas), as garrafas são inseridas deixando uma distância de 5 a 12cm de uma fila de garrafas para outra. Em seguida, são dispostos os elementos hidráulicos e elétricos e, ainda com a ajuda da fôrma, é jogada a massa constituída de cimento e areia.

4º passo: Faz-se a viga baldrame, no local onde o encanamento se encontra embutido, e em seguida se monta as vedações de garrafa pet em cima do mesmo (no piso).

5º passo: Inicia-se a etapa de acabamento, na qual são inseridas as instalações de tomadas, interruptores, portas e janelas da residência.

6º passo: Constrói-se a laje de garrafa pet.

7º passo: Insere-se a cobertura, no caso do projeto da autora a telha é do tipo tetra pak.

8º passo: Pintura da residência, inserção do piso cerâmico, entre outras características de acabamento.

Método de vedação aplicado no projeto

A moradia projetada para esta monografia possui 61,50m² de área construída e seu pé direto

mede 2,95m de altura. Os ambientes delineados são: 01 garagem, 01 sala de estar/estar, 01 cozinha, 01 área de serviço, 02 quartos e 01 banheiro.

A quantidade de garrafas usadas na edificação teve por base o projeto do criador do método Antônio Duarte, que fez uso de 2700 garrafas PET em 46m², ou seja, cerca de 59 garrafas por m², assim, neste projeto de 61,50m² serão utilizadas cerca de 3.629 garrafas PET.

A areia, tijolo e a garrafa PET são fabricados ou coletados e fornecidos no mercado de São Paulo do Potengi/RN, já o do cimento é referente ao preço da marca Poty na Loja Leroy Merlin localizada em Parnamirim/RN. Com isso, pode-se concluir que a vedação de garrafa PET, tendo como exemplo para cálculo de orçamento a edificação com área construída de 61,50m² e 131,1m² a área de parede, a casa de alvenaria custou o triplo do preço da casa de garrafa PET, sendo assim, para cada vedação de 01 casa de alvenaria poderia construir vedações em 03 casas de garrafa PET.

Cobertura

A edificação proposta possui como tipo de cobertura telhas fabricadas a partir da reciclagem de embalagens Treta Pak ou como também conhecidas embalagens longa vida, que se encontram à venda no mercado da construção civil e são de grande importância para o meio ambiente, visto que segundo dados dos Araújo, Moraes, *et al.* (2008, p.2), as embalagens demonstram em média 1,0% do total de resíduos fabricados no Brasil, e sua composição multifoliada dificulta a sua decomposição em condições naturais, além do desperdício de materiais considerados nobres, como alumínio e papel cartão.

A embalagem Tetra Pak possui em sua composição o papel (75%), o polietileno (20%) e o alumínio (5%) (CERQUEIRA, 2013, p.1). Tal material gera uma barreira que impossibilita a entrada de luz, ar, água e microrganismos, fazendo também com que a fragrância dos alimentos não saia da embalagem e, com a reciclagem do mesmo, é possível a fabricação de móveis, divisórias, peças decorativas e telhas ecológicas (ARAÚJO, *et al.*, 2008, p.1).

Um estudo realizado pelo 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental em Santa Catarina, citado por Schelb (2016, p.42), realizou uma comparação entre a Tetra Pak e a telha fibrocimento. Neste estudo foi observado que a telha fibrocimento apresenta uma elevada temperatura se comparada com a telha Tetra Pak.

Segundo uma das empresas que fabricam a telha Tetra Pak, chamada de Ecoway, tais telhas possuem as seguintes características: Alta resistência à flexão, sendo superior às telhas de fibrocimento; Não quebram ou trincam e dispensam maiores cuidados no transporte, manuseio e estocagem; Alta resistência (150 kg p/m²); Não é danificada por chuvas de granizo; Eficiente isolamento térmico (50 a 60% menos calor, se comparadas a telha de fibrocimento) e acústico; Material leve (50% mais leve que a telha fibrocimento), permitindo economia na estrutura da E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

cobertura; Material sem risco a saúde (limpo e inodoro); Impermeável; Alta resistência ao fogo; Produto ecologicamente correto (100% reciclado e reciclável); É de fácil fixação (permite uso de pregos, parafusos, rebites, parafusadeira); Permite aplicação de pintura acrílica; Cada telha evita que cerca de 1.500 caixinhas de leite sejam jogadas em aterros sanitários ou lixões.

Pode-se concluir que a cobertura de telha Tetra pak possui mais vantagens se comparada à telha fibrocimento, não só nas características ambientais e termo acústicas, mas também no preço com relação à telha fibrocimento da marca Eternit.

Esquadrias

Para a escolha do tipo de esquadrias para habitação proposto pela autora da pesquisa em questão, levou-se em consideração principalmente os aspectos ambientais, são eles: ventilação, iluminação, e tempo de vida dos materiais construtivos que a constituem. Como também os psicossociais, são eles: privacidade, controle e necessidades psicológicas referentes ao espaço físico, e etc.

Por isso foi selecionado um tipo de janela constituída de perfis de PVC e vidro. Segundo o gerente de uma das empresas (WEIKU, 2017, p.1) que fabrica o PVC para aplicação em esquadrias, o mesmo possui como vantagens o isolamento termo acústico, não oxidam, são resistentes a maresia, baixa manutenção, leveza e são 100% recicláveis. Já o vidro possui como característica a transparência, garantindo a iluminação natural, também possui resistência, durabilidade, beleza e baixo custo.

Como já mencionado, foi estudado fazer o uso em todas as janelas da edificação de PVC e vidro, sendo instalados a um sistema de básculas horizontal. Com a finalidade de aproveitamento de 100% do vão como área útil destinado a ventilação, e pode ser mantida aberta em caso de chuva. Além do sistema de PVC não necessitar da introdução de grades de segurança e, no caso de janelas, foram projetadas com tal sistema, sendo que as mesmas possuem duas folhas de giro, fazendo com que o usuário possa debruçar-se na janela e ter mais contato com a área externa da edificação.

A figura da planta humanizada (FIGURA 01) demarca uma das janelas; com relação às portas da edificação, foi decidido serem de madeira, para dispor mais privacidade ao usuário, além de ser um material durável, resistente e com bom isolamento termo acústico.

Sistema de reuso de água cinza

Dentre os diversos métodos sustentáveis, o aproveitamento de águas cinzas de origem residencial possui um grande destaque, pois dada a importância da água para a vida, a utilização de meios que evitem desperdícios é imprescindível, diminuindo também a demanda do sistema público

E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

Figura 01: Indicação da janela e porta especificadas



Fonte: Autoria própria, 2018.

de abastecimento.

Segundo Otterpohl (2001, p.12), águas cinzas são aquelas servidas, excluindo o efluente dos vasos sanitários. Esse tipo de reuso de água cinza é classificado como reuso não-potável, pois não podem ser ingeridas por seres humanos, mas podem ser destinadas ao reuso doméstico (rega de jardins em residências, lavagem de veículos e de áreas impermeáveis, descarga de vasos sanitários, entre outros) (BAZZARELLA, 2005, p.38). Contudo, para alguns autores como Nolde (1990) e Christova-Boal *et al.* (1996) citada por Bazzarella (2005, p.39), não é considerada água cinza os afluentes advindos de cozinhas, por se tratar de um tipo de água altamente poluído, putrescível e com inúmeros compostos indesejáveis, como óleos e gorduras.

O tratamento a ser definido para cada tipo de água cinza, decorre de acordo com a análise das características do afluente, associada com as condições de qualidade exigidos para a aplicação de reuso desejada (BAZZARELLA, 2005, p.49). Um simples filtro de areia para o tratamento das águas cinzas pode ser um tipo de solução, pois tal método retira algum sólido suspenso e excesso de turbidez, do qual a areia no filtro é empregada como meio poroso que representa a superfície de contato para filtragem, as partículas sólidas suspensas são mantidas em seu interior pelo motivo da colisão e adesão dos grãos de areia, ou até, por retenção de grãos (LIMA, 2011, p.13).

6 A PROPOSTA

Conceito e Partido

O projeto de habitação de baixo custo, possui como conceito a sustentabilidade, pois reutiliza resíduos sólidos que seriam jogados em lixões ou aterros sanitários, como também possui sistema E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade.

de reaproveitamento de água cinza. Já seu partido, foi decidido direcionar o projeto e detalhar com maior enfoque no resíduo sólido garrafa pet.

A princípio foi pensado em se ter na edificação os seguintes cômodos: garagem, sala, cozinha, área de serviço, um quarto com suíte, outro quarto e um banheiro social. Contudo, foi observado em entrevistas com catadores da Cooperativa Coocamar e no lixão de São Paulo do Potengi que os indivíduos consideram que dois quartos com um banheiro suprem suas necessidades. Entretanto, consideram uma sala e uma cozinha ampla imprescindível.

Figura 02: Render interno



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 04: Render externo



Fonte: Autoria própria, 2018.

do painel do TV constituído de pallet, também presente no sofá. Os pendentess são constituídos de garrafas de vidro. A mesa de jantar nada mais é do que a reutilização de um carretel de madeira, que ao seu lado encontra-se na parede um jardim vertical composto de ripas de madeira com vasos constituídos de caixa de leite em pó (FIGURA 02 e 03).

Com relação à fachada, o projeto incentiva a apropriação e interferência natural do morador a caracterizar o seu domicílio. A aplicação de cores distintas em cada moradia caracteriza a E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade.

Figura 03: Render interno



Fonte: Autoria própria, 2018.

Também foi proposto um modelo de ambientação na área de uso comum da residência (sala de estar/jantar e cozinha), com funcionalidade, e acima de tudo eficiente. Foram utilizados blocos de concreto como forma de divisória entre a sala e a cozinha, como também para suporte

pluralidade, tendo em vista que as famílias terão livre escolha de cores e mudanças que desejem realizar. A fachada reflete a diversidade de cultura, emocional, social de cada usuário, valorizando ao mesmo tempo tal característica e gerando uma aproximação do projeto à realidade (FIGURA 04 e 05).

Figura 05: Render externo



Fonte: Autoria própria, 2018.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto em questão surgiu depois de pesquisas e estudos de referências que tinham o intuito de trazer uma proposta de habitação popular com funcionalidade, estética, aliando sempre com perspectivas ambientais e sociais, minimizando os custos, mas utilizando técnicas e materiais de qualidade.

A proposta traz um questionamento sobre os impactos causados ao meio ambiente pela disposição final de lixo, que muitas vezes são inadequadas, como também que a construção civil é responsável por boa parte destes problemas ambientais, mas que ao mesmo tempo há uma falta de moradia, em especial para catadores de materiais recicláveis.

Pode-se observar que algumas vezes se construir com métodos sustentáveis pode aumentar o custo da obra, porém a técnica e o material utilizado fazem toda a diferença, fazendo com que o custo venha até a cair se comparado a uma habitação com conceitos convencionais. Este estudo prova tal afirmação, do qual o método de vedação com a garrafa pet, como o uso da telha Tetra Pak trazem para o usuário vários custos benéficos como por exemplo melhorias termo acústicas, diminuição do valor e acima de tudo vantagens no aspecto ambiental.

Por fim, tal pesquisa se deparou com vários desafios, pois apresenta um projeto com métodos e materiais pouco usuais na construção civil, e detectou que ainda é necessário que a população tenha consciência de que produtos reciclados podem trazer tantos benefícios ou até mais que outros produtos convencionais. Mas, apesar dos desafios encontrados, a pesquisa proporcionou um amplo E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade.

conhecimento da área da reciclagem e técnicas de desenvolvimento sustentável.

O arquiteto urbanista ocupa um papel de grande importância para o futuro da construção civil; é fundamental que profissionais da área insiram em seus projetos tecnologias sustentáveis, para que edificações se adequem ao futuro do planeta, e que a população conseqüentemente se conscientize e aceite a introdução de métodos sustentáveis no seu cotidiano.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Hered. **Pneus inservíveis: Alternativas possíveis de reutilização**. Disponível em: <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia293475.pdf>. Acesso em: 17 de abril de 2018.

ARCHDAILY. **Conheça a escola sustentável de Michael Reynolds em Jaureguiberry, Uruguai**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/791524/conheca-a-escola-sustentavel-de-michael-reynolds-em-jaureguiberry-uruguai>. Acesso em: 17 ago. 2018.

ASSOCIAÇÃO DOS FABRICANTES DE EMBALAGEM PET. **Censo da Reciclagem de PET**. Disponível em: <http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=>. Acesso em: 31 mar. 2018.

BEZERRIL, Sandra. **Caracterização sócio-ambiental do bairro de Felipe Camarão – Natal/RN**. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18263/1/SandraMLB.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2018.

