



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

ROMMEL ANDRADE GURGEL

TURRISSANA
EDFÍCIO RESIDENCIAL ECOLOGICO

Fortaleza
Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Ceará
2010



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

ROMMEL ANDRADE GURGEL

Trabalho Final de Graduação submetido a
Coordenação do Curso de Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal
do Ceará como requisito para a obtenção de título
de Arquiteto e Urbanista.

Orientador: Prof.: Dr. Marcondes Araújo Lima

TURRISSANA
EDFÍCIO RESIDENCIAL ECOLOGICO

ROMMEL ANDRADE GURGEL

TURRISSANA
EDFÍCIO RESIDENCIAL ECOLOGICO

Trabalho Final de Graduação submetido a
Coordenação do Curso de Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal
do Ceara como requisito para a obtenção de título
de Arquiteto e Urbanista.

Aprovado em de de 2010

Orientador: Prof.: Dr. Marcondes Araújo Lima

BANCA EXAMINADORA

Prof.: Dr. Marcondes Araújo Lima (Orientador)
Universidade Federal do Ceara

Prof.:
Universidade Federal do Ceara

Prof.:
Universidade Federal do Ceara

Dedico este trabalho a minha mãe Maria Eliete Andrade Gurgel e ao meu pai Pedro Ribeiro Gurgel, que com muito esforço sempre colocaram seus filhos no caminho da escola.

Aos meus irmãos Ronaldo, Raquel e Rafaela e a minha tia Maria Zuila de Souza Andrade que sempre me apoiaram nessa fase difícil.

Também quero dedicar aos professores que passaram pela

AGRADECIMENTOS

Foi um período de rico aprendizado o dessa jornada. Convivi com pessoas que me prepararam para fazer uma leitura diferente da realidade que me cerca, o que proporcionou, sem dúvida, momentos de incerteza e de ansiedade. Mas, que proporcionou, também, sensações gratificantes.

Agradeço aqueles de quem herdei acima de tudo a força de vontade e a capacidade de ver no trabalho uma forma de enobrecer a existência humana: meus amados pais Pedro Gurgel e Eliete Gurgel.

Ao meu orientador, Professor Marcondes Araújo, agradeço pela oportunidade que me foi dada e pela confiança em mim depositada, de grande valor nesta importante etapa da minha vida.

RESUMO

A cidade, atualmente, está deteriorando-se e comprometendo a qualidade de vida de seus habitantes. Isso é, em grande parte, provocado pela produção arquitetônica atual que, na maioria das vezes, não tem como objetivo principal a interação do edifício com o meio ambiente e seus ocupantes. Através da pesquisa de diversas tipologias foi elaborado um esboço de projeto, o qual foi submetido a várias análises, de forma a otimizar o edifício com relação ao bem estar do ocupante e a interação adequada com o meio ambiente. Com esses dados foi projetado um conjunto de sistemas que proporcionam elevados níveis de auto-suficiência, demonstrando assim a viabilidade dessas tecnologias e tornando o edifício um exemplo para uma área que vislumbra um intenso processo de verticalização.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Qualidade de vida, Diagrid, Aerogeradores, Reuso de água.

SUMÁRIO

1.APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	5
1.1 Definições do tema.....	6
1.2 Justificativa do tema.....	6
1.3 Objetivos da pesquisa.....	7
1.4 Objetivos do Projeto.....	7
2.ASSUNTOS RELACIONADOS À HABITAÇÃO.....	8
2.1 História da habitação.....	8
2.2 Sustentabilidade.....	13
2.3 Conforto ambiental.....	16
2.4 Estudo dos aspectos formais.....	19
3.ESTUDO DE CASOS.....	21
3.1 Bedok Court - Singapura.....	21
3.2 Hearst Tower - Nova York.....	23
3.3 La Tour Vivante - Paris.....	24
4.REFERÊNCIAL TÉCNICO DA LOCALIDADE.....	25
3.1 Área de implantação.....	25
3.2 Histórico da área de implantação.....	26
3.3 Diagnóstico da área de implantação.....	27
3.4 Áreas verdes, de preservação e proteção.....	28
3.5 Vazios Urbanos.....	29
3.6 Sistema viário.....	30
3.7 Uso e Ocupação do Solo.....	31
3.8 Características do terreno.....	32
3.9 Legislação urbana.....	33

5.PROJETO.....	35
5.1. Tecnologias empregadas no projeto.....	35
5.1.1 Aerogeradores.....	35
5.1.2 Estrutura de aço (Digrid).....	36
5.1.2.1 Aço.....	36
5.1.2.2 Aço x Concreto.....	37
5.1.2.3 Diagrid.....	37
5.1.3 Energia Solar.....	38
5.1.4 Reuso de água.....	39
5.1.4.1 Tratamento de água através de leitos cultivados.....	39
5.1.4.2 Captação de água pluviais.....	39
5.1.5 Biodigestor.....	40
5.1.6 Permacultura.....	41
5.1.7 Piso elevado.....	41
5.1.8 Tijolo de solo-cimento.....	42
5.2. Programa de necessidades.....	44
5.3. Memorial descritivo.....	46
6. CONCLUSÃO.....	63
7. BIBLIOGRAFIA.....	64

INTRODUÇÃO

O Projeto realizado neste trabalho é uma torre residencial multifamiliar, a qual pretende atender a todas as necessidades de seus ocupantes sem, com isso, representar um grande impacto ao meio-ambiente.

Inicialmente, é feita uma pesquisa histórica do edifício de múltiplos andares, investigando a evolução desse tipo de edificação ao longo da história. Pesquisa essa que se inicia na Roma antiga e se estende pelo Oriente Médio, Europa e Estados Unidos, terminando nos primeiros exemplos do Rio de Janeiro, São Paulo e Fortaleza. Em seguida é feita uma análise dos conceitos que servem de base para o projeto, como a sustentabilidade e o conforto ambiental, de forma a adaptar esses ideais ao contexto socioambientais de Fortaleza.

No capítulo quatro, são analisados os aspectos relacionados à área onde se localiza o projeto. Nesse capítulo é feito o diagnóstico da área levando em conta características como áreas de proteção ambiental, vazios urbanos, vias, usos e legislação referente a zona. Para que, com isso, seja produzido um projeto contextualizado com a cidade.

Com o objetivo de alcançar os ideais de sustentabilidade e qualidade de vida dos habitantes, são reunidas diversas tecnologias que apresentam diversos níveis de sofisticação de forma a reunir o novo com o velho para que, com isso, o edifício adequasse a zona de conforto de forma passiva e que alcance o maior nível possível de auto-suficiência, produzindo um ciclo, quase fechado, dos recursos utilizados na edificação.

A partir da conjugação de todas essas informações, é elaborada a forma do edifício a partir de elementos brutos descritos passo a passo em um memorial descritivo repleto de ilustrações que auxiliam a compreensão do leitor.

Por fim são reunidas imagens com descrições de seu conteúdo e desenhos técnicos dispostos em prancha no formato A1.

1.1 Definições do tema

Um edifício residencial multifamiliar constitui-se de um conjunto de unidades habitacionais denominadas comumente de apartamentos. Cada unidade pode ser destinada a venda ou ao aluguel e, em raros casos, as unidades que se localizam do lado da rua podem ser transformadas em uma subdivisão comercial do prédio.

1.2 Justificativas do tema:

Mesmo nos tempos, mais remotos a necessidade de obter um abrigo tem sido uma das preocupações prioritárias do ser humano. A necessidade de um refúgio, que não fosse uma simples caverna, foi comum, não apenas para as populações sedentárias, como também para os nômades. Dessa forma ampliamos e desenvolvemos nosso habitat encolhendo o habitat das outras espécies.

A habitação humana, por ser uma necessidade básica de todo ser humano, é, hoje, a construção mais numerosa e, por isso, uma das mais impactantes ao meio ambiente.

Com o crescimento da população mundial e o aumento da capacidade de consumo de cada indivíduo, os impactos causados pelo homem na natureza estão se elevando de forma exponencial. Sendo assim, existe, atualmente, uma necessidade emergencial do desenvolvimento de construções que sejam adequadas a um entendimento sistemático da sustentabilidade dos recursos naturais do planeta terra. Além de uma arquitetura preocupada com as necessidades do ser humano para que assim sejam criados ambientes adequados a um desenvolvimento sustentável da sociedade.

A escolha do tema foi, também, motivada pela preocupação com um dos recursos mais importantes, o solo. Sendo o solo um recurso natural não renovável, na escala humana, é perfeitamente defensável que se procure evitar que os solos potencialmente mais capazes de produzir biomassa venham a ser usados por outras formas de aproveitamento que destruam essa capacidade produtiva, tornando-os praticamente irrecuperáveis para tal finalidade. Dessa forma, uma ocupação verticalizada se justifica por liberar esse recurso tão precioso que é o solo.

1.3 Objetivos da pesquisa

Objetivos Gerais:

-Obter o máximo possível de informações sobre residências multifamiliares e os fatores que, atualmente, são mais relevantes para este tipo de projeto.

Objetivos específicos:

-Pesquisar sobre o histórico de residências multifamiliares e edifícios em altura no mundo, no Brasil e em Fortaleza.

- Analisar quanto às condicionantes físico-ambiental, do entorno e legislação urbana, apresentar o terreno para implantação do projeto, mostrando características que sejam adequadas às necessidades exigidas para tal.

-Adquirir informações sobre fatores que, atualmente, são imprescindíveis para a produção de um projeto eficiente como sustentabilidade e conforto ambiental, assim como técnicas para alcançar essa eficiência.

1.4 Objetivos do Projeto

-Desenvolver um projeto integrado com todos os sistemas ecológicas e que obtenha o máximo possível de auto-suficiência na utilização de recursos.

-Atenda às necessidades da sociedade atual assim como as necessidades as futuras gerações, adquirindo flexibilidade e eficiência.

-Integrar áreas verdes ao cotidiano da população de forma a modificar as paisagens comumente encontradas nas grandes cidades atualmente

2.1 História da Verticalização relacionada à habitação multifamiliar:

2.1.1 Primeiros exemplos no mundo

Roma Antiga

Na Roma antiga temos os primeiros exemplos de edifícios destinados a residências multifamiliares a insula. Uma insula (*insulae plural*) era um edifício de grande porte, onde a Plebe (classe baixa) e a Equite (classe média) dos romanos habitavam. O piso ao nível do solo era utilizado como tabernas, lojas e empresas, localizando-se nos andares superiores as habitações. Essas construções foram a solução para um urbanismo centralizador que provocou uma grande valorização dos terrenos da cidade. As casas particulares (domus) eram um luxo que apenas a classes mais altas podiam usufruir.

Muitas vezes essas construções eram feitas com materiais de má qualidade, de forma a gerar menos custos ao construtor, utilizando madeira, tijolos de barro e, posteriormente, um primitivo tipo de concreto. Por utilizarem esses tipos de materiais, os edifícios se tornavam muito propensos a incêndios e desabamentos. Por conta dos perigos ligados a essas construções a altura das insula foi restrita pelo imperador Augusto a 20,7 metros e posteriormente pelo imperador Nero a 17,75 metros, após o grande incêndio de Roma.

Por motivos práticos e de segurança os andares mais altos eram os menos procurados e, portanto, os mais baratos. Como as domus (casas da classe alta) as insula não dispunham de água encanada nem de saneamento que obrigava seus moradores a lançarem lixo e excrementos humanos para fora das janelas nas ruas adjacentes.