CONCEPTOS PLÁSTICOS. **Colombianos criam casas com tijolos de plástico reciclados**. Disponível em: <http://conceptosplasticos.com/noticia-el-tiempo/>. Acesso em: 15 ago. 2018.

CORRALO, CARDOSO *et al.* **Condições de moradia e saúde de uma comunidade de catadores de lixo**. Disponível em: <http://revistaelectronica.unicruz.edu.br/index.php/Cataventos/article/view/258>. Acesso em: 15 de ago. 2018.

ECOWAY. **Telha reciclada com formato ondulado**. Disponível em: <http://ecoway.com.br/default.asp#outras>. Acesso em: 10 out. 2018.

EUSEMFRONTERIRAS. **Primeira escola 100% sustentável no Uruguai**. Disponível em: <https://www.eusemfronteiras.com.br/primeira-escola-100-sustentavel-no-uruguai/>. Acesso em: 17 ago. 2018.

EXAME. **Este empreendedor constrói casas com que você joga no lixo**. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/pme/empreendedor-plastico-casas-baratas/>. Acesso em: 15 ago. 2018.

FONSECA, Lucía *et al.* **Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental**. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/reciclagem.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2018.

GONÇALVES-DIAS, TEODÓSIO. **Estrutura da cadeia reversa: "caminhos" e "descaminhos" da embalagem PET**. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132006000300006&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 mar. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Manual para aproveitamento emergencial de águas cinza do banho e da máquina de lavar**. São Paulo, 2016.

JERÔNIMO, Carlos *et al.* **Gerenciamento dos resíduos sólidos do município de Natal/RN: caracterização das cooperativas de catadores**. Disponível em: <file:///C:/Users/Amanda%20Santana/Downloads/6967-35109-2-PB.pdf>. Acesso em: 29 de set.

2018.

LEROY MERLYN. **Cimento Poty todas as obras saco de 50Kg Votorantim**. Disponível em: https://www.leroymerlin.com.br/cimento-poty-todas-as-obras-saco-de-50kg-votorantim_89515391. Acesso em: 15 out. 2018.

LEROY MERLYN. **Telha de fibrocimento**. Disponível em: https://www.leroymerlin.com.br/telha-de-fibrocimento-ondulada-cinza-1,10x1,53m-etermit_87599813. Acesso em: 15 out. 2018.

LIMA, Fábio. **Sistema automatizado para aproveitamento de água cinza e azul, com controle de PH utilizando lógica fuzzy**. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15366/1/FabioAL DISSERT>. Acesso em: 07 ago. 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lixo um grave problema no mundo moderno**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009031109.pdf. Acesso em: 17 abr. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf. Acesso em: 17 abr. 2018.

MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLAVEIS. **Jornada Nacional: MNCR na luta pelos direitos dos catadores**. Disponível em: <http://www.mncr.org.br/sobre-o-mncr/principios-e-objetivos/segunda-carta-de-brasilia>. Acesso em: 11 de set. 2018.

MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLAVEIS. **Marcha Nacional do MNCR em Brasília**. Disponível em: <http://www.mncr.org.br/multimedia/galeria-de-fotos/marcha-nacional-do-mncr-em-brasilia>. Acesso em: 11 set. 2018.

MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLAVEIS. **Segunda Carta de Brasília**. Disponível em: <http://www.mncr.org.br/sobre-o-mncr/principios-e-objetivos/segunda-carta-de-brasilia>. Acesso em: 11 set. 2018.

OLIVEIRA, Adriano. **Reciclagem de P.E.T: história, quantificação e posicionamento**. Disponível em: <file:///C:/Users/Amanda%20Santana/Downloads/1199700658.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2018.

OLIVEIRA, Otávio *et al.* **Estudo da destinação e da reciclagem de pneus inservíveis no Brasil**. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_TR650481_0291.pdf. Acesso em: 15 abr. 2018.

PENSAMENTO VERDE. **Uruguai inaugura a primeira escola sustentável da América Latina**. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/arquitetura-verde/uruguai-inaugura-primeira-escola-sustentavel-da-america-latina/>. Acesso em: 20 ago. 2018.

PORTAL DE MEIO AMBIENTE DA UFRN. **NUPECS/UFRN apresenta projetos sustentáveis no expedientes**. Disponível em: <http://www.meioambiente.ufrn.br/?p=35933>. Acesso em: 03 de set. 2018.

PORTAL DE MEIO AMBIENTE DA UFRN. **Participantes do expedientes avaliam visita ao NUPECS**. Disponível em: <http://www.meioambiente.ufrn.br/?p=36388>. Acesso em: 03 de set. 2018.

PORTAL DE MEIO AMBIENTE DA UFRN. **Personalidades – Antônio Duarte**. Disponível em: <http://www.meioambiente.ufrn.br/?p=36477>. Acesso em: 05 out. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DO NATAL. **Conheça melhor seu bairro – Felipe Camarão**. Disponível em: http://www.natal.rn.gov.br/bvn/publicacoes/oeste_felipecamarao.pdf. Acesso em: 31 mar. 2018.

PREVIATTI, Fazenda *et al.* **Análise de implantação de uma Residência Sustentável em Passo Fundo – BR.** Disponível em: https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_10.pdf. Acesso em: 18 abr. 2018.

SANTOS, Richardson. **Sustentabilidade:** uma análise da percepção do catador da Coocamar. Disponível em: https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/4026/1/RichardsonSFS_Monografia.pdf. Acesso em: 20 set. 2018.

SPADOTTO, Aryane *et al.* **Impactos ambientais causados pela construção civil.** Disponível em: https://editora.unoesc.edu.br/index.php/acsa/article/viewFile/745/pdf_232. Acesso em: 09 abr. 2018.

TRIBUNA DO NORTE. **Casa é erquida com garrafas pets.** Disponível em: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/casa-e-erguida-com-garrafas-pets/139198>. Acesso em: 05 out. 2018.

TRIBUNA DO NORTE. **Marte recriando em Utah e Caiçara do Rio do Vento.** Disponível em: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/marte-recriado-em-utah-e-caia-ara-do-rio-do-vento/398635>. Acesso em: 11 set. 2018.

TINY ECO HOUSE: MÉTODOS E ELEMENTOS ALTERNATIVOS APLICADOS A CONSTRUÇÃO E INTEGRAÇÃO COM A NATUREZA

Elton Judson de Queiroz Fonseca⁹

Felipe Ferreira Monteiro¹⁰

Adriana Carla de Azevedo Borba¹¹

RESUMO: O presente artigo tem como objetivo o desenvolvimento de uma proposta de edificação autônoma e sustentável com a aplicação de técnicas de permacultura e bioconstrução. Tem como objetivos específicos: Desenvolver habitações de dimensões mínimas com técnicas de bioconstrução para mitigar o impacto no terreno; inserir infraestruturas sustentáveis e ecológicas nas habitações e ao redor das mesmas, tais como reutilização das águas da chuva, sistema de tratamento das águas cinzas e escuras, vermi-filtro, fossa biodigestor, horta; identificar e utilizar materiais nativos do local ou pré-existentes com o intuito de reaproveitar, reusar e reciclar recursos. Habitamos em um planeta onde as condições de moradia e sobrevivência se tornam cada dia mais difíceis: as desigualdades sociais, a falta de moradia de qualidade, de saneamento básico e a fome, agravados diante do cenário de pandemia, tornam urgente uma solução, que pode ter como alternativa o presente estudo.

Palavras-chave: Habitat. Sustentabilidade. Bioconstrução. Permacultura.

1 INTRODUÇÃO

A velocidade com que o ser humano vem utilizando, de modo extrativo os recursos naturais necessários para o desenvolvimento e crescimento das cidades, por exemplo, é muito maior que a capacidade de recuperação da natureza. Devido ao elevado consumo energético e diversos tipos de contaminação (água, ar, solo e sono) oriundos do avanço da construção civil, crescimento das cidades e escassez de recursos naturais levou a profundas mudanças no ambiente natural do planeta. Em meio a este cenário o planeta está passando pela pandemia de COVID-19, responsável pela morte de milhares de pessoas em todo o mundo, que resultou na paralização e diminuição das mais diversas áreas e suas atividades, restringindo a mobilidade e mostrando a dependência da população aos serviços e comércios como supermercados, farmácia, assim como os demais usos tidos como essenciais.

⁹ Arquiteto urbanista, formado pelo Centro Universitário Facex – UNIFACEX, e-mail: etnparaomundo@gmail.com

¹⁰ Professor Doutor do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Facex – UNIFACEX, e-mail: felipe.monteiro@unifacex.edu.br

¹¹ Professora Doutora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco

– UFPE, e-mail: adriana.borba@ufpe.br.

Este trabalho teve como principal referência os estudos desenvolvidos por Mollison e Holmgren (2001) por mais de 50 anos sobre bioconstrução e permacultura, assuntos que unidos se tornam um “manual” de como viver de maneira saudável e se alimentar de forma independente e ecossustentável. O trabalho tem como objeto de estudo explorar as técnicas construtivas alternativas e aplicação de materiais construtivos sustentáveis, aliadas aos conhecimentos sobre permacultura para desenvolvimento de um protótipo residencial localizado no estado do Rio Grande do Norte. A grande inovação do trabalho é apresentar um novo lado da construção, observando a vivência dos usuários e sua relação com o espaço construído e o meio-ambiente, com objetivo de trazer melhorias na qualidade de vida dos usuários. Como produto final do trabalho será apresentada uma proposta de residência autossuficiente denominada TINY ECO HOUSE, que faz uso de tecnologias sustentáveis utilizadas para melhorar o conforto e estudos bioclimáticos do projeto, realizar captação e reutilização das águas da chuva, o sistema de tratamento das águas cinzas e escuras, vermi-filtro, fossa biodigestor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PERMACULTURA

Permacultura que significa “cultura permanente” é um sistema de planejamento de ambientes humanos sustentáveis que se utiliza de práticas agrícolas e sociais cujo planejamento do seu design é centrado em simular ou utilizar diretamente os padrões e características observados em ecossistemas naturais e foi sistematizada para dar resposta à nova e crescente consciencialização da degradação ambiental global (IPOEMA, 2017).

Segundo Silva (2013) é um método de agricultura permanente, entretanto, devido ao seu desenvolvimento, nos dias de hoje se apresenta de uma forma diferente, sendo mais próximo a uma “cultura humana” permanente. Sendo assim surge em 1978, através dos cientistas Bill Mollison e David Holmgren, do inglês, *Permanent + Culture, Permaculture*, onde o Instituto Pindorama acrescenta que é um termo inspirado em pesquisa de povos que existiram por longo tempo ao redor do mundo e por eles cunhado para definir seu campo de estudo.

A permacultura é um sistema de design para a criação de ambientes humanos sustentáveis. A palavra em si não é somente uma contração das palavras permanente e agricultura, mas também de cultura permanente, pois culturas não podem sobreviver muito sem uma base agrícola sustentável e uma ética do uso da terra. (MOLLISON, 2001, p. 13)

Aplicadas ao projeto devido a sua capacidade de trazer sustento aos usuários, a permacultura se encaixa neste trabalho como uma peça fundamental para suprir as necessidades E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

de famílias que em períodos críticos como o momento de pandemia enfrentado, terem seus alimentos orgânicos em casa, reduzindo seus gastos, trazendo mais independência e a possibilidade de venda, troca, valorizando o comércio informal e ensinando como cuidar bem da terra.

A permacultura utiliza as qualidades inerentes das plantas e animais, combinadas com as características naturais dos terrenos e edificações, para produzir um sistema de apoio à vida para a cidade ou a zona rural, utilizando a menor área praticamente possível (MOLLINSON, 2004, p.13) Embora baseada em modelos ecológicos positivos, a permacultura cria uma ecologia cultivada, que é projetada para produzir mais alimentação humana e animal do que seria encontrado naturalmente. (MOLLINSON, 2004, p.13).

Por ser uma metodologia de desenho e gestão ambiental, esta pode ser vista como complementar aos princípios ecológicos, abordando questões não contempladas na agroecologia, com relação à ocupação humana nos ecossistemas, tais como energia, habitações, saneamento, além do cultivo propriamente dito (MOLLINSON, 1999). A permacultura foi desenvolvida na Austrália no final da década de 1970 pelo cientista Bill Mollison em parceria com seu aluno David Holmgren. O resultado foi uma tese acadêmica, testada e vivenciada por ambos a partir da criação e desenvolvimento de pequenos sistemas produtivos organicamente integrados.

No entanto, nesse início, Mollinson se desiluiu com os rumos adotados pela sociedade moderna e industrial, que resultaram em seu “autoexílio” em uma propriedade nas florestas úmidas da Austrália. Entretanto essa experiência foi fundamental para vislumbrar os conhecimentos voltados aos padrões da natureza e as múltiplas relações existentes e estabelecidas em um ecossistema. Após o seu período de estudos, retorna com a premissa de que se deu conta que não poderia manter o exílio e ficar longe da sociedade, mas que era preciso utilizar de seus conhecimentos para ajudar a alterar o quadro de degradação ambiental (SILVA, 2013, p. 161).

No livro *Permacultura Um*, Holmgren (2013) dá uma definição mais atual sobre a permacultura de uma forma mais ampla a agregar os conceitos de ética e de design. Essas técnicas reunidas tornam possível um melhor entendimento por parte do leitor em como ter uma vida mais voltada para o âmbito natural e sustentável. E por se tratar de uma ciência que aborda várias áreas do saber, se faz necessário uma ordem lógica e bem elaborada para o perfeito entendimento dessas áreas e o que abrange cada uma delas. É dessa maneira que a Permacultura dispõe da flor da permacultura, começando com ética e princípios focados no campo e no manejo da terra e da natureza, a permacultura está evoluindo pela aplicação progressiva dos

seus princípios e integração de todos os sete campos (sete pétalas) necessários para a sustentação da humanidade ao longo do período de declínio de energia. (HOLMGREN, 2004, p.3)

Antes de apresentar a figura da flor da permacultura, se faz necessário abordar sobre esse período de declínio de energia. Este declínio se dá pelo alto consumo energético que utilizamos para produzir nossa própria energia, que é boa parte consumida pelos combustíveis fósseis como o carvão e o petróleo. Isso significa que cada vez mais gastamos mais energia para produzir, uma vez em que chegará o ponto em que gastaremos muito mais para retirar do que o que será produzido.

Nesse estágio se fará necessário a busca por fontes de energias alternativas. Para isso os investimentos as políticas de produção dessas energias precisam ser mais intensificadas, pois como o próprio nome diz, são fontes de energias não-renováveis e com isso, possuem um limite.

O Instituto Pindorama (IPOEMA, 2014) afirma que a Permacultura propõe alguns princípios éticos que deveriam governar qualquer assentamento humano, seja ele uma escola, uma residência ou uma cidade. O primeiro princípio é “cuidar do planeta”, algo que hoje tenta-se promover nas escolas, com ações de educação ambiental, e nas empresas, com programas de separação do lixo e algumas ações isoladas e sem conexão entre si.

É neste contexto que, na atualidade, muitas organizações, casas, condomínios e propriedades rurais vêm incorporando a metodologia do design em permacultura para conceber os espaços utilizados, de modo que as práticas de cuidado com o planeta sejam algo tão corriqueiro como a limpeza dos banheiros. Precisamos tomar consciência de que é responsabilidade de todos questões como a destinação dos resíduos, o uso consciente

De acordo com o Instituto Pindorama (IPOEMA, 2014), os três princípios éticos que governam a permacultura são: Cuidado com a Terra (solos, florestas, água, ar, animais, meio ambiente); Cuidado com as pessoas (consigo mesmo, com a família e com a comunidade); Partilha justa (estabelecer limites para o consumo e distribuir os excedentes); Ética a vida (reconhecendo o valor de tudo o que é vivo).

A visão que embasa esses princípios se origina do estudo e observação do mundo natural e das sociedades sustentáveis pré-industriais e estabelece que estes podem e devem ser adotados tanto num contexto de abundância ecológica quanto em um de escassez. (Instituto Pindorama - IPOEMA, 2014). Tais princípios fundamentam uma lista de tarefas que norteia todo o complexo processo de design de um assentamento humano sustentável, que são estudados para trazer conhecimentos para o melhor entendimento da forma e como ela influencia o sistema de organização permacultural.

É dessa maneira que a permacultura contribui para a elaboração do projeto, não só com

o manejo e cultivo da terra, mas com elementos construtivos alternativos, sistemas de energias sustentáveis e toda a ética envolvida em seus estudos desde o início. Devido ao estudo do esgotamento desses recursos e dos impactos ambientais causados é que a permacultura apresenta-se como objeto de estudo contra todos os problemas citados até aqui e como ferramenta de informação aos que devido ao momento em que vivemos de pandemia e isolamento social, não tem onde morar ou o que comer. Cuidar do planeta, cuidar do outro e da distribuição dos excedentes são os princípios filosóficos da permacultura.

2.2 MOVIMENTO TINY HOUSE

Na América, o tamanho médio das casas aumentou de 506m² a 791m², aproximadamente no período de 1973 a 2013, subindo até mais de nove vezes o preço médio em 1970. Além disso, o aumento da expansão urbana e da habitação na cidade causou um aumento de 50% no impacto ambiental negativo da habitação desde os anos 1950. Dadas estas preocupações, muitas pessoas reavaliaram as suas necessidades e desejos, o que levou ao movimento Tiny House (BOECKERMANN; KACZYNSKI; KING, 2019).

No contexto de questões ambientais, instabilidade financeira, alta hipoteca, por exemplo, cada vez mais pessoas têm que escolher uma casa minúscula, entre 37 a 93m², e ainda, em alguns casos, com até 7,4m², favorecendo nesse foco, o estudo do "conforto psicológico", envolvendo o sentimento das pessoas, no aspecto do "conforto fisiológico" que deve ser prioridade (ZHANG, 2019).

O conceito de Tiny House é relativamente novo, surgindo nos Estados Unidos no final da década de 1990. Um dos principais defensores e também conhecido por ser o inventor das Tiny Houses é o norte-americano Jay Shafer, que no ano de 1999 publicou o seu primeiro artigo sobre os méritos de uma vida simples e seu posicionamento contra a proibição legislada de pequenas casas nos Estados Unidos. Shafer, que já morava em um trailer modelo Airstream havia 2 anos, em 1997 desenhou e construiu uma casa com pouco mais de 8m².

Figura 01 – Fotografia do interior de uma tiny house

Não há uma definição estrita sobre o que constitui uma *Tiny House*, mas sim uma definição do Movimento que entende que uma *Tiny House* é uma estrutura residencial com menos de 37m² (Figura 01). Podem ser construídas em uma base sólida ou sobre estruturas de duas rodas, mas sempre são pensadas para serem práticas e multifuncionais, o que faz dela uma casa extremamente eficiente. Segundo Anggraeni (2020), o movimento apresenta 6 princípios



Fonte: https://br.pinterest.com/nayaco_naomi/proyecto-naomi-casa/. Acesso em: março de 2022.

fundamentais conhecidos por *Design Subtrativo*, dentre eles:

O uso de espaço vertical, maximizando o uso deste espaço, pode ser utilizado como armazenamento para melhor performance; tudo encaixado em um lugar, ou seja, tudo tem seu local de armazenamento específico, principalmente quando os itens são importantes e essenciais; multifunções, em que itens de dupla tarefa é otimizado para ter mais de uma função, assim como o uso do espaço; fácil acesso, que oportuniza numa busca de forma fácil por determinado item fundamental, baseando-se na frequência com que os itens são usados; embutidos com propósito, uma vez que reduzem o uso do espaço enquanto ainda fornecem instalações importantes como mesas, sofás, cadeiras, camas ou ainda artigos de *hobby*, como equipamentos de pesca, guitarra, bicicletas; menos é mais, princípio que visa reduzir e organizar itens dentro da casa como uma ferramenta para dar apoio diário, ao invés de criar maior relação de dependência na vida.

Nos mais diversos países por onde passa, o movimento Tiny House traz consigo a solução de problemas habitacionais, seja pela falta de espaço urbano ou pela falta de habitações as quais sejam acessíveis e áreas com boa qualidade de vida. O movimento tem sofrido grande expansão, entretanto, apresenta carência quanto a publicação de artigos e livros sobre a temática.

A justificativa da diminuição dos espaços nas Tiny Houses é a busca por estilos de vida menos consumistas, redução de impostos e impactos ambientais. Dessa forma, o movimento se E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

integra ao projeto, somado às habilidades da Bioconstrução e da Permacultura, afim de

possibilitar mais qualidade de vida, autonomia e mais lazer por parte dos usuários e adeptos aos novos modelos de moradia.

3 ESTUDOS DE REFERÊNCIA

3.1 COMUNIDADE DAS FORMIGAS – NÍSIA FLORESTA

Localizada a 43km do centro da cidade de Natal, a Comunidade das Formigas está situada no município de Nísia Floresta, bem próximo a lagoa de Alcaçuz, um local turístico. A propriedade foi adquirida em 2014 passou e por grandes transformações; para resgatar o solo empobrecido pelo desmatamento e também por questões climáticas, foi utilizada a técnica das Sistemas Agroflorestais (SAF), manejo do solo e do plantio da policultura, separado por setores e por vegetações de curto, médio e longo prazo.

O local possui construções em superadobe, telhados jardim, casa de taipa e adoção de outras tecnologias sustentáveis. Embora o estudo tenha ocorrido durante o período de recomendação do isolamento social, foi possível uma vivência, participando do dia-a-dia da comunidade. Permitindo conhecer mais sobre as práticas de cultivo e os cuidados com a terra a fim de produzir alimentos (frutas, verduras, ervas) durante todo o ano, e reforçando a ideia da prática da policultura, mesmo que seja em uma pequena escala e dentro do perímetro urbano. Durante a vivência foi possível a prática de diferentes técnicas, de tecnologias sustentáveis aplicada.

Na comunidade existe duas edificações, uma cozinha comunitária aberta e outra edificação com dois pequenos apartamentos com quartos suítes, cozinha e escritório. As duas contam com um sistema de captação de águas da chuva e sistema de coleta das águas cinzas direcionadas para uma fossa biodigestor, que gera fertilizante que é aplicado na irrigação das árvores frutíferas da horta. As águas das cozinhas e banheiro são direcionadas para um vermi-filtro que depois segue para um ciclo de bananeiras. Desta maneira todos os resíduos locais são tratados e aplicados para irrigação da horta, caracterizando a agricultura regenerativa, que emula os processos naturais, visa fechar os ciclos de nutrientes, devolvendo a matéria orgânica à biosfera, melhorando o solo e evitando a necessidade de fertilizantes químicos.

3.2 ESCUELA SUSTENTABLE EM JAUREGUIBERRY

O projeto da *Escuela Sustentable N° 294 Jaureguiberry*, está localizada na porção da costeira de Jaureguiberry, que fica a 80km da capital do Uruguai, Montevideú. Reynolds então adotou todas as características e trouxe para a escola o seu conceito das “embarcações

terrestres”. A escola teve o início das suas obras em 2016 e durou 7 semanas, do mês de janeiro até março. Um detalhe interessante é que trabalharam pessoas de 30 nacionalidades totalizando entre 150 e 200 pessoas na execução da obra. A escola é a primeira escola sustentável da América do Sul, sendo pioneira e também estimulando o uso das práticas construtivas de forma alternativa, com intuito de educar as crianças e mostrar a população que esse tipo de obra é viável em qualquer área de atuação.

Com esse estudo de caso é possível mostrar de forma prática e usual que a construção de edificações com materiais sustentáveis e reciclados não se aplicam apenas para residências em localidades afastadas dos centros urbanos, ou em comunidades como ecovilas e assentamentos, ou que remeta a uma construção antiga, com métodos antigos e pouco aceitáveis aos padrões atuais.

Em uma porção que contempla as margens da IB (rodovia expressa), a escola fica localizada em um terreno com vegetação local, com plantas arbustivas e de médio porte. Posicionada de acordo com estudos feitos para o melhor aproveitamento dos recursos naturais tem sua fachada principal voltada para o norte, de forma a para aproveitar ao máximo a luz e a energia solar através do seu corredor em vidro que atua como distribuidor das três salas de aula e das duas alas de serviço da escola, projetando ao exterior uma fachada em madeira e vidro, além de sua entrada frontal com colunas feitas com latas de alumínio e misturas de areia local, barro e cimento. A escola com 270 m² foi levantada em somente sete semanas. Sua construção é composta de aproximadamente 60% de materiais reciclados (cobertura feita com garrafas de plástico e vidro, latas, papelão) e 40% de materiais tradicionais utilizados em obras convencionais.