Egito

Uma das antigas capitais egípcias no período medieval foi Fustat que era conhecida por sua prosperidade, com ruas sombreadas, jardins e mercados. Lá se encontravam elevados edifícios residenciais com cerca de 7 andares e que poderiam acomodar centenas de pessoas. Al-Muqaddasi, historiador da época, no século 10 descreveu tais edifícios como semelhantes à minaretes , enquanto o também historiador Nasir Khusraw no início do século 11 descreveu alguns deles com até 14 andares e teto jardim.



Figura 2.1.1.1 - Insula romana
Fonte: <http://www.smanettona.it>



Figura 2.1.1.2 - Desenho de Fustat
Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Fustat>



Figura 2.1.1.3 - Cidade de Shibam
Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Shibam>

lêmen

Grandes edifícios habitacionais multifamiliares foram construídos no século 16 na cidade de Shibam, no Iêmen. Esses edifícios eram todos construídos de tijolos de barro e tinham de cinco a onze andares, onde cada andar podia ter uma ou duas habitações. Esta técnica de construção foi executada com o objetivo de proteger os residentes dos ataques dos beduínos (povo nômade que vive nos desertos do Oriente Médio e do Norte da África).

Os primeiros relatos da cidade são de mil e setecentos anos atrás, porém a maioria dos edifícios da cidade é originária do século 16.

Shibam é frequentemente chamada de "a cidade de arranha-céus mais antiga do mundo" ou a "Manhattan do deserto", e é um dos mais antigos exemplos de planejamento urbano baseado na verticalização. A cidade tem os mais altos prédios de tijolo de barro cru do mundo, com alguns deles ultrapassando os 30 metros de altura.

Europa

Um dos primeiros exemplos europeus de edifícios habitacionais de múltiplos andares foi no século XVII, em Edimburgo, na Escócia, onde uma muralha defensiva definia os limites da cidade. Devido ao espaço limitado disponível para o crescimento da cidade, as habitações tiveram que crescer verticalmente. Edifícios de 11 andares eram comuns, e existem registros de exemplares com até 14 pavimentos. Muitos dos quais, construídos em pedras-estruturais, ainda podem ser vistos hoje na cidade velha de Edimburgo.

O desejo de conjugar beleza e baixos custos se manifestou de forma expressa no século XVIII. No século XVII a casa burguesa seguiu sendo uni familiar, porém no século XVIII surgiu a idéia de compartilhar um edifício construído, em uma área privilegiada, entre várias famílias. Esse compartilhamento poderia ser feito através da posse individual de cada unidade ou, o mais comum na época, através do aluguel. Assim os inquilinos ou proprietários poderiam desfrutar de diferentes espaços comuns (pátios, jardins e terraços). Dessa forma nasceu o conceito na Europa de edifício multifamiliar, que tanto condicionaria a construção de edifícios residenciais durante os séculos seguintes.



Figura 2.1.1.4 - Cidade de Edimburgo
Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Edinburgh>



Figura 2.1.1.5 - Nova York - Início do século 19
 Fonte: <http://www.dolice.com/VNY.html>



Figura 2.1.1.6 - Sullivan's Wainwright Building
 Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Louis_Sullivan_-_Wainwright_Building

O mais antigo edifício de Ferro do mundo, embora apenas parcialmente construído desse material, é o Flaxmill (também conhecido localmente como o Maltings), em Shrewsbury, na Inglaterra. Construído em 1797, é visto como "o avô dos arranha-céus", desde sua combinação a prova de fogo de colunas e vigas de ferro fundido desenvolvido nos moldes da estrutura de aço moderna. Tecnologia essa, que fez os modernos arranha-céus possíveis.

Estados Unidos da América

Em 1839, foram construídas as primeiras habitações coletivas de múltiplos pavimentos em Nova York, apartamentos para imigrantes, em sua maior parte, com baixo poder aquisitivo.

O Dakota construído em 1884 foi um dos primeiros Edifícios residenciais de luxo em Nova York. A maioria, entretanto, até então, permaneceu sendo destinado à população de baixa renda.

Em 1885 foi terminada, em Chicago, a construção do edifício de 10 andares, o Home Insurance Building. O arquiteto, Willam Le Baron Jenney, criou uma estrutura de suporte de cargas independente de aço, apoiando o peso das paredes ao invés de ser apoiada por elas, como era comum na época. Esse desenvolvimento levou a técnica de construção conhecida como "esqueleto de Chicago".

O Sullivan's Wainwright Building em St. Louis, em 1891, foi primeiro edifício construído com estrutura de aço e uma malha com faixas verticais que enfatizavam a altura do prédio. Por isso é considerado o primeiro verdadeiro arranha-céu da história.

2.1.2 Primeiros exemplos do Brasil (Rio de Janeiro e São Paulo)

A verticalização constitui um dos traços característicos da urbanização brasileira. Primeiramente, pela própria intensidade com que ela se dá, mas também pelas formas que ela assume. São Paulo é o grande ícone desse fenômeno. Nessa cidade, ele adquiriu proporções de peso apenas a partir das décadas de 1960 e 1970. Antes disso, entretanto, edifícios altos e áreas verticalizadas constituíam uma simbologia que encontrou seu espaço na própria história da cidade. Eles eram associados à idéia de modernização, de progresso e aos êxitos econômicos da metrópole. Durante as décadas de 1920, 1930 e 1940, estabeleceram-se os alicerces para o desenvolvimento desse fenômeno.



Figura 2.1.2.1 - São Paulo - Início do século 20
 Fonte: <http://www.terra.com.br/revistadinheiorural/edicoes/42>

Do ponto de vista da tecnologia, os primórdios da verticalização brasileira podem ser contados pelo “embate” entre a opção pelo emprego de estruturas metálicas e a moldagem da estrutura em concreto armado. A segunda opção significava a constituição de um modo de produção muito mais nacionalizado do que o emprego de estruturas metálicas, geralmente projetadas e produzidas no exterior. A partir de 1926, com o estabelecimento da indústria de cimento no país, a segunda opção passou a significar uma opção ainda mais nacional. Foi principalmente no período de restrição às importações, durante a Segunda Guerra Mundial, que se consolidou o emprego do concreto armado.

Nas primeiras décadas do século XX, São Paulo e Rio de Janeiro já apresentavam diferenças em seus respectivos processos de verticalização. No Rio, os primeiros focos de construção de edifícios altos estiveram todos eles ligados a importantes intervenções urbanísticas governamentais, como foi o caso da Avenida Central, Cinelândia e Avenida Beira-Mar. Já em São Paulo, tratou-se de um fenômeno, de certa forma, mais protagonizado pela iniciativa privada. No Rio, em 1910, existiam apenas 33 edifícios com mais de seis andares. Assim como em São Paulo, tratava-se de um fenômeno de dimensões reduzidas. A partir desse ano, a verticalização carioca destinou-se progressivamente ao uso residencial ou misto (térreo não-residencial e apartamentos nos andares superiores).

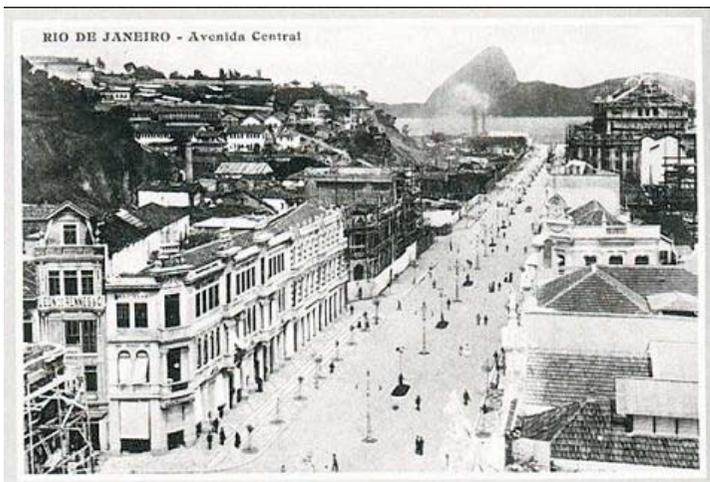


Figura 2.1.2.2 - Rio de Janeiro - Início do século 20
 Fonte: <https://fnnpea.bay.livefilestore.com/...>

No caso do Rio de Janeiro, o processo de verticalização apresentou características próprias, radicalmente opostas às tradicionais: a predominância da localização litorânea e do uso residencial, e não da localização central e do uso comercial e de serviços. (VAZ, F. L.2002)

Em 1900, a cidade de São Paulo já apresentava alguns raros edifícios verticalizados. Vinte anos mais tarde, edifícios altos continuavam a ser exceção na paisagem urbana. Durante os anos 1920, a construção de edifícios novos apresentou um certo desenvolvimento. Mas, em 1929, eles ainda eram em número modesto, pouco mais de cinquenta edifícios com mais de quatro andares, principalmente localizados no Centro Velho e no Centro Novo, misturando uso residencial com locações do setor terciário.



Figura 2.1.3.1 - Fortaleza - Vista aérea 1936

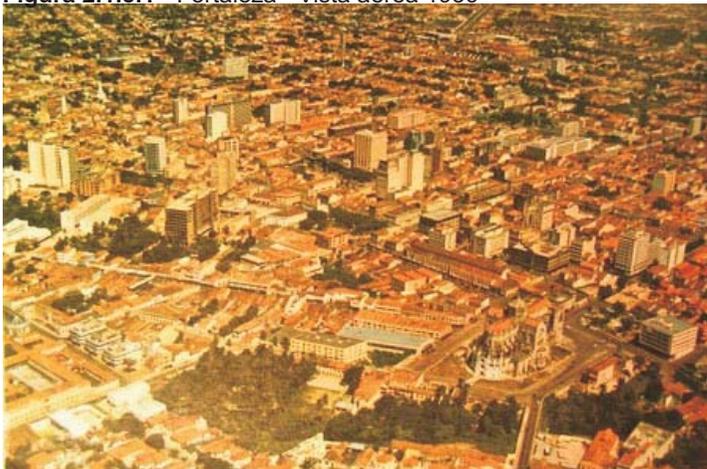


Figura 2.1.3.2 - Fortaleza - Vista aérea 1936

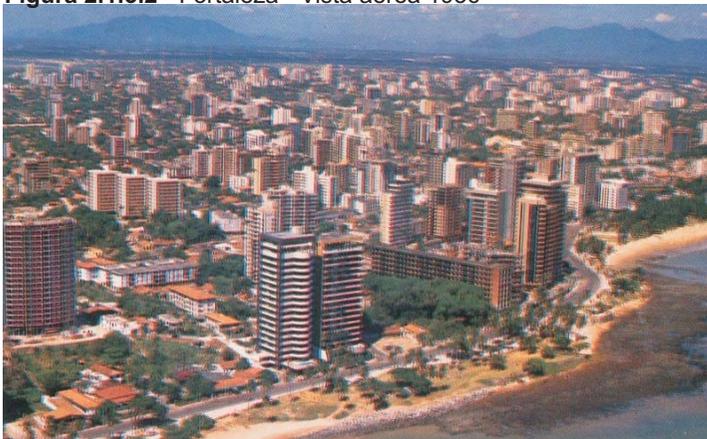


Figura 2.1.3.3 - Fortaleza - Vista aérea 1936

Fonte das imagens - <http://coisadecearense.blogspot.com/2010/04/fortaleza-em-fotos>

Quando ocorreu a retomada econômica pós-crise de 1929, em meados da década de 1930, o processo de verticalização em São Paulo assumiu proporções muito superiores às da década anterior. Em 1939, já havia 813 edifícios com elevadores, e tratava-se de uma verticalização já predominantemente destinada ao uso terciário (65%). Essa tendência consolidou-se na década de 1940. (SILVA, 2006)

2.1.3 Primeiros exemplos em Fortaleza.

De acordo com levantamento preliminar realizado por pesquisa feita na Universidade Federal do Ceará, os primeiros exemplos de destaque de verticalização das construções até o surgimento do novo código de obras e posturas em 1947 ficam reservados em geral para o uso comercial e institucional no centro da cidade. Como exemplo temos: Casa Parente em 1936, (com 5 pavimentos) e Edifício Prudência-Companhia de Capitalização em 1947 (7 pavimentos) ambos de Silvio Jaguaribe Ekman, Correios e Telégrafos em 1933, (com 3 pavimentos) arquiteto Santos Neves, Edifício J.Lopes (com 7 pavimentos) e Edifício da Secretaria de Polícia e Segurança em 1942 (com 4 pavimentos) ambos do arquiteto Emílio Hinko, Cine São Luiz cuja construção foi iniciada em 1937 e reiniciada em 1950 (com 12 pavimentos), Cine Diogo em 1940 (com 9 pavimentos), Palácio do Comercio (com 4 pavimentos).(ANDRADE,2006)

Observa-se um processo adjacente à verticalização do centro, ocorrido nas proximidades da área central, já com a função residencial. Exemplares dessa tendência são: Edifício Carneiro em 1938 (com 5 pavimentos) de Silvio Jaguaribe Ekman, Edifício multifamiliar na Vila operária São José (1 pavimento) em torno de 1940 e Conjunto residencial de dois andares, em Jacarecanga, projeto de Emílio Hinko.

Analisando o código de obras e posturas de 1947 e os posteriores de 1962, 1979 e 1992, observa-se na zona central, uma progressiva elevação do gabarito máximo permitido, passando de 7 pavimentos em 1947, para 12 pavimentos em 1962 (40 metros), para 18 pavimentos em 1979 (72 metros) e em 1992 a limitação e feita apenas à altura (95 metros para o centro e 72 para o restante da cidade).

2.2 Sustentabilidade:

De acordo com a definição do dicionário Aurélio a palavra sustentável significa: adj. Que se pode sustentar, manter; suportável: peso que não é sustentável. / Defensável: opinião sustentável.

Porém nos últimos anos a palavra sustentável vem ganhando um significado muito mais amplo, sendo utilizada mais no sentido da sustentabilidade das atividades humanas no planeta terra.

Em 20 de março de 1987 ocorreu a Comissão Brundtland promovida pelas Nações Unidas. Nesse evento foi implementada a expressão "desenvolvimento sustentável", que significa:

O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades.

Isso quer dizer um desenvolvimento onde a sociedade, os seus membros e as suas economias possam preencher as suas necessidades e expressar o seu maior potencial no presente, e ao mesmo tempo preservar a biodiversidade e os ecossistemas naturais, planejando e agindo de forma a atingir pró-eficiência na manutenção indefinida desses ideais.

Este termo foi amadurecido com a conferência ECO-92 ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, onde se aprovaram uma série de documentos importantes, dentre os quais a Agenda 21, um plano de ação mundial para orientar a transformação desenvolvimentista, identificando, em 40 capítulos, 115 áreas de ação prioritária. A Agenda 21 apresenta como um dos principais fundamentos da sustentabilidade o fortalecimento da democracia e da cidadania, através da participação dos indivíduos no processo de desenvolvimento, combinando ideais de ética, justiça, participação, democracia e satisfação de necessidades. Porém, esse documento não fixou, inicialmente, limites obrigatórios para as emissões de GEE (gases do efeito estufa) e não continha disposições coercitivos. Em vez disso, o Tratado incluía disposições para atualizações (chamados "protocolos"), que deveriam criar limites obrigatórios de emissões. O principal é o Protocolo de Quioto de 1997.

2.2.1 Sustentabilidade na arquitetura:

Atualmente o termo "arquitetura sustentável" é cada vez mais recorrente nos novos empreendimentos lançados no Brasil, sendo utilizado de forma a diferenciar um produto em um mercado saturado de campanhas encarregadas de despertar o interesse do público em produtos que, em sua essência, são iguados por determinações legais, padrões estéticos pobres e a busca inescrupulosa do lucro.

O conceito de sustentabilidade aplicado nesse tipo de empreendimento é, na maioria dos casos, superficial. Carecendo da real dimensão que o termo representa. Como contesta o arquiteto Ken Yeang:

Há uma percepção equivocada sobre o que é design ecológico. Não podemos ser enganados e seduzidos pela tecnologia. Há uma idéia popular de que se reunirmos em um único edifício aparatos tecnológicos como coletores de energia solar, placas fotovoltaicas, sistemas biológicos de reciclagem, sistemas de automação e fachadas de pele dupla, vamos ter instantaneamente um a Arquitetura ecológica.

Então, o que seria uma arquitetura sustentável ou Ecodesign ?

De acordo, também, com o arquiteto Ken Yeang:

Em poucas palavras, Ecodesign é projetar a construção como um sistema integrado ao ambiente natural. A existência desse sistema tem, assim como o seu conjunto de interações, conseqüências ecológicas. A entrada e a saída de elementos desse sistema, bem como todos os seus aspectos (tais como transporte, etc) ao longo do seu ciclo de vida, devem ser bem acomodados no ambiente natural.

Essa conceituação demonstra o nível de comprometimento necessário para se alcançar uma arquitetura realmente integrada a um sistema sustentável. Todos os elementos devem ser considerados assim como as conseqüências a adição e da subtração dos mesmos no meio ambiente, tendo como objetivo principal a minimização do impacto causado do objeto construído, levando em conta todo o período de existência do edifício em si e dos seus elementos em separado.

Outra conceituação muito interessante é encontrada no livro "ECOHOUSE-A design Guide" da autora Sue Roaf:

Eco-arquitetura vê os edifícios como parte de um ecossistema planetário mais amplo e o edifício como parte de um habitat vivo. Isto contrasta com as noções mais comuns de muitos arquitetos, que vêem um edifício como uma obra de arte, talvez em exposição em um terreno, ou como "música congelada" na multidão, ou ainda como fotos de revistas. Alguns arquitetos vêem o processo do design como uma linha de produção com o edifício como um produto a ser depositado em um lugar, independentemente do ambiente onde vai ser construído ou de suas qualidades.

A forma em que o arquiteto concebe a obra é outro fator que se mostra importantíssimo para a criação de um projeto verdadeiramente preocupado com o meio ambiente. A relação predominante atualmente é a do arquiteto como um artista e a edifício como uma obra de arte, desprendendo desse profissional os aspectos técnicos do projeto. Essa abordagem leva a incoerências com relação ao ideal sustentável, em muitos casos, recorrer a sacrifícios técnicos por "caprichos" formais.

A perpetuação do potencial de desenvolvimento proporcionado pelo ambiente natural deve ser preservado. Para isso a sociedade humana tem que cultivar uma relação harmoniosa com o ecossistema terrestre de forma a realizar suas atividades mediante a possibilidade do meio ambiente de absorvê-las. Esse nível de consciência ambiental, hoje, é essencial para o planeta e no futuro será requisito obrigatório para um empreendimento bem sucedido economicamente.

2.3 Conforto ambiental

O conforto térmico e o prazer do ocupante é o que faz uma boa casa. (Herschong, 1979). Um dos aspectos mais importantes da sustentabilidade da sociedade humana é o conforto de seus indivíduos, porém esse aspecto muitas vezes é esquecido nos manuais de arquitetura sustentável. Como atesta o autor Williamson (2003):

As pessoas estão estranhamente ausentes desta perspectiva. Elas são assumidas como indivíduos participantes com objetivos idênticos. . . ou, no projeto, elas são excluídas, por não serem consideradas confiáveis. Por exemplo, existe uma forte visão que o próprio edifício é o usuário da energia, não os seus ocupantes. [. . .] Isso contribui para a idéia que as questões a ver com a ocupação não são uma grande preocupação quando são considerados os aspectos ambientais do projeto.

O enclausuramento em unidades habitacionais cada vez menores e a progressiva diminuição do convívio cotidiano com elementos orgânicos, como áreas verdes, são condições predominantes nas cidades modernas. Essa rotina em que o homem moderno se submete difere muito do ambiente no qual ele evoluiu, o que gera um estresse que, por sua vez, leva a patologias ligadas a vida nas cidades.

O ponto de vista dos ocupantes deve ser considerado primordial em qualquer projeto arquitetônico, sendo ainda mais importantes em projetos com o objetivo de maximizar a eficiência energética do edifício, pois os hábitos dos ocupantes são mais importantes, até mesmo, que os aspectos técnicos do edifício.

2.3.1 Adequação ao contexto ambiental.

A cidade de fortaleza encontra-se em uma zona intertropical, mais precisamente na latitude 3,77 sul e longitude 38,60 oeste. Apesar de encontrar-se em uma região de clima semi-árido a cidade de fortaleza apresenta particularidades climáticas, de acordo com dados da FUNCEME, ocasionadas pelas serras que circundam o município e por sua litoraneidade, o que leva a um maior índice pluviométrico do que no resto de estado.

A cidade tem, ainda com base nos dados da FUNCEME, uma umidade relativa média de 82% com predominância de ventos alísios no quadrante sudeste, assim como insolação de 2800 horas por ano.

O resfriamento por convecção só funciona quando a temperatura do ar estiver abaixo da temperatura da pele que é em média 35° C . Na verdade, em temperaturas acima de 32 ° C, o corpo começa a perder mais calor por resfriamento evaporativo, onde a umidade da pele é removida pelo ar. Quando o líquido do suor se evapora, ele resfria a pele, porque a processo de transformar o líquido em um gás exige calor que é absorvido do ar circundante e da pele. É por isso que os climas mais difíceis de serem arrefecidos são os muito quentes e úmidos, onde já existe tanta umidade no o ar que, a única maneira de remover a umidade da pele é passar cada vez mais ar sobre ela.Ou seja, mais ar e em maiores velocidades são necessários para o conforto em climas úmidos e quentes.(Roaf, Sue 2007).Por isso em climas como os de Fortaleza circulação abundante de ventos nos ambientes é essencial para a abdicação do uso de climatização ativa.

A cidade de Fortaleza está localizada em uma latitude crítica com relação à incidência de raios solares. Vários fatores colaboram para o acúmulo excessivo de energia no edifício. Um deles é a pequena variação da inclinação, durante o ano, dos raios solares com relação ao zênite, fator o qual faz com que uma menor quantidade de energia seja dissipada na atmosfera terrestre, permitindo assim, que a maior parte da energia dos raios solares chegue até a superfície terrestre, assim como aos edifícios. Outro fator é a incidência de raios solares em todas as fachadas da edificação. Esse fenômeno resulta da inclinação em 23,5 graus, com relação ao plano orbital, do eixo de rotação da Terra, de forma que a latitude onde os raios solares estão em zênite varia, ao decorrer do ano, em 23,5 graus Sul (21 de Dezembro) e 23,5 graus Norte (21 de Julho).

Os meses onde a incidência de raios solares é mais negativa, com relação ao conforto térmico, nessa localidade, são os meses de Setembro, Outubro e Novembro. Meses esses nos quais, de acordo com dados da FUNCEME, as chuvas são mais escassas e o zênite dos raios solares encontram-se no hemisfério Sul.