A escola tem estrutura linear, onde um corredor principal dá acesso e cruza toda a edificação. Na parte sul a escola desfruta de um muro de contenção que serve de isolante térmico, também é por ele onde passam os dutos de resfriamento para a coleta de águas pluviais pelo telhado e posteriormente são armazenadas em tanques que ficam na parte de trás da edificação e armazenam a água para utilização de uso geral na escola, desde os banheiros a hortas, como também se conecta com os dutos de ventilação, que podem ser abertos ou não, dependendo do dia e sua função é a renovação do ar que entra mais fresco em dias mais quentes e podem ser fechadas em dias mais frios. Essas águas são captadas pelo sistema de captação que despeja seu volume em seis (06) reservatórios que são cobertos por camadas de terra

melhorando a absorção e inércia térmica da EarthShip¹². A fachada é feita com um espesso muro de contenção de pneus preenchidos com pedras e areias compactadas, atuando como taludes na parte posterior do edifício.

Sua fachada norte contempla a fachada principal da escola e é nessa parte do projeto que se encontram boa parte dos elementos vitais para a escola funcionar. A frente do terreno estão o parque de diversões construído com materiais recicláveis (madeira e pneus) juntamente com a horta. Ainda na parte externa, mas integrada a parte interna, estão os painéis solares fotovoltaicos, essenciais para os funcionamentos dos aparelhos elétricos e iluminação noturna em um sistema independente dos sistemas de abastecimento de energia elétrica convencional. A parte que corresponde aos limites do terreno é cercado por árvores de médio e grande porte, barrando os ventos gelados vindos do litoral, e também auxiliando nos bancos de areia que cobrem os reservatórios de água.

As EarthShips possuem características muito marcantes. A reutilização de materiais recicláveis e objetos ordinários se integram à edificação como solução para alguma situação e não um problema. O fator dos materiais de construção pode ser encarado como um alerta para o que se pode construir com o lixo de outras pessoas que unidas em função de elementos abundantes no local, podem escolher a melhor maneira de trabalhar com o que se tem disponível e que o resultado seja eficaz, combinando com as técnicas empregadas para iniciar a obra.

O valor tecnológico voltado para as EarthShips são um ponto que merece certa atenção. Desde o início de seu projeto são inúmeros os processos que ocorrem em paralelo ao projeto arquitetônico. Processos biológicos, químicos e físicos se entrelaçam e tornam o projeto inteligente e tecnológico. A casa passa a ser um centro de informações onde todos esses processos atuam juntos, e a arquitetura resultando em uma edificação que interage e tem relações com o meio-ambiente o tempo inteiro. Saímos da “máquina de morar” e passamos a viver em “casas vivas”. Painéis solares, iluminação noturna, aparelhos elétricos e eletrodomésticos, controle de resfriamento e aquecimento da água fazem parte de todo esse conjunto de estratégias e soluções que dão vida às EarthShips.

A escola teve sua construção com elementos mistos (recicláveis e convencionais). Um dos materiais de construção adotados na construção da escola foi o cimento. O cimento é um material que para ser produzido até a hora da compra, causa um alto impacto ambiental, desde seus primeiros processos de obtenção até o transporte e distribuição em pontos de vendas. O

¹² A estrutura da construção da EarthShip é feita por camadas, como se fosse uma espécie de colocação de camadas, então, a construção vai ganhando altura e forma.

que se quer passar com essa informação é que apesar não ser um material sustentável e reciclável, ele pode sim ser empregado nas obras, tanto convencionais quanto autossuficientes.

O uso consciente de materiais convencionais aplicados a obras sustentáveis e ecologicamente corretas desde que utilizados sem exageros e que tenha um propósito bem definido é aceitável, como Reynolds (2001) mesmo diz, agregar outros tipos de materiais de acordo com a necessidade do projeto, desde que cause pequenos impactos. No caso da escola, foi utilizado o cimento nas colunas junto à fachada sul para melhorar a mistura da massa e evitar rachaduras com o tempo, chuvas e também devido a maresia, por se tratar de uma construção na parte costeira do país.

Na TINY ECO HOUSE assim como na escola, se fará o uso das técnicas construtivas e de toda a tecnologia e conceitos que envolvem a EarthShip, desde seus estudos preliminares até a escolha dos materiais com intuito de alcançar um projeto ecologicamente correto, auto sustentável e autossuficiente quanto à produção dos recursos energéticos e também como uma produção de alimentos e produtos voltados para a policultura, que pode vir a beneficiar famílias em períodos como o que o mundo vem enfrentando, um cenário de isolamento social e de diversas necessidades, incluindo água e mantimentos básicos. A proposta deste trabalho é de que em suas próprias residências sejam produzidas energia e recursos independentes de concessionárias e alimentos industrializados.

Essas ideias visam construir um novo ponto de vista quanto à produção de energia, um melhoramento na alimentação, novas formas de se comercializar e a adaptação dos novos ambientes de trabalho dentro de casa, utilizando o home office para quem possui emprego e também para quem fica em casa, seja na horta, jardim ou até mesmo cultivando abelhas.

4 CONDICIONANTES DO PROJETO

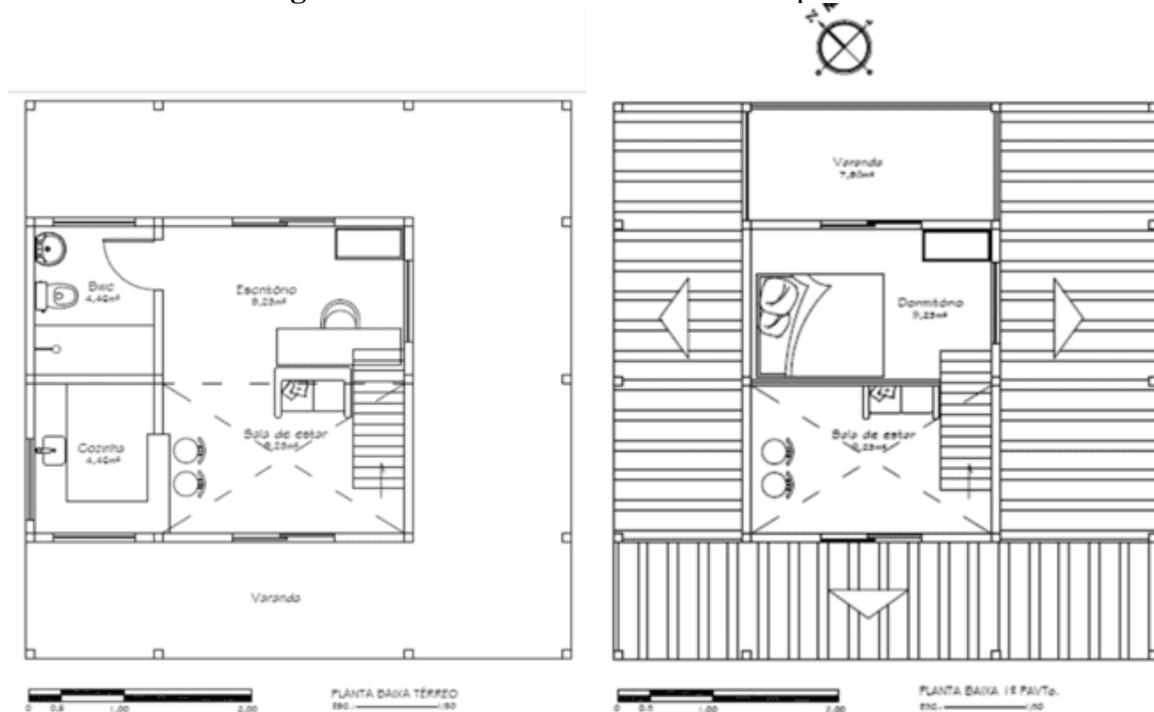
Para desenvolvimento do projeto foi selecionado o terreno da comunidade das formigas, no município de Nísia Floresta, espaço cedido pelos proprietários para construção do protótipo. A área escolhida para intervenção foi pensada na topografia do local, evitando regiões com passagens de água durante o período chuvoso e que permitisse a inserção de 3 chalés e jardim permacultural. A área disponível se encontra na fachada frontal do terreno, voltada para a rua, com uma área total de 800m² localizada no ponto mais elevado do terreno, próximo ao tanque/reservatório para tilápias, armazenamento das águas pluviais e distribuição para o restante da comunidade.

Se tratando de condicionantes climáticas, a Comunidade das Formigas está localizada próxima ao mar, que torna local bastante ventilado durante todo o dia ao longo do ano e apresenta a predominância dos ventos da direção leste (Durante o dia) e nordeste (Noite).

O programa de necessidades foi planejado de acordo com as necessidades de 01 pessoa, no máximo 02 por chalé, já que a proposta de implantação para a ecovila são para moradias, estadia temporária de poucos dias ou por temporada.

Os ambientes desenvolvidos no programa de necessidades para cada Tiny Eco House que se fazem presente no projeto são os seguintes: Sala de estar; Cozinha americana; Escritório; Banheiro; Dormitório (Pav. Superior); Varanda (Pav. Superior) (Figura 02). Para a parte externa têm-se: 03 jardins permaculturais circulares; 03 unidades de horta para cada chalé; Horta para o cultivo e manutenção por parte de todos (Figura 03).

Figura 02 – Plantas baixas do térreo e 1º pavimento.



Fonte: Autoria própria, utilizando o Programa AutoCAD, 2022.

Os sistemas de captação e tratamento de água e do tratamento das águas cinzas e escuras da TINY ECO HOUSE possibilitam autonomia quanto ao abastecimento, distribuição das águas utilizadas no chalé (águas cinzas) e tratamento dos resíduos sólidos (águas escuras), assim como as EarthShips de Reynolds.

Em busca dessa autonomia, para o tratamento das águas cinzas, a coleta conta com um sistema de captação das águas pluviais através de um sistema de calhas, onde inicialmente são filtradas e seu armazenamento é feito em tanques, que após a filtragem é devolvido para a casa

para ser utilizada no chuveiro, pias (a pia do banheiro possui conexão com o caixa da bacia sanitária para que a água utilizada na pia seja utilizada na descarga) e vaso sanitário. Essa água é bombeada para os cômodos e em seguida vão para o jardim, onde passam por uma caixa de gordura, em seguida um tanque com plantas aquáticas e seguem para irrigar as plantas nos jardins.

Figura 03 - Locação dos itens na implantação.
Ordem baseada na Geometria Sagrada do Tetraedro.



Fonte: Autoria própria, utilizando o Programa SketchUp, 2020.

Para o tratamento das águas escuras, os dejetos do banheiro são direcionados para uma fossa biodigestora (biodigestora EMBRAPA em anexo nesse trabalho) para um sistema de plantas e para o jardim, pois seu produto é um líquido probiótico rico em nutrientes importantes para a fertilização do solo, como o fósforo e o nitrogênio.

Os resíduos gerados na TINY ECO HOUSE são utilizados como recursos. Resíduo é a sobra de algum processo, entretanto, nas casas e construções convencionais os resíduos líquidos e sólidos ou águas cinzas e escuras são descartadas. Já na Bioconstrução e na Permacultura, os resíduos são ricos em matéria orgânica, sendo um produto indispensável para a produção de adubo orgânico para os jardins e hortas.

Sendo assim, os lixos orgânicos são reunidos em uma composteira para a produção de adubo orgânico e que voltam para a jardins e hortas. Quanto ao lixo seco, todo plástico e papel é colocado dentro de garradas PET e de vidro, que posteriormente serão utilizadas no preenchimento das paredes, como um tijolo convencional, quanto as águas cinzas e escuras, são

tratados e voltam para o sistema, caracterizando um ciclo fechado, onde não há perda de energia, nem a produção de resíduos. Para alcançar autonomia no quesito energia elétrica, a TINY ECO HOUSE conta com o Sistema Kit Solar Fotovoltaico 560Wp, que gera 1595 Wh/dia.

Tendo escolhido o pau-a-pique como elemento de vedação, essa técnica tem por característica a montagem de toda a estrutura em madeira (pilares principais, caibros, ripas, mão-francesas e a malha em galhos), telhado e varanda.

No que diz respeito a Permacultura aplicada a TINY ECO HOUSE, cada chalé contará com uma unidade de Jardim individual aos cuidados de seu usuário específico, e o restante, de cuidado integrado entre todos, além da horta. Um detalhe importante em relação ao tamanho dos jardins é que quanto menor, mais atenção e cuidados na intensificação na produção de alimentos e manutenção dos espaços desperdiçados. (MOLLISON, 1991, p. 132).

Outro sistema adotado pela sua facilidade, praticidade e economia são os jardins circulares, uma combinação de culturas rápidas e lentas, onde um produto é colhido enquanto o outro ainda cresce, possibilitando a colheita e uso de alimentos orgânicos em todos os períodos do ano. (MOLLISON, 1991, p. 138). Os jardins próximos aos chalés possibilitam o cultivo de várias culturas, gerando economia, produtos orgânicos e de qualidade na alimentação, melhorando a qualidade de vida por parte dos usuários.