Tais características são determinantes para o desenho de um edifício eficiente termicamente, entretanto outros aspectos, como os culturais, não podem ser excluídos de um projeto que pretende alcançar um bom nível de conforto ambiental para os seus ocupantes.

O histórico de edifícios residenciais em fortaleza é muito recente, o que revela uma adaptação, à esse tipo de moradia, ainda em processo. As varandas, que são elementos predominantes na arquitetura das casas cearenses, ainda são muito valorizadas.

Isso porque esses elementos arquitetônicos são muito bem sucedidas em tirar proveito do agradável clima presente nas áreas sombreadas e ainda protegendo as superfícies da edificação da intensa radiação solar.

Outro problema oriundo da falta de adaptação a moradia em edifícios residenciais e por consequência uma equivocada noção de privacidade é o isolamento dos moradores com relação aos seus vizinhos, assim como também a subutilização das áreas comuns do edifício.

Para um projeto de um edifício residencial em fortaleza alcançar o bem estar de seus ocupantes com mínimo de impacto ambiental os aspectos técnicos de adaptação passiva ao clima devem ser essenciais, porém os elementos socioculturais devem ser relevados para que as necessidades dos indivíduos sejam atendidas com o menor uso de energia possível.

2.4 Estudo dos aspectos formais.

2.4.1 Atualidade.

A arquitetura praticada nas últimas décadas tem se caracterizado, de uma forma geral, como reação às propostas da arquitetura moderna: ora os arquitetos atuais relêem os valores modernos e propõem novas concepções estéticas (o que eventualmente se caracterizará como uma atitude dita "neomoderna"); ora eles propõem projetos de mundo radicalmente novos, procurando apresentar projetos que, eles próprios, sejam paradigmas antimodernistas, conscientemente desrespeitando os criticados dogmas do modernismo.

As primeiras reações negativas à acusada excessiva dogmatização que a arquitetura moderna propôs no início do século surgiram, de uma forma sistêmica e rigorosa, por volta da década de 1970, tendo em nomes como Aldo Rossi e Robert Venturi seus principais expoentes (embora teóricos como Jane Jacobs tenham promovido críticas intensas, porém isoladas, à visão de mundo do modernismo já nos anos 50, especialmente no campo do urbanismo).

A crítica antimodernista, que em um primeiro momento se restringiu à especulação de ordem teórico-acadêmica logo ganhou experiências práticas. Estes primeiros projetos estão de uma forma geral ligados à idéia da revitalização do "referencial histórico", colocando explicitamente em cheque os valores anti-historicistas do modernismo.

Durante a década de 1980 a revisão do espaço moderno evoluiu para a sua total desconstrução, a partir de estudos influenciados (especialmente) por correntes filosóficas como o desconstrutivismo. Apesar de altamente criticada, esta linha de pensamento estético também se manteve restrita aos estudos teóricos e, na década de 1990, seduziram o grande público e se tornaram sinônimo de uma "arquitetura de vanguarda". Nomes como Rem Koolhaas, Peter Eisenman e Zaha Hadid estão ligados a este movimento. O arquiteto norte-americano Frank Gehry, apesar de ser apontado pela grande mídia como arquiteto desconstrutivo, tem sua obra criticada pelos próprios membros do movimento.



Figura 2.4.1.1 - Vanna Venturi House
Fonte : <http://artisen.com/>



Figura 2.4.1.2 - CCTV - Rem Koolhaas
Fonte : <http://designcrack.com/v2/wp-content/uploads/2006/10/cctv.jpg>



Figura 2.4.1.3 - Guggenheim Bilbao Museum-Frank Gehry
 Fonte : <http://www.flickr.com/photos/fhong/1378594438/>

Em artigo publicado no jornal britânico "The Guardian", Jonathan Glancey, crítico de arquitetura, descreve os primeiros anos do século XXI como uma década de excessos na arquitetura. Começou, segundo ele, com o gigantesco "Domo do Milênio", de Richard Rogers, erguido em 1999, e agora chega ao fim com o maior arranha-céu do mundo, o Burj Dubai, inaugurado recentemente, nos Emirados Árabes Unidos.

Os "noughties" (nomenclatura dada pelos britânicos aos dez primeiros anos do século XXI, termo que vem da palavra "nought", que significa zero ou nulo, em português), para Glancey, tiveram como expoentes os arquitetos Zaha Hadid, Rem Koolhaas, Daniel Libeskind, Norman Foster e, obviamente, Frank Gehry. "De fato, pode-se dizer que esta década começou em 1997, com a abertura do Guggenheim, em Bilbao, na Espanha", afirma o correspondente, em artigo publicado em dezembro de 2009 no "The Guardian".

O museu de Gehry deu início a uma onda de edifícios fantásticos, "estruturas de ficção científica que pareciam saltar dos textos do escritor britânico J.G. Ballard". Em outras palavras, uma arquitetura capaz de atrair turistas como imã, numa busca frenética pelo "fator Uau!" ou "efeito Bilbao".

Um dos exemplos mais significativos da arquitetura do espetáculo citado pelo articulista é o "BMW Welt", centro de exposições e entrega de veículos, localizado na cidade alemã de Munique. Desenhado por escritório austríaco Coop Himmelbau, o edifício, que foi inaugurado em 2007, faz com que os visitantes se sintam numa espécie de "set de filmagem".

"Mas para que aquilo tudo? Para glorificar carros? Se pelo menos tal talento tivesse sido canalizado para desenhos de escolas, hospitais e espaços públicos", questiona o crítico de arquitetura.

Outra crítica apresentada na publicação foi feita ao governo britânico o qual prega a sustentabilidade, porém com o estímulo à megaconstruções com apelo superficial a sustentabilidade "como se a sustentabilidade significasse apenas colocar um turbina eólica no telhado" como contesta o correspondente.

"Os 'noughties' estão ligados à especulação financeira e ao consumismo galopante que a arquitetura, inevitavelmente, segue", conclui Glancey.



Figura 2.4.1.4 - BMW Welt - Coop Himmelbau
 Fonte : http://farm3.static.flickr.com/2156/2199786487_a0dd44cdd8.jpg

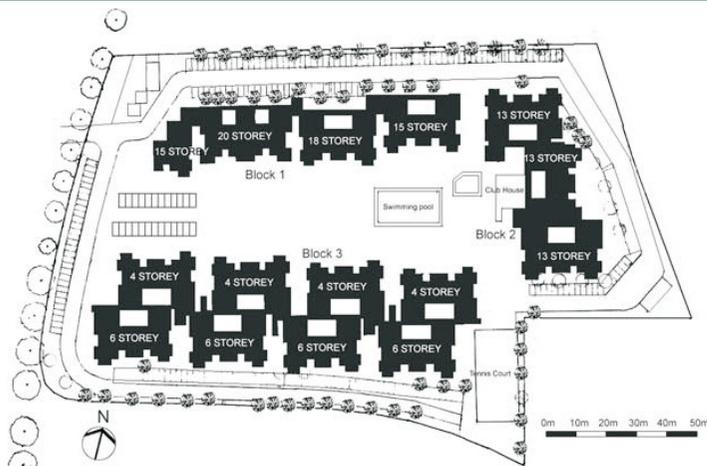


Figura 3.1.2 - Planta de Implantação
Fonte: J.H. Bay

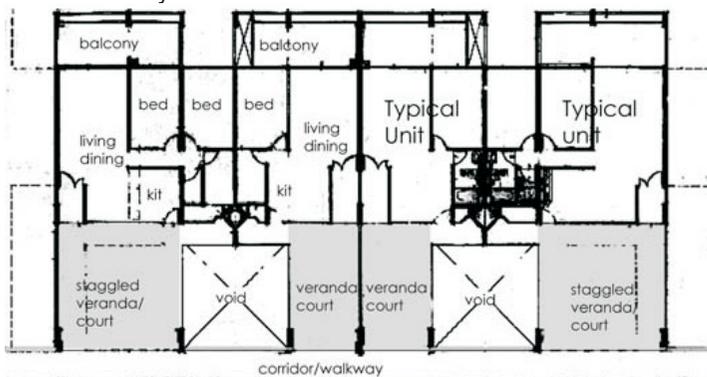


Figura 3.1.3 - Planta pavimento tipo - Bloco 1
Fonte: J.H. Bay



Figura 3.1.4 - Espaços semi-abertos Fonte: J.H. Bay

3.1 Bedok Court-Singapura

Bedok Court foi projetado por Cheng Jian Fenn de Design Link Arquitects, Singapura, em 1982 e concluída sua construção em 1985. Compreende 280 apartamentos, distribuídos em três blocos, que variam de 4 à 20 andares de altura (Figuras 3.1.1 e 3.1.2). A área do terreno é de cerca de 30 mil metros quadrados (3,4 ha) e a área total do empreendimento, incluindo corredores, pátios e varandas, é de cerca de 65 500 metros quadrados. A densidade resultante é de 300 pessoas por hectare (ou 82 apartamentos por hectare) e a relação entre área construída e a área do terreno é de 1,9. O empreendimento inclui estacionamento, jardins, campos de tênis e uma grande piscina.

O que distingue Bedok Court é a generosa oferta de pátios semi-abertos e varandas. Apartamentos típicos variam em área bruta de cerca de 110 à 220 metros quadrados, incluindo varandas e pátios e excluindo os espaços de circulação comum. Os três maiores apartamentos com três quartos tem área interna de cerca de 110 metros quadrados cada, enquanto os de dois e um quarto tem cerca de 85 e 55 metros quadrados cada, respectivamente, típicos do padrão da época em Singapura. Cerca de 30 à 40% de cada apartamento é dedicado espaços semi-abertos (Figura 3.1.3).

Curiosamente, Cheng optou por desenvolver três diferentes corredores de circulação elevados em seu esquema. O bloco 1 (de quinze à vinte andares) tem um único corredor elevado ao longo de sua fachada norte (Figuras 3.1.3 e 3.1.4); O bloco 2 (de 13 andares), tem uma ala central, com duas alas laterais posicionadas perpendicularmente a ele, e o bloco 3 (de quatro à seis andares) tem um corredor duplo para obter uma configuração escalonada nos apartamentos.



Figura 3.1.1 - Bedok Court
Fonte: J.H. Bay

Em termos de ventilação, bloco 1 é a mais bem sucedida e Bloco 3 é o menos bem sucedido. Em termos de limitação de sombreamento, é o Bloco 3 mais bem sucedido. E por fim em termos de interação social de todos os blocos são igualmente bem-sucedida.

4.1.1 Estudo de pós-ocupação

No livro "Tropical Sustainable Architecture" dos autores Joo-Hwa Bay e Boon Lay Ong (sem edição em português) encontra-se um estudo dos benefícios sociais e ambientais da generosa oferta de pátios semi-abertos e varandas. Espaços esses, que proporcionam múltiplas áreas de interação entre os moradores um eficiente sistema de melhoria do conforto ambiental (Figura 3.1.7).

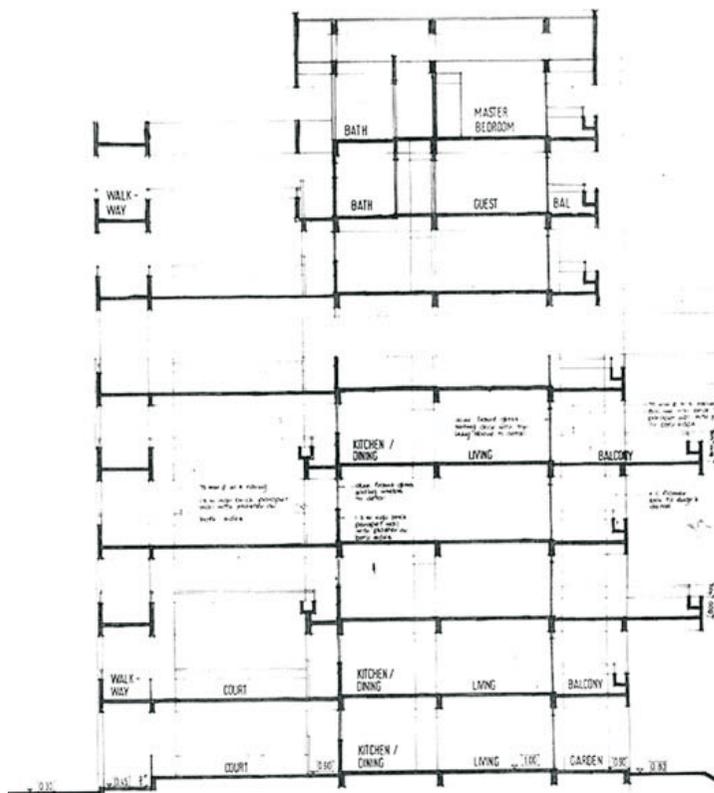


Figura 3.1.5 - Corte - Bloco 1
Fonte: J.H. Bay



Figura 3.1.6 - Espaço semi-aberto
Fonte: J.H. Bay

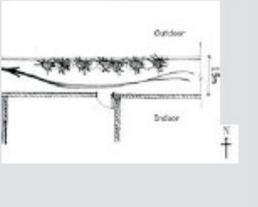
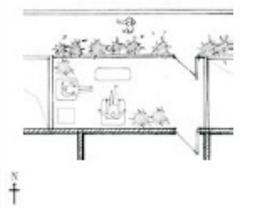
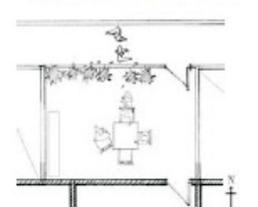
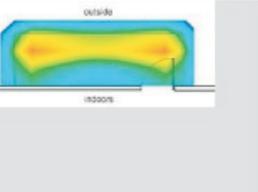
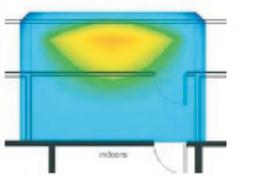
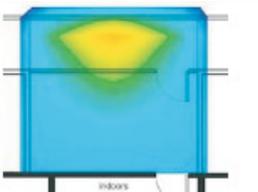
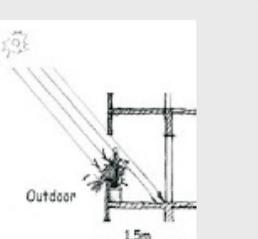
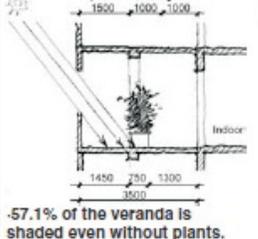
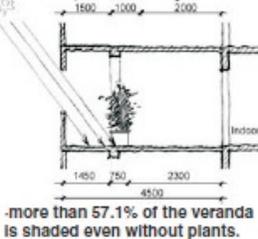
	Unacceptable design size		Acceptable design size	
	Poor	Threshold	Threshold	Good
Possible design configuration (Morphology)				
	0-2m depth of veranda from 1.4m corridor 	2m depth of veranda from 1.4m corridor 	Bigger than 2m depth of veranda from 1.4m corridor 	
Environmental aspect				
Desired environmental effect (Environmental Performance)				
How it works (Operation)	 -semi-open space is totally exposed to solar radiation. -Temperature is high for outdoor activities.	 -57.1% of the veranda is shaded even without plants. -Plants can be arranged between the corridor and veranda. They help block the solar radiation and reduce the temperature of the veranda.	 -more than 57.1% of the veranda is shaded even without plants. -Plants can be arranged between the corridor and veranda. They help block the solar radiation and reduce the temperature of the veranda.	

Figura 3.1.7 - Estudo de pós-ocupação
Fonte: J.H. Bay

3.2 Hearst Tower - Nova York

Projetada pelo arquiteto Sir. Norman Foster a Hearst Tower ergue-se sobre uma base de seis andares no estilo art deco terminada em 1928. Tendo quarenta andares, 182 metros de altura e oitenta mil metros quadrados de área de escritórios, localiza-se na "Eighth Avenue", a torre iniciou seu funcionamento em quatro de maio de 2006.

A característica mais marcante do edifício é a sua fachada formada por triângulos que compõem um sistema estrutural inovador denominado "Diagrid" (em inglês, uma contração das palavras grade e diagonal) (ver figura 3.2.1). Esse sistema apresenta inúmeras vantagens entre elas a sua eficiência estrutural muito superior às convencionais, que possibilitou a utilização de 20% menos aço na estrutura, com relação as convencionais, com 10.480 toneladas , das quais 90% vieram de fontes recicladas.

Inúmeras considerações de cunho ambiental serviram de base para a concepção desse projeto. Dessa forma foi possível a economia de recursos em sua construção assim como em sua operação. Com varios sistemas de reaproveitamento de água e uso eficiente de energia elétrica, utiliza apenas 74% do mínimo utilizando nesse tipo de edifício em Nova York, o edifício foi o primeiro dos Estados Unidos da America a ganhar a designação ouro do "United States Green Building Council's" (LEED).



Figura 3.2.1 - Hearst Tower
Fonte: http://www.talmuhanna.com/images/Hearst_Tower2.jpg

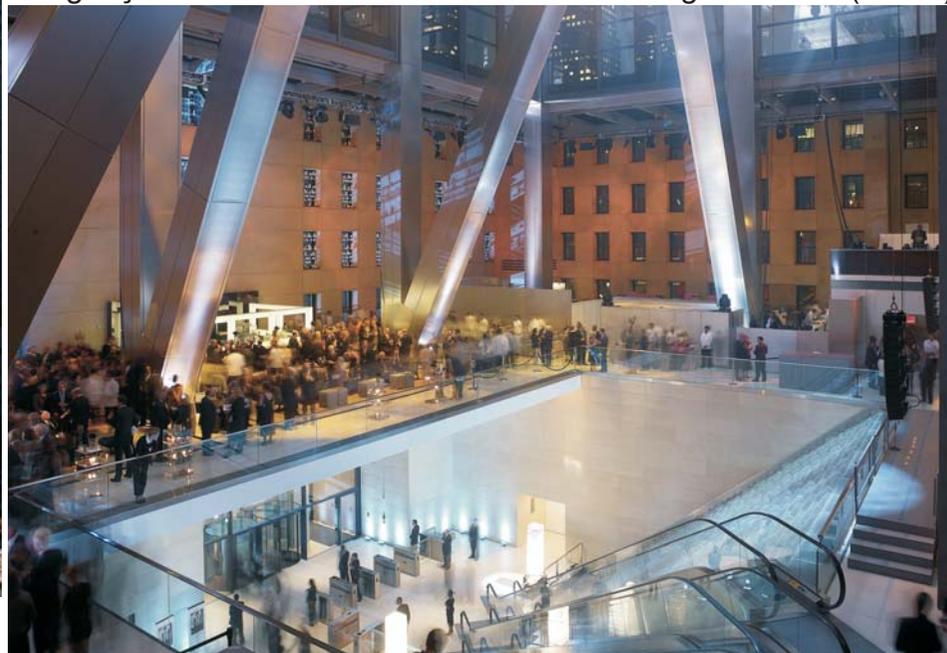


Figura 3.2.2-Hearst Tower
Saguão Interno
Fonte: <http://www.highrise-frankfurt.de>



Figura 3.3.1 - La Tour Vivante
Fonte: Livro-Arquitetura dos Nossos Dias

3.3 La Tour Vivante - Paris

O conceito de Living Tower objetivo é associar a produção agrícola, habitação, e atividades econômicas terciárias em um único sistema vertical. Este sistema permitiria criação de uma cidade mais densa, entretanto, uma maior autonomia pode ser adquirida com relação a produção das planícies agrícolas, reduzindo o necessidade de transporte entre territórios urbanos e rurais. A incomum sobreposição destes programas, finalmente torna possível considerar novas relações entre prática e enérgica cultura agrícola, espaços de atividades terciárias, habitação e comércio proporcionando uma grande economia de energia.

Projetada pelos arquitetos Pierre Sartoux e Augustin Rosenstiehl a torre incorpora em seus 30 andares, 11045 metros quadrados de apartamentos (130 unidades) nos primeiros 15 andares, 8675 metros quadrados de escritórios nos últimos 15 andares, 7000 metros quadrados de horticulturas elevadas, 6750 metros quadrados de comércios, 650 metros quadrados d biblioteca e enfermaria e, por fim, 12400 metros quadrados de estacionamentos (475 vagas).

O edifício é composto por um sistema de cheios e vazios (ver figura 3.3.1) formando um conjunto autônomo que associa locais de produção, locais de consumo, e espaços de habitação .Os espaços cheios cumprem os requisitos para habitações e escritórios, em termos de conforto, isolamento térmico, acústico e exposição ao sol, enquanto os espaços vazios podem se adaptar as varias funções de produção.

Com dois grandes moinhos de ventos gerando de 200 à 600 KWh de energia elétrica por ano e 4.500 metros quadrados de placas fotovoltaicas o complexo é auto-suficiente em energia elétrica.

Os esgotos não sanitários e a água da chuva são purificados para o uso não potável como irrigação das culturas e descargas dos vasos sanitários. Já o esgoto sanitário é processado para possibilitar a sua utilização como fertilizante para a produção agrícola.



Figura 3.3.2 - Hortas hidropônicas
Fonte: Livro-Arquitetura dos Nossos Dias

4. REFERÊNCIAL TÉCNICO DO LOCAL

4.1-Área de implantação do projeto



Figura 4.1.1- Mapa de Fortaleza delimitando o Bairro Guararapes.



Figura 4.1.2 - Mapa do Bairro Guararapes.



Figura 4.1.3 - Terreno escolhido.

4.2 Histórico da área de implantação

O bairro Guararapes é relativamente recente, tendo sua ocupação iniciada, por residências uni familiares, na década de setenta. O nome do bairro foi dado em homenagem à batalha dos Guararapes, que foi a primeira grande vitória do Exército brasileiro contra o invasor holandês.

Delimitado pelas avenidas Washington Soares e Rogaciano Leite e pelas ruas Gontram Giffoni e Desembargador Manuel de Sales Andrade, o bairro é considerado pequeno com uma área em torno de um quilometro quadrado e uma população em de 2.483 habitantes.