Para iniciar a construção das paredes, para as marcações no solo foi preciso primeiramente torná-lo plano, que no caso foi feito com ferramentas simples como pá, enxada e um pilão. Após o piso batido e plano, sua fundação está pronta para ser iniciada. Em seguida, foi escavado até encontrar uma base sólida, de modo a preencher o vazio com pedras para evitar que a umidade causada pelas chuvas suba pelas paredes por capilaridade, comprometendo sua durabilidade e resistência. A altura dessa escavação pode variar a partir de 20cm até 50cm, dessa maneira evita-se o contato das paredes com a umidade e respingos da chuva.

Para o protótipo do chalé, foi escolhido o de pau-a-pique como elemento de vedação, uma mistura simples de barro, água e capim (podendo utilizar ervas nessa mistura, o que durante o processo de pisar o barro, a mistura adquira um bom cheiro). Como as paredes não possuem função estrutural, logo não precisam ser muito grossas, e sendo assim, a estrutura de madeira e telhado são construídas previamente, o contrário de uma parede portante (aquelas onde o telhado se apoia sobre a estrutura das paredes) que são construídas primeiramente e em seguida a cobertura.

Com as paredes de taipa, optou-se pelas instalações hidráulicas e elétricas externas conduzidas por encanamentos independentes, onde na parte hidráulica há a separação das águas

cinzas e escuras, sendo as cinzas retornando para descarga de vasos e para a irrigação dos jardins permaculturais e as escuras alimentam a biodigestora. Na parte elétrica a condução será feita por eletrodutos externos. Essa praticidade auxilia na rapidez da execução, solução de problemas futuros e por questões decorativas, lembrando características de projetos industriais estudados durante a produção do referencial teórico.

Estruturas principais sólidas e montadas, juntamente com o alicerce bem feito, o telhado junto à parte da fundação representa a maior parte dos investimentos de uma construção. O telhado da TINY ECO HOUSE foi o segundo elemento construído, formando todo o esqueleto da edificação devido à utilização do pau-a-pique.

Para se ter um bom design e como não utilizamos o telhado jardim, foi projetado o telhado com uma inclinação maior e mais alto para auxiliar na captação e armazenamento das águas das chuvas, coletados por calhas ao

Figura 04 – Renderização da volumetria da Tiny Eco House.



Fonte: Imagem autoral, utilizando o Programa SketchUp, 2020.

redor de todo o perímetro dos chalés, onde são encaminhados aos reservatórios, onde passam por tratamento e retornam para o chalé (Figura 04).

Figura 05 – Renderização da cozinha da Tiny Eco House.



Fonte: Autoria própria, utilizando o Programa SketchUp, 2020.

Figura 06 – Renderização da sala da Tiny Eco House



Fonte: Autoria própria, utilizando o Programa SketchUp, 2020.

A cozinha, como mostra a Figura 05, apresenta uma configuração bastante contemporânea, com móveis projetados para a parte inferior da bancada, com portas de giro, toalheiro, gaveteiro e basculantes. A cozinha conta ainda com um frigobar ao invés de um refrigerador convencional. Essa redução diminui o consumo energético e muda a proposta de armazenamento, onde se armazena apenas o necessário. A parte sob a bancada em madeira, tem-se um fogão *cook-top* com

duas bocas (ou fogareiro), além da área molhada que compete a torneira e pia. A parte superior tem-se uma prateleira superior que serve de suporte para utensílios da cozinha, como mantimentos, temperos e ervas.

Na sala de estar, tem-se um sofá construído com madeira de demolição e *pallets* e se conecta com a cozinha, a porta para o escritório e banheiro, como mostra a Figura 06. O escritório possui aberturas em todas as paredes e uma porta deslizante central que conecta com a parte inferior da varanda e alpendre. É no escritório que se armazenam as baterias que captam a energia solar, localizadas na parte inferior da escada, de forma planejada, juntamente com prateleiras para objetos decorativos e livros, Figura 07.

Na parte superior, o mezanino tem acesso pela escada mobiliário, o dormitório conta com uma cama de casal com base em pallets, uma cômoda, criado-mudo e arandelas decorativas nas laterais da cama. A parte superior dá acesso direto a varanda, toda em madeira (Figura 08).

Os estudos bioclimáticos, estratégias de resfriamento e aquecimento natural ganham mais força devido a quantidade de aberturas posicionadas de formas estratégicas, criando uma ventilação cruzada e o melhoramento das correntes de convecção, que devido à altura total do telhado, torna o

ambiente interno bastante agradável durante todo o dia, mesmo em dias muito quentes.

Após a instalação do telhado, são montadas as estruturas que servirão de base para serem preenchidas com o barro. Para isso são posicionadas varas de madeira (podendo variar de galhos, varas de dendê, coqueiro etc.) elas são posicionadas de forma a criar uma malha em todas as paredes, em todo o chalé. Dessa forma quando o barro for colocado, não cai devido a malha entrelaçada em madeira, pois, as estruturas o

Figura 07 – Renderização do escritório da Tiny Eco House



Fonte: Autoria própria, utilizando o Programa SketchUp, 2020.

Figura 08 – Renderização do mezanino e varanda da Tiny Eco House



Fonte: Imagem autoral, utilizando o Programa SketchUp, 2020.

Figura 09 – Protótipo da Tiny Eco House

seguram como uma grande teia de madeira como mostra a Figura 09. O projeto da TINY ECO HOUSE em versão protótipo ainda não foi concluído por completo. Os dias de obra são previamente avisados, pois o trabalho é realizado de forma voluntária onde amigos e convidados se reúnem para construção, e essa é uma característica muito marcante da bioconstrução

4 CONCLUSÃO

O trabalho apresenta técnicas e conhecimentos que tornam possível a construção de casas e novos estilos de moradia com novos materiais e técnicas, que vão desde os materiais utilizados, até o armazenamento e reutilização de resíduos e energia sem que haja vínculos com concessionárias, geradoras de grandes impactos ambientais para sua produção e distribuição. Com as técnicas apresentadas neste trabalho e somadas as habilidades específicas se torna possível a elaboração de projetos autossuficientes e ecológicos, garantindo moradia e autonomia por parte dos usuários em suas próprias residências, dando espaço para mudanças não só na forma de morar, mas na forma de enxergar e interagir com o meio ambiente. Por todos os motivos citados é que este material se desenvolveu, com o objetivo de elaborar um projeto sustentável e autônomo, utilizando



Fonte: Autoria própria, 2020.

as EarthShips e a integração da Permacultura aos lares, de forma à melhorar a experiência por parte dos usuários, aproximando-os de sua essência, trazendo mais contato com a natureza, entendendo e interagindo de maneira a retirar tudo aquilo que necessita, mas sem causar danos, cuidando e cultivando a terra, para que essas ideias sejam disseminadas como um “vírus do bem” e que seja possível a melhoria desde nossas casas a chegar no nosso bairro, cidades e em pouco tempo, todo o planeta.

REFERÊNCIAS

ANGGRAENI, Inka; HERLILY. **Investigation “Tiny House” in urban kampung: sustainable living or responding to scarcity?** IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 452, n. 1, p. 012007. Disponível em:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/452/1/012007>. Acesso em: março de 2020.

BOECKERMANN, Lauren M.; KACZYNSKI, Andrew T.; KING, Sarah B. **Dreaming big and living small: examining motivations and satisfaction in tiny house living.** Journal of Housing and the Built Environment, v. 34, n. 1, p. 61–71. Disponível em:

<http://link.springer.com/10.1007/s10901-018-9616-3>. Acesso em: 29 ago. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – **Estilos de Vida Sustentáveis**. 2013 MOLLISON, Bill; HOLMGREN, David. **Permaculture one: a perennial agriculture for human settlements**. Tyalgum, Aust.: Tagari Publications, 1978.

HOLMGREN, D. **Permacultura: princípios y senderos más allá de la sustentabilidad**.

Hepburn: Holmgren Services, 2004.

IPOEMA, Instituto de Permacultura. Tecnologia Social. **Água sustentável – Gestão doméstica dos resíduos hídricos**. 2011.

_____. Instituto de Permacultura. **Introdução a Permacultura: Seja responsável por sua própria existência**. Brasília/DF – 2014.

_____. Instituto de Permacultura. **Sua casa sustentável**. Brasília/DF – 2017.

JACINTHO, Cláudio Rocha dos Santos. **A agroecologia, a permacultura e o paradigma ecológico na extensão rural: uma experiência no assentamento colônia i - Padre Bernardo -**

Goiás. 139p. (UnB – CDS, Mestre 2007) Brasília: Dissertação de Mestrado.

E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade.

ISBN 978-85-52933-08-3

MOLLISON, Bill. **Introdução a permacultura**: projeto novas fronteiras da cooperação para o desenvolvimento sustentável. Brasília: MA/SRD/PNFC, 1

_____. Bill. **Permaculture**: a practical guide for a sustainable future. Washington: Island Press. 1990.

_____. Bill. **Permaculture**: a designers manual. 2. ed. Australia: Tagari Publications, 2002.

MONTORO, Paulo. “**Como Construir Paredes de Taipa**”. Folheto desenvolvido a partir do “workshop” sobre paredes de taipa, ministrado pelo arquiteto David Easton e equipe para protótipo habitacional em Pindamonhangaba - SP. Produzido pelo ILAM - Instituto Latino Americano, e escritório Arquiteto Paulo Montoro e Associados. São Paulo, 1994.

PORTO GONGALVES, C. W. P. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

PROMPT, C. **Curso de Bioconstrução**. Brasília: MMA, 2008.

PROMPT, C. **Construções com terras: Conheça as obras de superadobe em Florianópolis** - AFFESC Disponível em: <https://margemarquitetura.com.br/conheca-a-obra-de-superadobe-que-vem-sendo-construida-em-florianopolis/>.

REYNOLDS, Michael. **Earthship - Vol.1 - How to build your own** (1990).

_____. Michael. **Earthship - Vol. 2 - Systems and componentes** (1991).

_____. Michael, **The vertical face earthship plan option book**. (1999).

SEBRAE. **Normas técnicas para construções sustentáveis**. SEBRAE, 2015.

Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/normas-tecnicas-para-construcoes-sustentaveis,bf5de761e395b410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 19 out. 2018.

SILVA, Luiz Fernando de Matheus e. **Ilusão concreta, utopia possível: contracultura espaciais e permacultura (uma mirada desde o cone sul)** / Luiz Fernando de Matheus e Silva; orientadora Marta Inez Medeiros Marques. São Paulo, 2013.

SOARES, A.L.J. 1998. **Conceitos básicos sobre permacultura**. MA/SDR/PNFC, Brasília-DF)

SOARES, A. **Soluções Sustentáveis - Construção Natural**. Ecocentro IPEC - Instituto de Permacultura do Cerrado. Pirinópolis: Mais Calango Editora, 2007. RICIARDI, Juliano e DOMINOT, Teresa. **Cartilha Permacultura II**: manual de design ecológico.

VIEIRA, A. A. **Bioconstrução: uma revisão bibliográfica do tema e uma análise descritiva das principais técnicas**. 2015. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Gestão Ambiental, Faculdade Unb de Planaltina – Fup, Planaltina - Df, 2015.

ZHANG, Yue. **Study on the Elements for the Psychological Comfort of the Tiny House's Living Room in Japan by Layers and Window Area**. IOP Conference Series: Earth and

Environmental Science, v. 218, n. 1, p. 012043, 23 fev. 2019. Disponível em:
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/218/1/012043>.

PIUM COM AQUAPONIA: Anteprojeto arquitetônico de um sistema de aquaponia

José Marcelo Viana da Silva²³

Adriana Carla de Azevedo Borba²⁴

RESUMO: Esta pesquisa tem como objetivo elaborar um anteprojeto arquitetônico de um sistema de aquaponia para criação de uma cooperativa agrícola para Pium de Cima no município de São José do Mipibu/RN, e nesse contexto, estudar sistemas já implantados para adaptar ao projeto, trocar conhecimento em relação as técnicas agrícolas e pecuárias e otimizar o espaço proposto a produção de hortaliças e criação de peixes e camarões. Na década de 1970, surgiu o loteamento Parque Água Viva localizado em Pium de Cima, numa zona rural de São José do Mipibu. Uma proposta para solucionar as necessidades básicas para essa comunidade foi elaborar um programa de necessidades eficaz que possa atender uma produção comercial. Com a implantação da cooperativa no terreno indicado acreditamos na viabilidade da produção de renda com a venda das hortaliças, temperos, peixes, camarões e artesanato fabricado no local. No tocante à metodologia e aos procedimentos metodológicos, foram empregadas pesquisas feita em sites, material bibliográfico, medições no local, visitas técnicas, questionários com os moradores da vila e proprietários dos lotes do entorno e levantamentos fotográficos do local. Foi necessário fazer uso de instrumentais que auxiliassem na análise do espaço rural, para compreender, tanto quanto possível, o que estava realmente por trás da cultura da comunidade. No estudo referencial direto tivemos a oportunidade de buscar informações em um sistema de aquaponia implantado em Nísia Floresta/RN e indireto na EMBRAPA. A pesquisa permitiu identificar soluções e adequações na implantação com maior possibilidade de êxito.