A princípio, seus núcleos habitacionais situaram-se no Centro e Praia de Iracema, com núcleos dispersos no Antônio Bezerra, Parangaba, Mondubim e Messejana, cuja valorização fundiária e imobiliária deslocou-se, a partir dos anos 30 de nosso século, para o Jacarecanga e para a Aldeota. Nos últimos anos, porém, Fortaleza tem tido uma nova direção no seu crescimento: a região sudeste da grande capital, compreendida pela área territorial do distrito de Messejana (de aproximadamente 123 km², correspondendo a 35% da área municipal), tido ainda como área de periferia no município. Ali, verificam-se processos diferentes de ocupação: no centro-leste, a "Nova Aldeota" ou "Aldeota Sul" (como vem sendo tratada pelo marketing da valorização fundiária que lá ocorre), onde já se verifica um padrão de vida de classe média, cujo interesse do agente fundiário e imobiliário é grande, visto que tornou-se área possível de incorporação urbana e com amenidades e facilidades, próxima da sede do governo estadual, no bairro do Cambé, que já não se encontram em outras regiões da cidade, saturadas pela urbanização; e no sudoeste, onde há áreas do município ainda pouco valorizadas, que vão se incorporando com a construção de conjuntos habitacionais para as classes de baixa renda. E estes processos de transformação geram conseqüências econômicas e sociais. (Tuan, op. cit.)

Atualmente esse fluxo de crescimento provocou a elitização dos empreendimentos construídos nas áreas compreendidas pelo inicio da avenida Washington Soares ,que comporta grande parte do fluxo de veículos que se destinam aos novos vetores de crescimento de Fortaleza. Áreas como o bairro de Guararapes.

4.3 Diagnóstico da área de implantação

As novas áreas de expansão de Fortaleza compreendidas pelas áreas sudeste e leste da cidade, apesar do contínuo processo de ocupação, estão repletas de vazios urbanos, muitos dos quais motivados pela especulação imobiliária. Vazios esses que geram outro problema, a insegurança.

Apesar da grande quantidade de áreas desocupadas, na região em questão, existe uma grande carência de equipamentos públicos de lazer. Além da insuficiência ou inadequação da infra-estrutura básica.

Figura 4.3.1 - Imagem Avenida Miguel Dias
Fonte: Fotografia no local.



Figura 4.3.2 - Panorâmica rua Firmino Rocha Aguiar
Fonte: Fotografia no local.

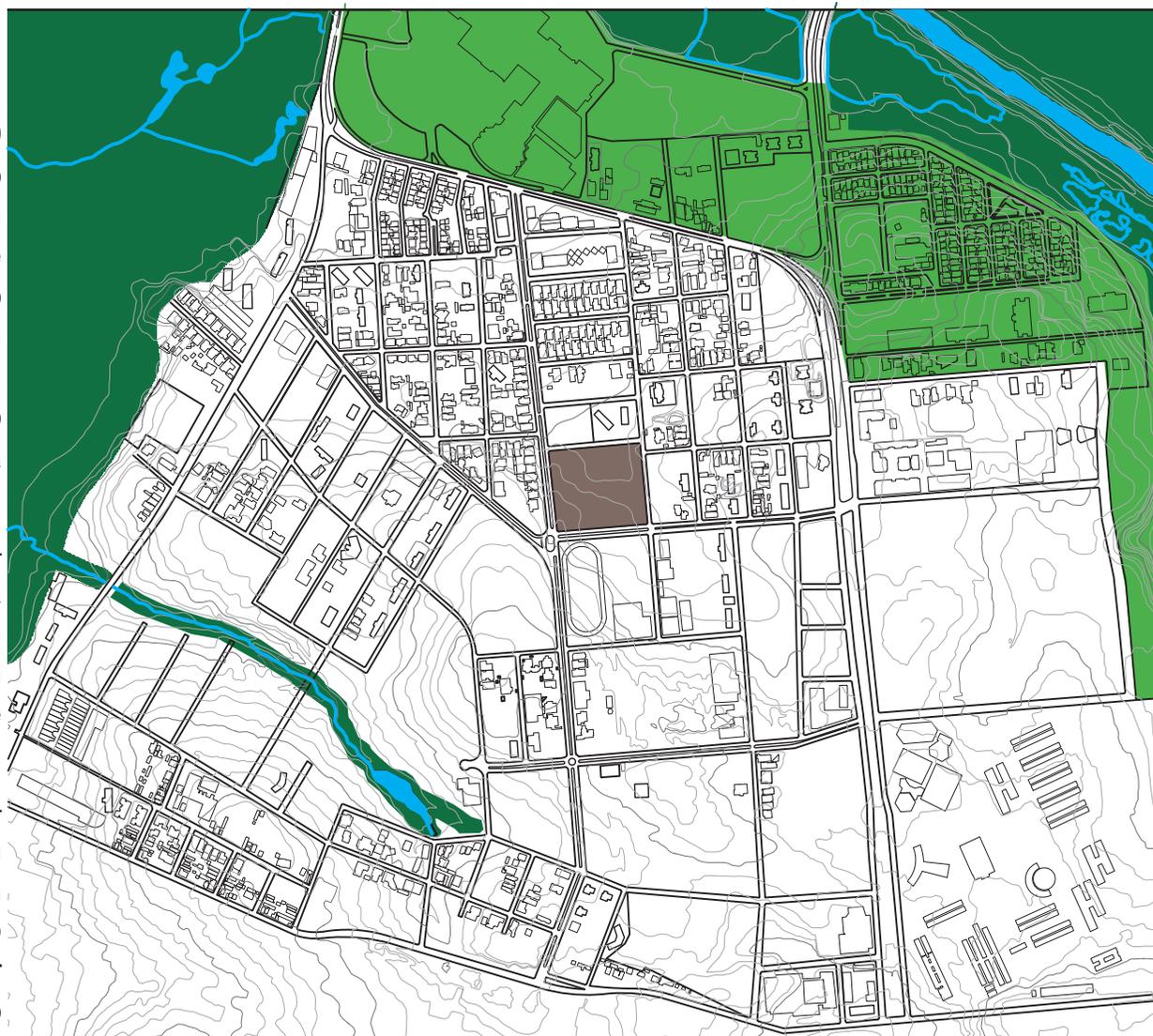


4.4 Áreas verdes, de preservação e proteção

De acordo com o Plano diretor Participativo, Lei Complementar nº 062 de 02 de fevereiro de 2009, o bairro de Guararapes não se encontrava dentro de nenhuma zona de relevância ambiental, porém está delimitado ao norte por uma Zona de Recuperação Ambiental (ZRA), ocupada pelo shopping Iguatemi, e muito próximo, em sua lateral oeste pela Zona de Interesse Ambiental do Cocó, sendo separado, apenas, por uma estreita faixa do bairro Salinas. Como pode ser observado no Mapa 4.4.1

"Art. 72. A Zona de Interesse Ambiental – ZIA – corresponde as áreas originalmente impróprias a ocupação do ponto de vista ambiental, áreas com incidência de atributos ambientais significativos em que a ocupação ocorreu de forma ambientalmente inadequada."

"Art. 67. A Zona de Recuperação Ambiental – ZRA – compõe-se por áreas parcialmente ocupadas e com atributos ambientais relevantes que sofreram processo de degradação e tem, como objetivo básico, proteger a diversidade ecológica, disciplinar os processos de ocupação do solo, recuperar o ambiente natural degradado e assegurar a estabilidade do uso dos recursos naturais, buscando o equilíbrio sócio-ambiental."

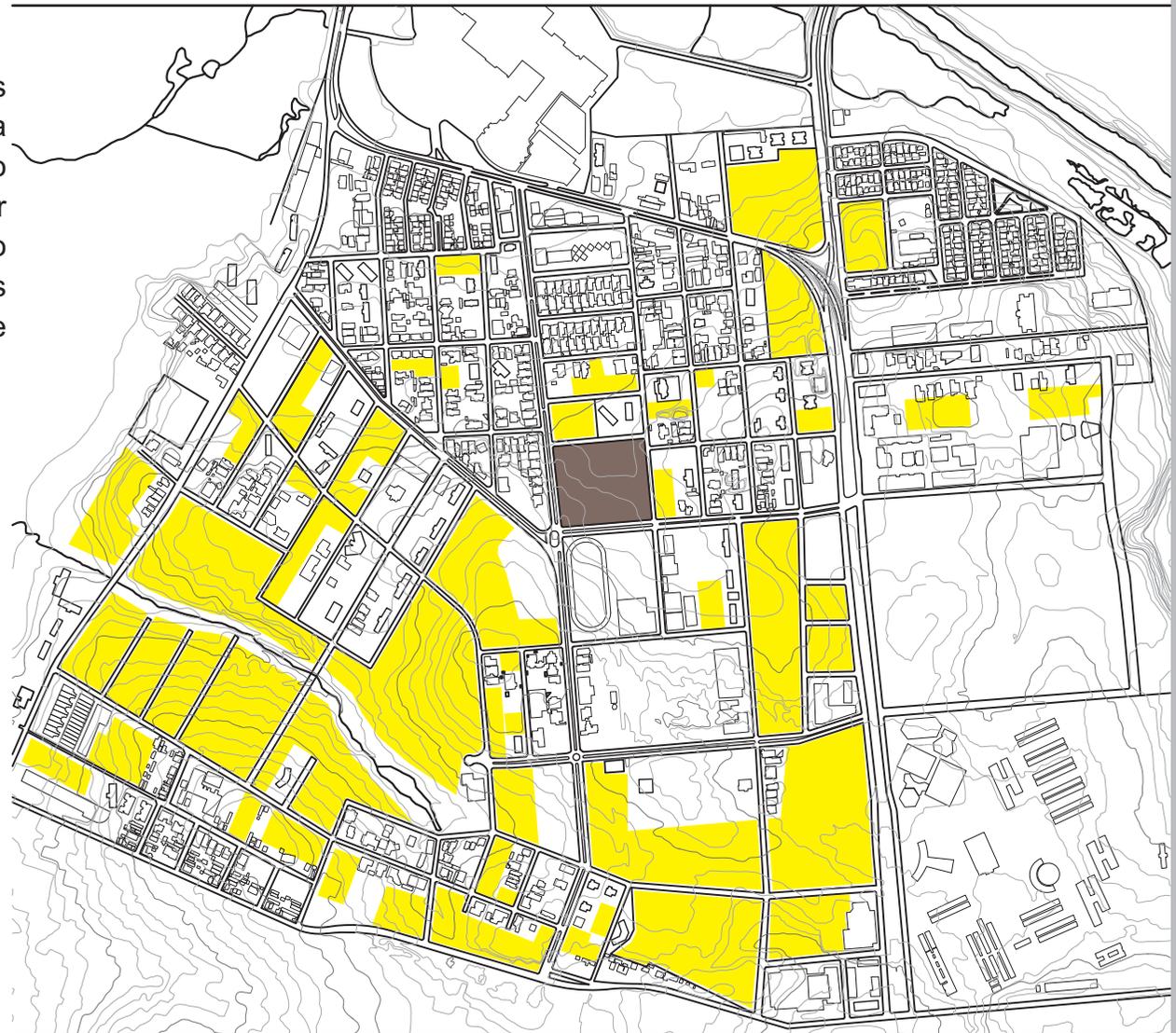


Mapa 4.4.1 - Mapa de Zonas de Proteção
Fonte: PDDU-For

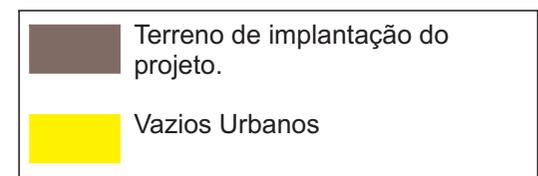
	Terreno de implantação do projeto.
	ZRA - Zona de Recuperação Ambiental
	ZPA 1 - Zona de Proteção Ambiental

4.5 Vazios Urbanos.

A presença de um grande número de vazios urbanos no bairro em questão é responsável pela ocorrência de diversos problemas, como insegurança e descaracterização das vias (ver Mapa 4.5.1). A ocupação relativamente recente do bairro assim como a especulação imobiliária são os mais importantes motivos para a subutilização de muitos terrenos na região.