Palavras-chave: Aquaponia. Tilápia. Hortaliças. Cooperativa.

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem como tema o anteprojeto arquitetônico de um sistema de aquaponia para criação de uma cooperativa em Pium de Cima em São José de Mipibu/RN. Com relação ao universo de estudo, compreende em um terreno com área de 2.400m² (60mx40m) localizado na Rua das Violetas, lotes 678,679 e 680, Pium de Cima – Loteamento Parque Água Viva, zona rural – São José do Mipibu/RN. A proposta do anteprojeto arquitetônico constará com a criação de uma sede para a cooperativa equipada com um sistema de aquaponia, uma casa de apoio, um lugar de pesagem para os produtos comercializados, estufas para o cultivo vertical das hortaliças, caixas d'águas para a criação dos peixes e camarões e um estacionamento.

Na década de 1970, surgiu o loteamento Água Viva localizado em Pium de Cima, na zona rural de São José do Mipibu. Nessa ocasião, foram vendidos diversos lotes, na sua maioria, de 800m²

²³ Arquiteto urbanista, formado pelo Centro Universitário Facex – UNIFACEX, e-mail: josemvdasilva@gmail.com.

²⁴ Professora Doutora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, e-mail: adriana.borba@ufpe.br.

(20mx40m) dispostos em quadras e vias largas. Anos mais tarde, a imobiliária que havia vendido esse empreendimento abriu falência e o loteamento ficou esquecido durante décadas. Consequentemente, seus lotes foram abandonados pelos proprietários. Com o passar dos anos, surgiram famílias que se apropriaram dessas terras, que já estavam em desuso. Mesmo depois deste processo de posse, o loteamento, em sua maioria, encontra-se mal utilizado ou sem uso apropriado.

Atualmente, em relação ao terreno, observamos ao Norte a Estrada para Pium (2,7 km), ao Leste uma grande propriedade de criação de gado e plantio de cana-de-açúcar, ao Oeste a BR 101 (3,6 km) e ao Sul há uma pequena vila (1,8 km). A vila é habitada por famílias que vivem principalmente da agricultura e pecuária familiar. É nesse contexto que desejamos desenvolver um anteprojeto adequado e eficaz de um sistema ainda muito novo no Brasil, a aquaponia.

Atualmente, o estado do Rio Grande do Norte possui muitas comunidades efetivamente rurais, que enfrentam dificuldades de auto sustento, dadas a falta de incentivos, de investimentos, de educação técnica para o meio rural, de infraestrutura e de estrutura desses povoados em geral. Com propostas concretas e viáveis, acreditamos que será possível beneficiar estas comunidades com estruturas mínimas e econômicas, que permitam autonomia, inserindo as pessoas dessas comunidades no mercado de trabalho com uma visão mais empreendedora.

O terreno da proposta apresenta um solo pobre em nutrientes para o desenvolvimento da agricultura e de criações de animais aquáticos, e pouca infraestrutura no terreno proposto com a ausência dos serviços públicos de água (CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte), iluminação e calçamento por parte da Prefeitura de São José do Mipibu/RN.

Além do objetivo geral de criar um anteprojeto arquitetônico de uma cooperativa agrícola eficaz que possa atender uma produção comercial, existe também a busca por outros conhecimentos de sistemas já implantados com êxito no Brasil e no exterior para fazermos adaptações para a proposta, a observação da realidade local para troca de conhecimentos com a comunidade e a otimização do espaço proposto para produção de hortaliças e criação de animais aquáticos.

Pensamos em criar uma cooperativa ao observamos nessa comunidade que muitos dos seus membros não consideram as particularidades da agricultura, como o clima e seus riscos, o manejo da terra, a defasagem da colheita ou da criação e, finalmente, a perecibilidade do produto, o que ocasiona o desperdício e baixa produtividade. Além desses problemas citados acima, vemos a dificuldade da comunidade em planejar de forma eficaz e determinar os custos da sua produção.

Acreditamos que a criação da cooperativa rural para essa comunidade seria uma forma de distribuir melhor as sobras²⁵ geradas na venda da produção. Isso possibilitaria que as famílias da região fossem beneficiadas direta e indiretamente com sua implantação.

No contexto econômico atual, outra vantagem seria os incentivos fiscais que uma cooperativa

²⁵ São acrescidos os recursos obtidos pela sociedade como resultado das transações com o mercado (produto das vendas, reduzido dos tributos, despesas administrativas e de vendas, etc.).
E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

é beneficiada em relação a uma empresa. A constituição de uma cooperativa agrícola com os moradores da Vila em Pium de Cima e os agricultores dos terrenos vizinhos ao lote será um ponto importante para desenvolvimento do entorno.

A proposta do projeto da Cooperativa Agrícola Pium com Aquaponia nasceria com o propósito de respeitar as peculiaridades sociais e a vocação econômica dos moradores de Pium de Cima, buscando desenvolver o ambiente de trabalho estruturado com sala para produção de artesanatos, sala para descamas e refrigeração dos alimentos armazenados, sala para curtir a matéria prima utilizada no artesanato, sala para a fabricação de temperos secos, horta e a criação de peixes e camarões.

Apesar de ser um sistema bastante recente no Nordeste do Brasil, a aquaponia vem ganhando espaço nos modos de produção de alimentos nas famílias urbanas e rurais, devido as suas vantagens de se adaptar na diversidade do clima em todo o território brasileiro. Com a implantação da proposta no local que acreditamos ser viável, a cooperativa produzirá renda com a venda das hortaliças, temperos, peixes, crustáceos e artesanato fabricado na própria cooperativa. Além de capacitar seus membros, conscientiza direta e indiretamente a comunidade em relação à economia d'água pelo sistema de recirculação e aumento da produção de alimentos orgânicos em pequenos espaços.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

Inicialmente teríamos que pensar em algo que pudesse favorecer a comunidade da Vila de Pium, pois em nosso levantamento constatamos a existência de aproximadamente 103 (cento e três) famílias que dependem do campo para sua subsistência diária. Ao observar as dificuldades existentes dos agricultores, serão propostas soluções para a ausência de infraestrutura no local, a falta de conhecimento técnico em plantação e criação, a falta de recursos financeiros e diversos outros pontos negativos.

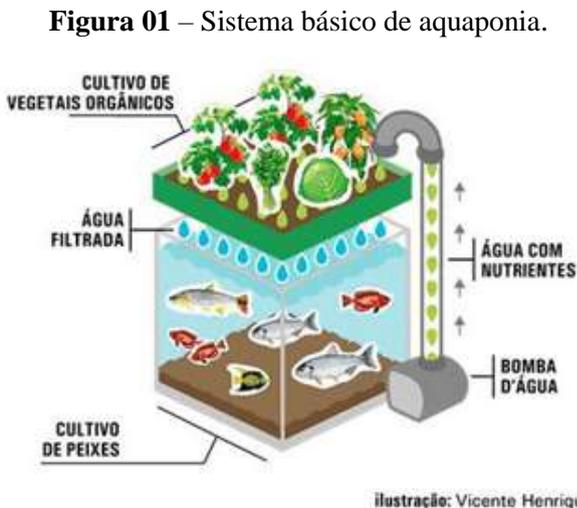
Hoje as pessoas da localidade enfrentam dificuldades em suas plantações uma vez que suas terras possuem pouca fertilidade. Com a implantação de um sistema em que os vegetais não necessitassem do solo para plantação, mudaria o cenário atual e aumentaria a produção.

2.1 Aquaponia

Historicamente, não há precisão do surgimento da aquaponia; sabe-se que esse sistema tem origens antigas e nasce da necessidade de integrar a aquicultura com a hidroponia²⁶. Esse sistema é

muito mais econômico na utilização da água em relação à produção convencional de hortaliças. Tem baixíssimo impacto ambiental e traz a esperança do cultivo orgânico aos produtores comerciais e familiares, como defende a citação da EMPRAPA, a seguir:

A criação de peixes associada ao cultivo de hortaliças, chamada de aquaponia, pode economizar até 90% de água em relação à agricultura convencional e ainda eliminar completamente a liberação de efluentes no meio ambiente, pois trata-se de um sistema fechado, diferentemente das criações convencionais”. (EMBRAPA, 2015)



Fonte: (TAVARES, 2015). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2767622/integrar-criacao-de-peixes-com-hortalicas-economiza-90-de-agua-e-elimina-quimicos>. Acesso em: 02 abr. 2018.

Para simplificar o sistema de aquaponia é observado um reservatório com animais aquáticos que serão alimentados com ração e, conseqüentemente, liberarão dejetos ricos em nutrientes que serão bombeados para os ambientes de cultivo. Os vegetais se alimentarão desses nutrientes por meio das raízes ao mesmo tempo que purificam a água que retornará por meio da gravidade para o reservatório (Figura 01).

Dadas as suas características de sustentabilidade e de uma produção periódica, englobando uma relação benéfica de cadeia alimentar entre animais e plantas. A citação a seguir mostra de maneira simplificada como funciona o sistema:

Recém-chegada ao Brasil, a aquaponia tem despertado o interesse de produtores e pesquisadores. A técnica de cultivo une a aquicultura com a hidroponia, beneficiando o desenvolvimento da produção agrícola e da piscicultura de forma integrada. Basicamente, é uma relação de troca: os peixes sujam a água e as plantas limpam, em um sistema chamado de recirculação hídrica. (GLOBO RURAL, 2016).

²⁶ É a técnica de cultivar plantas sem solo, onde as raízes recebem uma solução nutritiva balanceada que contém água e todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento da planta.

Com esse sistema poderemos eliminar as contaminações nos vegetais causadas pelo solo e aumentar a produção de alimentos orgânicos, uma vez que neste ciclo é proibido o uso de agrotóxicos, que causariam a contaminação da água e a possível morte dos animais aquáticos, como é visto na citação a seguir: “além disso, toda a produção de hortaliças é livre de agrotóxicos. Esses produtos, usados no controle de pragas e doenças, podem matar os peixes”. (GLOBO RURAL, 2016)

Uma das soluções que adotaremos para realização do anteprojeto será a verticalização das hortaliças para aumento de produção agrícola, pois o terreno possui uma área de 2.400m², pequeno se comparado com outros utilizados em empresas rurais. O sistema de horta vertical pode ser observado na Figura 02.

Apesar de ser ainda pouco difundida no Brasil, a aquaponia apresenta grandes vantagens em relação as outras formas de cultivo, visto que se trata de uma técnica que integra a criação de animais aquáticos (peixes, crustáceos, rãs e outros) com o cultivo de plantas sem o uso de solo, com as raízes submersas na recirculação de água. A figura 03 ilustra a integração de peixes e a horta:

Figura 03 – Modelo doméstico de aquaponia



Fonte: (GLOBO RURAL, 2016). Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/5086513/>.

d'águas com as criações, passa pelos filtros, chega até os canos de cultivo da horta e retornam para os peixes e camarões; conforme explica Henriques, a economia de água é significativa:

Criar peixes, camarão e cultivar os mais variados tipos de vegetais em meio ao sertão do Rio Grande do Norte e o melhor: economizando até 90% de água em comparação aos sistemas tradicionais de agricultura. Essa é a proposta desenvolvida pela professora e coordenadora do departamento de Oceanografia da UFRN, Virgínia Cavalari. Há seis

Figura 02 – Horta vertical.



Fonte: (WEB URBANIST, 2016). Disponível em: <https://weburbanist.com/2016/02/02/veggie-factory-worlds-first-vertical-farm-fully-run-by-robots/>. Acesso em: 01 abr. 2018.

O manejo é fácil e o produtor tem pouca coisa para monitorar, tanto na produção vegetal quanto de peixes. Hortaliças de ciclo curto, como alface, por exemplo, podem ser colhidas após quatro a seis semanas. (CARNEIRO, 2015)

Por ser um sistema bastante simples em seu manuseio, não teremos dificuldades em transferir as técnicas aos membros da cooperativa. Esse sistema não necessitará de água em abundância devido a sua grande economia nesse reaproveitamento. Nele a água recirculante, percorre as caixas

meses, ela implementou um projeto de "Aquaponia" em Currais Novos, cidade com vegetação de caatinga predominante. (HENRIQUES, 2017).

Na falta de abastecimento d'água servido pela CAERN poderemos substituir este pelo uso de poços artesanais perfurados no próprio terreno.

Com a criação dos peixes e camarões em caixas d'águas poderemos alimentá-los por meios de rações balanceadas e diminuir o tempo para sua comercialização. Usaremos caixas d'águas em nossa proposta para criações desses animais citados anteriormente tendo em vista a praticidade e manutenção.

Quando começamos a estudar as condições do terreno, percebemos que as duas principais dificuldades seriam o solo pobre em nutrientes e a ausência de abastecimento de água. A partir daí, acreditamos que essas adversidades proporcionariam a oportunidade para implantar o projeto da cooperativa que teria como finalidade melhorar a vida da comunidade.

Inclusive já existe projeto no Senado Federal com o intuito de incentivar a implantação da aquaponia. “[...] PLS 162/2015, [...] que incentiva a aquaponia. Trata-se de um sistema de produção de alimentos que combina a criação de peixes e crustáceos com a hidroponia [...] não sendo necessário adubo, pois as fezes dos peixes mineralizam a água”. (SENADO FEDERAL, 2018). Com essas iniciativas públicas seria possível buscar recursos para criar essa cooperativa e beneficiar a comunidade rural da vila.

O projeto de Aquaponia, que proporciona o cultivo de peixes e hortaliças com economia de água, foi a proposta vencedora do concurso e começa a ser implementado no início de 2018, com aporte de R\$ 30 mil para execução na comunidade rural de Jaguaruana, no estado do Ceará, onde existe captação de água pelo projeto AMA. A equipe deve visitar o local até o fim do semestre. (SOCIEDADE CIENTÍFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 2018).

Em aproximadamente um ano, é possível implantar um anteprojeto arquitetônico de um sistema de aquaponia utilizando tanques para criação de tilápias e camarões-da-Amazônia para receber diferentes tipos de hortaliças, plantas aromáticas e medicinais junto com as edificações que darão apoio a essa cooperativa. Em busca de uma alimentação mais sadia, a aquaponia está se expandindo em diversas partes do mundo. Até mesmo nos grandes centros urbanos já se produz peixes e hortaliças em terraços e quintais. Sabendo desse sistema, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) vem aperfeiçoando a implantação da aquaponia no território brasileiro.

3.2 TILÁPIA

É uma espécie oriunda da África e Oriente Médio, mas se adaptou perfeitamente na maior parte das regiões brasileiras. Hoje é um dos peixes mais adaptado na aquaponia, sendo rústico e se ajusta com facilidade ao ambiente, se reproduz o ano inteiro e sua alimentação é ampla. Além de ser um peixe adaptado ao Nordeste brasileiro, decidimos escolher a tilápia por ser bastante comercial e conhecido pelos moradores da vila e do loteamento. Observamos algumas vantagens na citação abaixo:

A escolha da tilápia se deu por ser um peixe de boa adaptação e reprodução em tanques de criação, facilitando o cuidado e a renovação de estoque. Já na hidroponia, a alface foi a hortaliça inicial, mas esses novos agricultores terão a oportunidade de

incrementar suas hortas com tomate cereja, couve manteiga, agrião, cheiro verde e muitas outras que se adaptam bem ao cultivo. (TERCEIRO, 2017).

Apesar de possuir uma alimentação diversificada, a dieta da tilápia seria por meio de ração de crescimento e engorda apropriada para peixes: “[...] a tilápia do Nilo, o tipo que impera no país, é um fenômeno do ponto de vista evolutivo. “É uma espécie rústica, que se ajusta com facilidade ao ambiente, é agressiva territorialmente, se reproduz o ano inteiro e se alimenta de tudo. Ou seja, tem muitas características exploradas pelos produtores”. (ORSI, 2017).

Se criado da forma correta, esse peixe pode atingir valor comercial em 6 (seis) meses de vida. Dessa forma, a produção da cooperativa terá um retorno financeiro em curto prazo como vemos a citação de Ayrosa: “Ela ganha peso precocemente e, com os programas de melhoramento genético, hoje possui uma taxa de crescimento maior que a das outras espécies criadas por aqui”. (AYROSA, 2017).

O anteprojeto arquitetônico visa proporcionar atividades para os cooperados em seus ambientes o ano todo. Teremos o aproveitamento da carne, do couro e dos dejetos para fabricação de adubo. Ao longo do tempo esse peixe vem sendo melhorado geneticamente como afirma a citação seguinte: “A tilápia tem o que chamamos de pacote tecnológico bem estabelecido, um passo a passo definido para o produtor”. (KATO, 2017). Entendendo as particularidades desse peixe, decidimos propor salas de serviços destinadas ao suporte das diversas atividades que agregam valores na sua comercialização.

2.2 HORTALIÇAS

Quando pensamos em desenvolver um anteprojeto de um sistema de aquaponia, tivemos o desafio de otimizar o espaço e verticalizar o cultivo da horta separadas por estufas. Nesse sistema de cultivo em que os vegetais não necessitam do solo para se desenvolver, há alguns vegetais que estão mais adaptados na aquaponia. Os vegetais em geral, são os grupos cultivados em horta convencional ou não, onde partes como raízes, caules, folhas, flores, frutos e sementes, são consumidas como alimento. Nesse processo, os mais indicados são os vegetais folhosos, entretanto, outros poderão ser inseridos: “Mas afinal, quais são as principais plantas produzidas na Aquaponia? Sem sombra de dúvidas são as hortaliças folhosas como alfaces e suas diferentes variedades, e temperos como salsinha e cebolinha”. (AQUACULTURE BRASIL, 2017).

O excedente dos vegetais que não fossem comercializados imediatamente, poderiam ser desidratados e vendidos como temperos para que não causassem desperdícios. Além de agregar valores ao produto, a cooperativa necessitaria de mais mão-de-obra. O principal vegetal cultivado nesse sistema é a alface, e também é o mais consumido no Brasil:

Dentre o segmento de folhosas, a alface é a hortaliça mais consumida pelo brasileiro e representa 50% de toda a produção e comercialização nacional deste segmento. A cultura é também a terceira em maior volume de produção, perdendo apenas para melancia e tomate, movimentando 8 bilhões de reais no Varejo, com produção de mais de 1,5 milhão de toneladas por ano. (REVISTA EXAME, 2016)

Outro fator importante nesse cultivo é que os vegetais são considerados orgânicos devido à ausência de inseticidas nos vegetais e na água. Com esse produto, a cooperativa será beneficiada e poderá comercializar diretamente com o consumidor. A horta vertical terá uma boa produção e um ciclo de aproximadamente 4 (quatro) meses para poder ser comercializada.

3 ESTUDOS DE REFERÊNCIA

Tivemos a oportunidade em conhecer um sistema de aquaponia em Nísia Floresta/RN. Nessa ocasião, foram tiradas algumas dúvidas de como funcionava esse sistema para que pudéssemos implantar em nossa proposta. Vimos o confinamento dos peixes nas caixas d'águas e a distância entre elas, as dimensões dos canos em PVC para o cultivo das hortaliças, o reaproveitamento da água e sua filtragem entre outras dúvidas que foram esclarecidas com visita.

Já os principais estudos de referências indiretos, foram extraídos de modelos de aquaponia

Figura 04 – Sistema de Aquaponia.



Fonte: EMBRAPA. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144938/1/CT-72.pdf>.

frutificam; (E)

desenvolvidos pela EMBRAPA. A figura 04 ilustra o sistema modular de aquaponia em nível familiar desenvolvido no Laboratório de Pesquisa em Aquaponia da Embrapa Tabuleiros Costeiros (LAPAq) que conta com (A) um tanque de criação de peixes de 600 L de volume útil, (B) um filtro de sólidos decantáveis de 200 L, (B') um mineralizador, (C) um filtro de sólidos em suspensão de 20 L e três ambientes distintos de cultivo com 1 m cada: (D) ambiente de pedra brita para hortaliças que

Figura 05 – Sistema de Aquaponia - Horta.



Fonte: EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/35345684/estudo-disponibiliza-boas-praticas-em-aquaponia>.

ambiente flutuante para produção de hortaliças folhosas apoiadas em placas de isopor; (F) ambiente de cultivo de raízes tuberosas em areia. (G) ambiente para produção de mudas em areia.

Outra referência indireta seria a produção de hortaliças com utilização da aquaponia em canos de PVC. O cultivo pode ser observado na Figura 05.

4 CONDICIONANTES DO PROJETO

Além de medições no local e em seu entorno, foram feitas visitas técnicas na vila de Pium de Cima e em um sistema de aquaponia em Nísia Floreta/RN, iniciamos pesquisas e utilizamos questionários com alguns moradores, tiramos fotos do local da nossa proposta, da Vila de Pium de Cima e das plantações e criações dos habitantes.

Utilizamos o questionário como instrumento de coleta de informação com a comunidade para servir de sondagem em relação a nossa proposta. A técnica investigativa foi composta por 15 (quinze) questões objetivas e subjetivas apresentadas por escrito que teve por objetivo propiciar o conhecimento necessário para o programa de necessidades do anteprojeto.

Em algumas questões tivemos que esclarecer o assunto abordado pois se tratava de algo novo para realidade daquelas pessoas. Muitas disseram que o funcionamento do sistema de aquaponia precisaria ser detalhado para entender melhor todo o processo. Em um total de 103 famílias, foram distribuídos um total de 20 (vinte) questionários para um representante de cada família, representando aproximadamente 20% das famílias da Vila de Pium de Cima e proprietários de lotes do loteamento Parque Água Viva.

Nas questões foi observado que a maioria das pessoas tinham plantação de hortas, árvores frutíferas e coqueiros. E muitas delas criavam principalmente animais de pequeno porte para consumo familiar. Já em relação ao sistema de aquaponia, as pessoas que responderam não conheciam o sistema. Mas acreditavam que a criação da cooperativa seria motivo de desenvolvimento para a comunidade.

Quando perguntado sobre o cultivo e a criação no sistema de aquaponia, a maior parte das respostas foram a horta e criação de peixes. Foi grande a aceitação do trabalho de artesão na cooperativa, mas não souberam opinar a respeito de qual material fariam. Dentre as vinte pessoas, dezessete aceitariam fazer parte da cooperativa agrícola. Com o questionário efetivado, foram

definidos os condicionantes legislativos e climáticos para elaboração da proposta do anteprojeto.

O terreno tem suas dimensões de 40m x 60m, uma topografia plana, vegetação rasteira, mangabeiras e cajueiros e clima litorâneo. Serão aproveitadas algumas vegetações existentes.

A ventilação natural foi utilizada na proposta da cooperativa como estratégia de conforto, pois gera economia e é um ótimo recurso no Nordeste brasileiro. A ventilação por diferença de temperatura permite que o ar quente do ambiente flua para parte superior pela diferença de pressão. Outra estratégia utilizada foi a inclusão de vegetações no poente para o conforto térmico. Além do uso de varandas em toda edificação.

A carta solar foi utilizada nas fachadas da proposta para analisarmos os percursos aparentes do sol na abóbada celeste ao longo do dia em diferentes épocas do ano. Por fim, através do envelope solar é possível dimensionar a cooperativa para que esta obtenha conforto térmico e luminoso nos ambientes internos.

Figura 06 – Processo de produção da cooperativa



Fonte: Autoria Própria, 2018.

O processo de produção está focado na produção de peixes, camarões e no cultivo de hortaliças. Todos poderão ser comercializados in natura ou beneficiados. Quando for vendido o filé de tilápia, seu couro será curtido e utilizado para confecção de artesanato. Para que não haja desperdício de vegetais, o excedente será desidratado e vendido na forma de tempero. A tilápia será

adquirida com dois meses de vida por criadores especializados e passará mais quatro meses na cooperativa para engorda até atingir o peso comercial de 800g a 1kg. A figura 06 demonstra o processo de produção.

5 A PROPOSTA

Definimos o conceito Cadeia Alimentar depois de percebermos a real finalidade do sistema

de aquaponia que tem como propósito gerar alimento para uma cadeia produtiva em que o homem alimenta os peixes, estes alimentam os vegetais e em sequência alimentariam o produtor, e todo esse processo seria realizado na cooperativa.

O Partido Arquitetônico foi idealizado no cotidiano das pessoas que habitam o entorno da proposta. Baseou-se na Continuidade Arquitetônica para que a cooperativa integrasse o homem do campo com seu trabalho. Portanto, os aspectos das edificações, deveriam remeter à arquitetura rural, da fazenda, com solução projetual horizontalizada, telhado de telha colonial e amplos beirais, remetendo ao aspecto de Brasil Colônia. Nela, seriam utilizados os recursos naturais, sem prejudicar o conforto no trabalho.