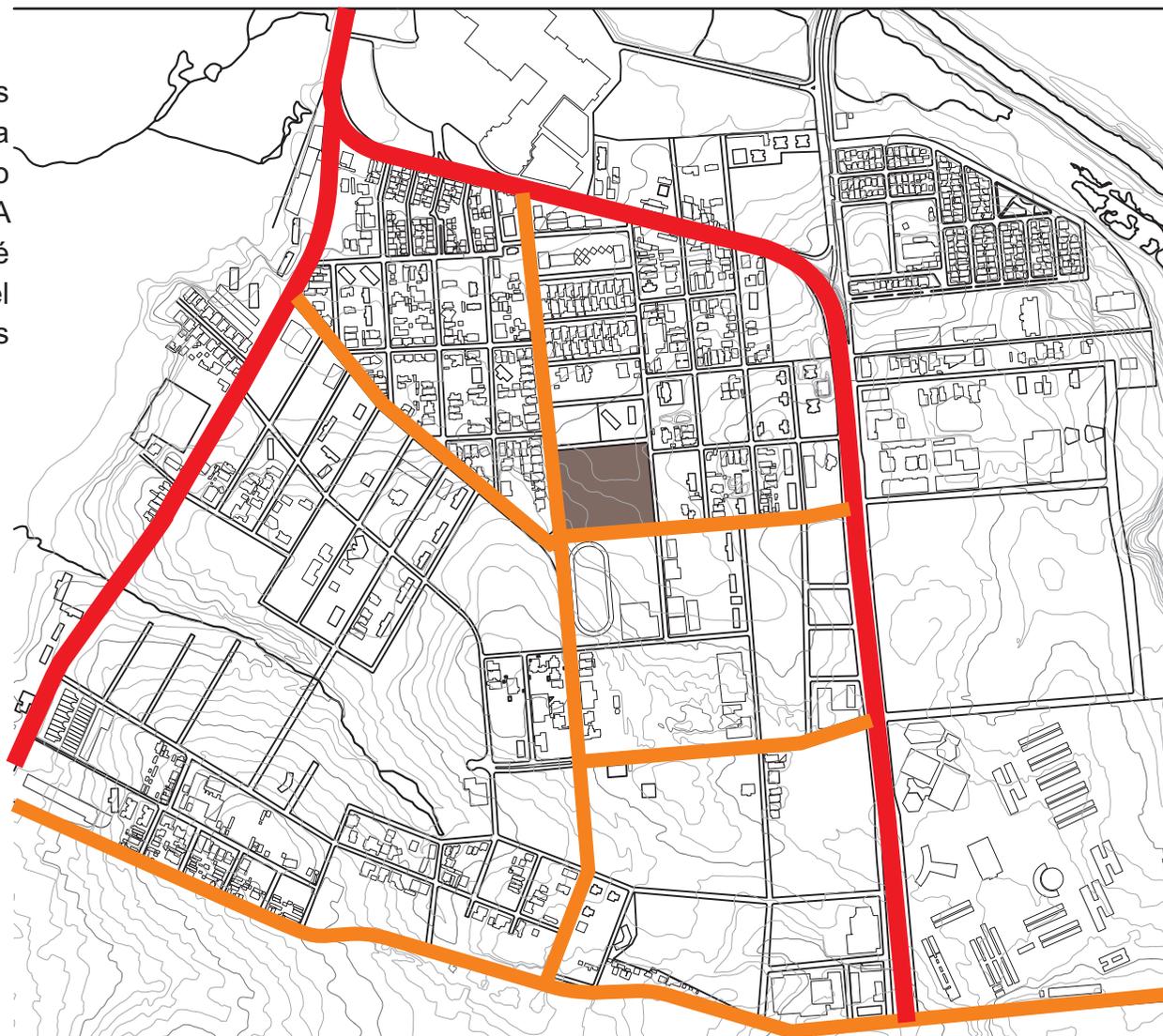


Mapa 4.5.1 - Mapa de Vazios Urbanos
Fonte: PDDU-For



4.6 Sistema viário

O bairro é margeado por dois importantes Vias estruturais, a Avenida Rogaciano Leite e a Avenida Washington Soares que são caracterizadas por seu grande fluxo de veículos. A distribuição desse fluxo para o interior do bairro é garantido por vias coletoras como a Rua Coronel Miguel Dias que, por sua vez, distribui para as vias locais. (ver Mapa 4.6.1)



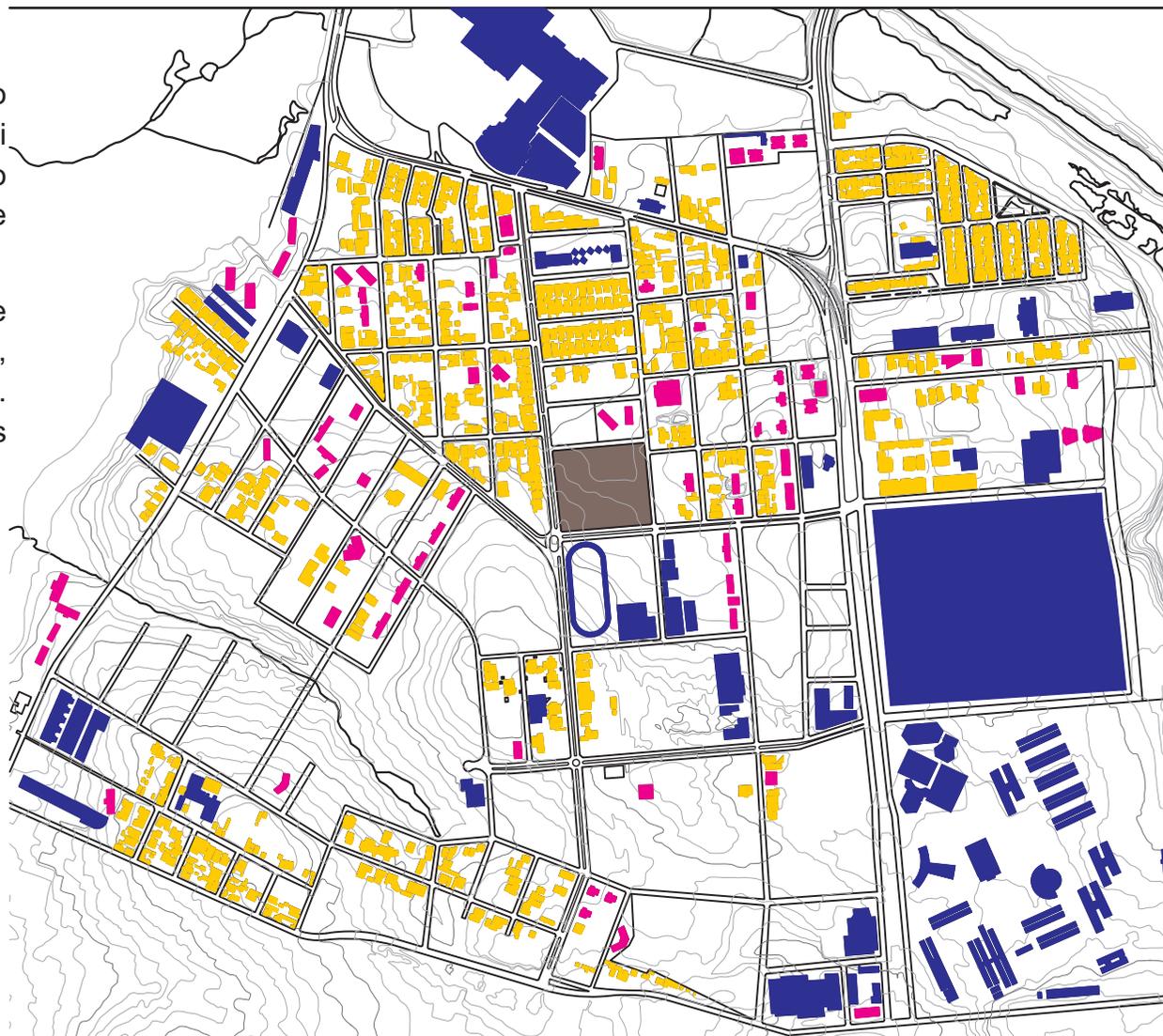
Mapa 4.6.1 - Mapa de Vias
Fonte: PDDU-For



4.7 Uso e Ocupação do Solo

O bairro ainda pode ser considerado majoritariamente residencial com habitações unifamiliares, porém, nos últimos anos, a valorização dos terrenos na região estimulou a implantação de várias torres residenciais.

A área em questão é dotada de equipamentos de grande porte como shoppings, universidades e concessionárias de veículos. Equipamentos esses atraídos pelas Vias Estruturais.(ver Mapa 4.7.1)



Mapa 4.7.1- Mapa de Usos
Fonte: PDDU-For

-  Terreno de implantação do projeto.
-  Uso Residencial Unifamiliar (maior parte)
-  Uso Residencial Multifamiliar (+ de 6 pavimentos)
-  Equipamentos de médio e grande porte

4.8 Características do terreno

O terreno ocupa toda a quadra delimitada pelas ruas Emílio Falcão, Eliseu Uchôa Beco, Firmino Rocha Aguiar e a avenida Miguel Dias. Essa área apresenta uma inclinação suave na direção sudoeste tendo seu ponto mais elevado, da quadra em questão, na esquina da avenida Miguel Dias com a rua Rocha Aguiar e o ponto mais baixo no trecho mediano da rua Emílio Falcão.

A vegetação encontrada no local é basicamente formada por árvores de grande porte que estão concentradas, em sua maioria, na parte mais baixa do terreno (ver Figura 4.8.1). Foram encontradas espécies de grande valor paisagístico e de produção de alimentos como, cajueiro, tamarineiro, pau-brasil, paparaiba e coqueiro.

A ventilação na área é abundante e vinda em sua maioria orientação sudeste - leste beneficiada pela verticalização ainda pontual encontrada na região.