A figura 07 traz a vista de topo da distribuição das edificações, das estufas e do estacionamento da cooperativa.

A planta baixa da cooperativa foi dividida em três setores principais: O setor administrativo composto por uma recepção, administração, lavabo e sala de reuniões/aulas; a área comum é composta pelos banheiros, copa e hall para refeições; e o setor de serviços distribuídos em sala de artesanato, sala de curtume sala para refrigeração e sala de desidratação.

Foi pensado em incluir alguns espelhos na área de refeições para dar sensação de amplitude ao ambiente. A figura 08 são a planta baixa da cooperativa.

Figura 07 – Vista de topo da proposta arquitetônica



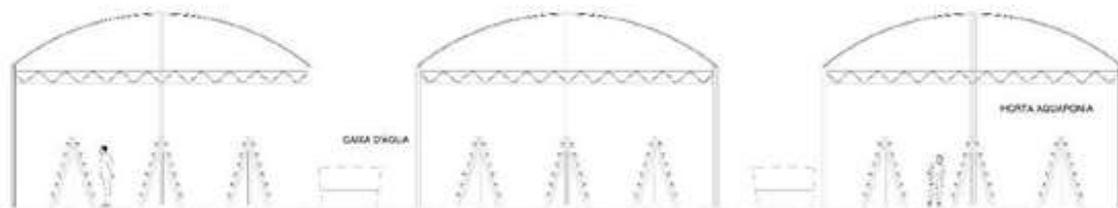
Fonte: Autoria Própria, 2018.

Figura 08 – Planta Baixa Cooperativa

Fonte: Autoria Própria. (22 de novembro de 2018).

A planta baixa da casa de apoio é composta por sala, cozinha, quarto, banheiro hall e varanda. Ela está situada entre a cooperativa e as estufas para servir de suporte para a segurança da cooperativa.

Para o revestimento da estufa será utilizada tela de polietileno para sombreamento com 50% (sombrite). A estrutura em arco será composta por ferro galvanizado em sua montagem. A figura 09 ilustra a vista oeste da estufa.

Figura 09 – Vista frontal horta vertical

Fonte: Autoria Própria, 2018. (22 de novembro de 2018)

Em seguida, são apresentadas as figuras 10, 11 e 12, onde aparecem respectivamente perspectivas renderizadas da cooperativa de aquaponia de Pium numa vista da fachada frontal, numa vista aérea aparecendo o prédio da cooperativa em primeiro plano e numa outra vista aérea, aparecendo as estufas com hortaliças plantadas verticalmente em primeiro plano.

Figura 10 – Vista frontal/Sul



Fonte: Autoria própria (10 de dezembro de 2018)

Figura 11 – Vista aérea da cooperativa



Fonte: Autoria Própria, 2018.

Figura 12 – Vista aérea da cooperativa.



Fonte: Autoria Própria, 2018.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda na elaboração inicial da pesquisa, tivemos o ensejo de planejar e organizar o material teórico com a finalidade de alcançar com mais eficácia o objetivo do anteprojeto arquitetônico de um sistema de aquaponia. Além disso, também nos permitiu uma pesquisa de campo e bibliográfica para obter dados mais precisos sobre as etapas. Consideramos que durante todo processo de E-book Edificações com os princípios de sustentabilidade. ISBN 978-85-52933-08-3

construção deste trabalho, tivemos grande oportunidade em aperfeiçoar o conhecimento que adquirimos durante o curso de Arquitetura e Urbanismo. Durante esse tempo, tivemos que encontrar soluções para os novos desafios que nos deparávamos a cada etapa.

Apesar do desafio que encontramos para elaborá-lo, ele foi iniciado com a proposta de apresentar um anteprojeto arquitetônico de um sistema de aquaponia para a criação de uma cooperativa agrícola implantado em um terreno rural localizado em São José de Mipibu/RN. Visto as dificuldades que enfrentamos com um número limitado de material bibliográfico utilizado como referência para elaboração do projeto, ele será importante no desenvolvimento econômico local, quando implantado.

Sabemos que para obter êxito em uma proposta deveremos observar várias vertentes, e a principal delas será incluir as pessoas em todo processo. Devemos imaginar que a proposta funcionará como um organismo vivo, colocando-se no lugar da comunidade, pois dessa forma, as pessoas terão melhores benefícios. Aprendemos que projetos urbanos e rurais bem executados possuem um nível de complexidade maior, que podem por meio de sua implementação, trazer vários benefícios à cidade, ao campo e sua população.

Tudo que foi elaborado teve como finalidade fornecer condições para desenvolvimento daquela comunidade rural, que necessitava de um ambiente adequado para ampliar seus conhecimentos e técnicas devidas que agregassem renda as pessoas da vila.

Em nossos objetivos específicos, tivemos a oportunidade de conhecer e entender o sistema de aquaponia em Nísia Floresta/RN. Acompanhamos a rotina e os desafios de alguns moradores da vila, como também compartilhamos métodos e técnicas de cultivo e de criação para melhorar a produção. E por fim, conseguimos otimizar o terreno da proposta aumentando a densidade dos peixes e camarões em caixas d'águas, e verticalizando o cultivo das hortaliças.

No início encontramos dificuldades em apresentar o sistema de aquaponia para as pessoas que abordamos, pois essas ainda não conheciam o funcionamento do sistema. Mesmo assim, as famílias se despuseram em entender o sistema e tiveram grande relevância para o desenvolvimento do anteprojeto apresentado neste trabalho. Dessa forma, procuramos planejar desde suas metas até suas problemáticas, com a intenção de contribuir no rendimento satisfatório da proposta do anteprojeto, permitindo-nos boas expectativa para a conclusão.

Acreditamos que o anteprojeto Pium com Aquaponia proporcionará várias vertentes positivas para a realidade daquela comunidade. Esperamos que nossa proposta sirva de incentivo para novas pesquisas tecnológicas na área agropecuária e que esse estudo garanta melhoria contínua no processo.

REFERÊNCIAS

AQUACULTURE BRASIL. **Aquaponia – produzindo minha salada e muito mais.** Aquaculture Brasil, 6 Dezembro 2017. Disponível em: <http://www.aquaculturebrasil.com/2017/12/06/aquaponia-produzindo-minha-salada-e-muito-mais/>. Acesso em: 17 maio 2018.

AYROSA, L. M. D. S. **Tilápia, o peixe que dominou o Brasil.** Saúde, 2017 Outubro 31. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/alimentacao/tilapia-o-peixe-que-domina-o-brasil/>. Acesso em: 16 maio 2018.

CARNEIRO, P. C. F. **Integrar criação de peixes com hortaliças economiza 90% de água e elimina químicos.** Embrapa, 28 abril 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2767622/integrar-criacao-de-peixes-com-hortalicas-economiza-90-de-agua-e-elimina-quimicos>. Acesso em: 02 abr. 2018.

EMBRAPA. **Integrar criação de peixes com hortaliças economiza 90% de água e elimina químicos.** Embrapa, 28 abril 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2767622/integrar-criacao-de-peixes-com-hortalicas-economiza-90-de-agua-e-elimina-quimicos>. Acesso em: 02 abr. 2018.

EMBRAPA. **Tecnologias de cultivo de tabaqui e camarão-da-Amazônia serão transferidas em cooperação com extensão rural.** Embrapa, 11 maio 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/12419883/tecnologias-de-cultivo-de-tabaqui-e-camarao-da-amazonia-serao-transferidas-em-cooperacao-com-extensao-rural>. Acesso em: 18 maio 2018.

EMBRAPA. **Aquaponia: uma alternativa econômica e sustentável para regiões de escassez hídrica.** Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/208056/aquaponia-uma-alternativa-economica-e-sustentavel-para-regioes-de-escassez-hidrica>. Acesso em: 17 maio 2018.

GLOBO RURAL. **Aquaponia desperta interesse de produtores e pesquisadores.** Globo Rural, 12 junho 2016. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Videos/noticia/2016/06/aquaponia-desperta-interesse-de-produtores-e-pesquisadores.html>. Acesso em: 03 abr. 2018.

GLOBO RURAL. **Equipe de pesquisadores desenvolve modelo doméstico de Aquaponia.** Globo Rural, 12 junho 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/06/equipe-de-pesquisadores-desenvolve-modelo-domestico-de-aquaponia.html>. Acesso em: 17 abr. 2018.

GOOGLE MAPS. Google Maps. Google Maps, 2018. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/S%C3%A3o+Jos%C3%A9+de+Mipibu,+RN/@-5.9753525,-35.231409,394m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x7b25fc7358f3f71:0x156ca96a2341ac50!8m2!3d-6.0742528!4d-35.2369601>. Acesso em: 30 mar. 2018.

HENRIQUES, V. M. C. **A aquaponia se encaixa na caatinga.** Tribuna do Norte, 27 Outubro 2017. Disponível em: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/a-a-aquaponia-se-encaixa-na>

caatinga/395714. Acesso em: 17 maio 2018.

KATO, H. D. A. Saúde. **Tilápia, o peixe que dominou o Brasil**, 31 Outubro 2017. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/alimentacao/tilapia-o-peixe-que-domina-o-brasil/>. Acesso em: 16 maio 2018.

ORSI, M. L. **Tilápia, o peixe que dominou o Brasil**. Saúde, 31 Outubro 2017. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/alimentacao/tilapia-o-peixe-que-domina-o-brasil/>. Acesso em: 16 maio 2018.

REVISTA EXAME. **Mercado de alface cresce continuamente no Brasil**. Exame, 25 Outubro 2016. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/mercado-de-alface-cresce-continuamente-no-brasil-shtml/>. Acesso em: 18 maio 2018.

SEBRAE. **Ideias de Negócios**. Sebrae. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-criacao-de-camarao,aa197a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 31 maio 2018.

SEBRAE NACIONAL. **O que é uma cooperativa**. Sebrae Nacional, 3 Agosto 2018. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ap/artigos/o-que-e-uma-cooperativa,109c5e130530d410VgnVCM2000003c74010aRCRD>. Acesso em: 18 maio 2018.

SEBRAE NACIONAL. **Sebrae**. <http://www.sebrae.com.br>, 17 jan. 2018. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/vantagens-e-tributos-de-uma-cooperativa,25be438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 17 abr. 2018.

SEBRAE NACIONAL. **Vantagens e tributos de uma cooperativa**. Sebrae, 17 janeiro 2018. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/vantagens-e-tributos-de-uma-cooperativa,25be438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD#>. Acesso em: 01 abr. 2018.

SENADO FEDERAL. **Dessalinização e aquaponia estão na pauta da Comissão de Meio Ambiente**. Senado Notícias, 2 fevereiro 2018. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2018/02/02/dessalinizacao-e-aquaponia-estao-na-pauta-da-comissao-de-meio-ambiente>. Acesso em: 31 maio 2018.

SOCIEDADE CIENTÍFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Projeto de Aquaponia de empresa júnior da UFRN conquista prêmio para levar água e renda ao semiárido**. Sociedade Científica do Semiárido Brasileiro, 23 março 2018. Disponível em: <http://www.scsb.org.br/scsb/projeto-de-aquaponia-de-empresa-junior-da-ufrn-conquista-premio-para-levar-agua-e-renda-ao-semiarido/>. Acesso em: 31 maio 2018.

TAVARES, V. H. A. **Integrar criação de peixes com hortaliças economiza 90% de água e elimina químicos**. Embrapa, 28 abril 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2767622/integrar-criacao-de-peixes-com-hortalicas-economiza-90-de-agua-e-elimina-quimicos>. Acesso em: 02 abr. 2018.

TERCEIRO, A. M. **Projeto Aquaponia leva alimentos e renda para moradores dos municípios mais pobres do Maranhão**. Correio, 25 novembro 2017. Disponível em: http://www.correipopularitz.com.br/materia/12966/projeto_aquaponia_leva_alimentos_e_renda_para_moradores_dos_municipios_mais_pobres_do_maranhao. Acesso em: 01 abr. 2018.

TRIBUNA DO NORTE. **Agricultura orgânica ganha estímulo**. Tribuna do Norte, 1 junho 2014. Disponível em: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/agricultura-organica-ganha>

estimulo/283492. Acesso em: 31 maio 2018.

WEB URBANIST. Veggie Factory: World's First Vertical Farm Run Entirely By Robots.
Web Urbanist - Architecture, Art, Design & Built Environments, 2 fevereiro 2016. Disponível em:
<https://weburbanist.com/2016/02/02/veggie-factory-worlds-first-vertical-farm-fully-run-by-robots/>.
Acesso em: 01 abr. 2018.