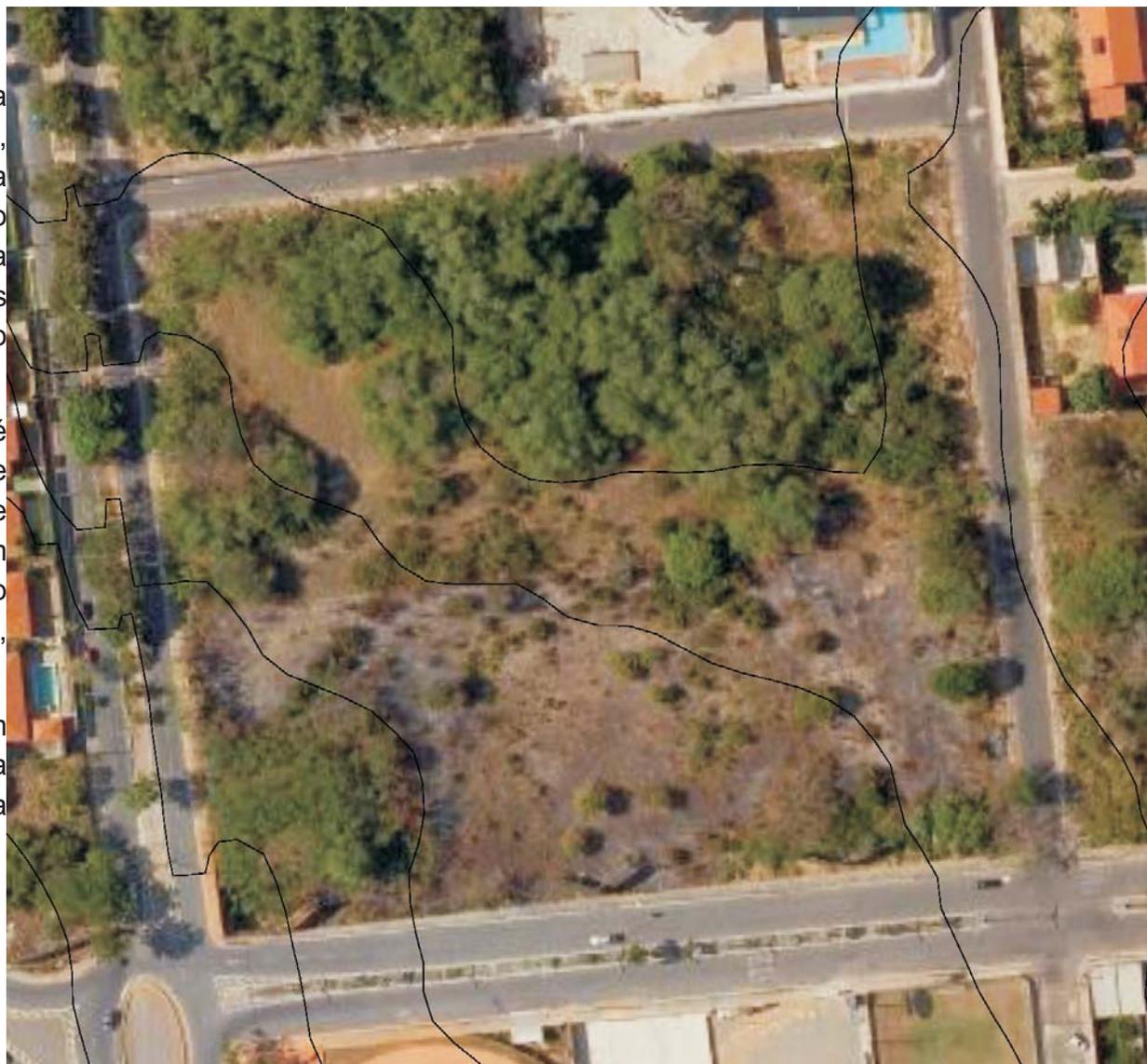


Figura 4.8.1 - Imagem do Terreno
Fonte: Google Earth

4.9 Legislação urbana

Plano diretor Participativo, Lei Complementar nº 062 de 02 de fevereiro de 2009

Bairro - Guararapes

Subseção VI

Da Zona de Ocupação Moderada 1 – ZOM 1

Art. 99. A Zona de Ocupação Moderada – ZOM 1 – caracteriza-se pela insuficiência ou inadequação de infra-estrutura, carência de equipamentos públicos, presença de equipamentos privados comerciais e de serviços de grande porte, tendência a intensificação da ocupação habitacional multifamiliar e áreas com fragilidade ambiental; destinando-se ao ordenamento e controle do uso e ocupação do solo, condicionados a ampliação dos sistemas de mobilidade e de implantação do sistema de coleta e tratamento de esgotamento sanitário.

Art. 100. São objetivos da Zona de Ocupação Moderada 1 – ZOM 1:

I - controlar e ordenar os processos de transformações e ocupações urbanas e a densidade populacional de modo a evitar inadequações urbanísticas e ambientais;

II - promover a requalificação urbanística e ambiental, com investimentos para complementar a infraestrutura, principalmente de saneamento ambiental;

III - ampliar a disponibilidade e conservar espaços de uso coletivo, equipamentos públicos, áreas verdes, espaços livres voltados a inclusão para o trabalho, esportes, cultura e lazer;

IV - promover a integração e a regularização urbanística e fundiária dos núcleos habitacionais de interesse social existentes;

V - tornar adequadas as condições de mobilidade urbana, em especial nos pontos de congestionamento, insuficiência de consolidação da malha viária e concentração de equipamentos geradores de inadequações relativas ao tráfego e de saturação do sistema viário;

VI - conter a ocupação urbana em áreas ambientalmente sensíveis e de interesse ambiental, com ações de recuperação nos assentamentos de interesse social a fim de garantir a qualidade ambiental desta zona;

VII - incentivar a valorização, a preservação, a recuperação e a conservação dos imóveis e dos elementos característicos da paisagem e do patrimônio.

Art. 101. São parâmetros da ZOM 1:

I - índice de aproveitamento básico: 1,5;

II - índice de aproveitamento Máximo: 2,5;

III - índice de aproveitamento mínimo: 0,1;

IV - taxa de permeabilidade: 40%;

V - taxa de ocupação: 50%;

VI - taxa de ocupação de sub-solo: 50%;

VII - altura máxima da edificação: 72m;

VIII - área mínima de lote: 125m²;

IX - testada mínima de lote: 6m;

X - profundidade mínima do lote: 25m;



Figura 5.1.1 - Aerogerador de eixo horizontal
Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Aerogerador>

5.1 Tecnologias empregadas no projeto

5.1.1 Aerogeradores

Um aerogerador é um gerador elétrico integrado ao eixo de um cata-vento cuja missão é converter energia eólica em energia elétrica. Este tipo de gerador tem se popularizado rapidamente devido ao fato de a energia eólica ser um tipo de energia renovável, diferente da queima de combustíveis fósseis. É também considerada uma "energia limpa" (que respeita ao meio ambiente), já que não requer uma combustão que produza resíduos poluentes nem a destruição de recursos naturais. (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Aerogerador> 10/06 17:30h)

Existem dois tipo de rotores:

- Eixo horizontal (Figura 5.1.1)

Os rotores de eixo horizontal são os mais conhecidos e os mais utilizados por ter uma eficiência maior que a dos rotores de eixo vertical. O seu maior custo é compensado pela sua eficiência fazendo destes os mais utilizados para geração de energia em larga escala. Sendo, porém inadequados para aplicações urbanas por requerem mastros muito elevados e gerarem um elevado nível de ruído.

- Eixo vertical (Figura 5.1.2)

Os rotores de eixo vertical são geralmente mais baratos que os de eixo horizontal. Esse tipo de sistema tem a vantagem de que não é necessário o gerador girar seguindo a direção do vento, apenas o rotor gira enquanto o gerador fica fixo, além de não utilizar grandes mastros de sustentação e gerar pouquíssimo ruído. No entanto os rotores verticais, geralmente, são menos eficientes que os horizontais.

Por ser mais adequado ao contexto urbano o gerador escolhido para o projeto foi o de eixo vertical. O modelo UGE-4K , do fabricante Urban Green Enegy, são capazes de gerar, cada um, mais de 17.000 kwh por ano .



Figura 5.1.2 - Aerogerador de eixo vertical
Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Aerogerador>

■ Ironmaking

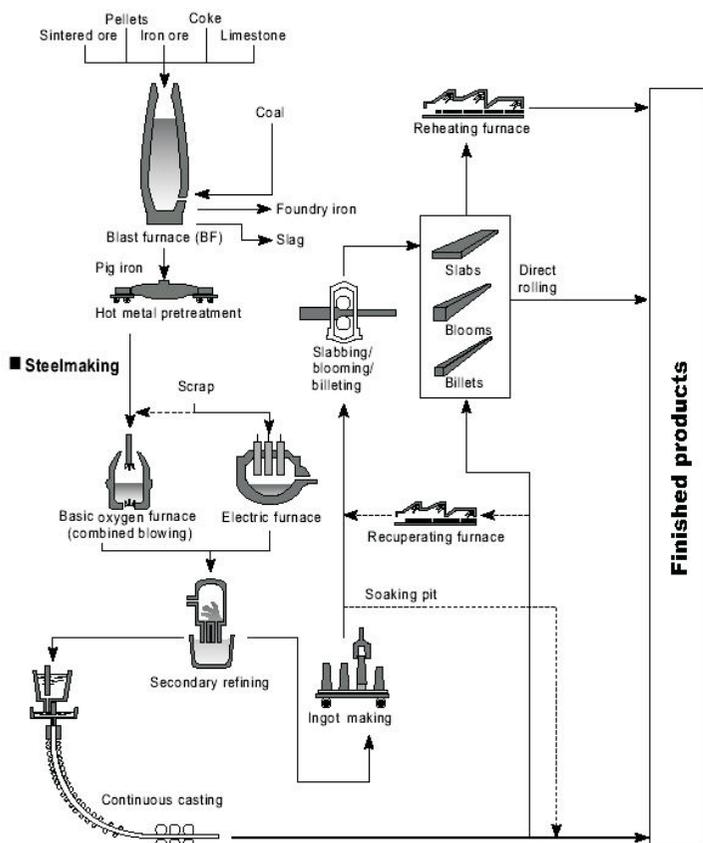


Figura 5.2.1 - Esquema de produção do aço
Fonte: V Congresso de Construção Metálica e Mista

5.1.2 Esterutura de aço (Diagrid)

- Aço.

O aço é reconhecidamente um material 100% reciclável e normalmente identificado como " amigo do ambiente". Sendo um material facilmente separável de outros materiais, a taxa de reciclagem do aço é geralmente elevada em várias regiões do mundo. A indústria do aço recicla uma enorme quantidade de aço em cada ano. De acordo com as estatísticas do IISI (International Iron and Steel Institute), em 2002 foram recicladas 383 milhões de toneladas, perfazendo um total de 42.3% da produção mundial do aço nesse ano. Somando-se a isso está o fato de que o Brasil é um dos principais produtores mundiais de aço.

Atualmente o aço é produzido através de dois processos básicos – a partir de matérias-primas (minério de ferro, calcário e coque) em alto-forno ou a partir de sucata em forno elétrica de arco. Cerca de 60% do aço produzido atualmente é feito pelo primeiro processo, também conhecido por processo integrado. A produção do aço em alto-forno utiliza entre 25% a 35% de aço reciclado enquanto que na produção do aço em forno de arco elétrica essa percentagem é aproximadamente de 95%.

Facilmente se entende que os diferentes processos de produção de aço conduzem a consumos de energia bastante diferenciados. Enquanto que o consumo de energia e liberação de CO₂ na produção em alto-forno é de aproximadamente 29 GJ e 2494 Kg por tonelada de aço, na produção em forno de arco eléctrico esse consumo é de cerca de 10GJ e são liberados apenas 462kg de Co₂.

Em cada tonelada de aço reciclado são poupados 1.25 toneladas de minério de ferro, 630 kg de carvão e 54 kg de calcário.

- Aço X Concreto

Em estudo realizado por Helena Gervásio, Mestre em Engenharia de Estruturas, e Luís Simões da Silva, Professor Catedrático da Universidade de Coimbra, a performance ambiental de soluções com aço e concreto, para a construção de um viaduto, foi avaliada com base numa análise de ciclo de vida, com base nas normas internacionais ISO, série 14040, e com recurso ao programa de análise BEES.

A avaliação de impactos foi efetuada com base na metodologia desenvolvida pela Society for Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). Com os resultados dessa análise foi possível concluir que a solução com aço produzido a partir do sistema de arco elétrico é 31% superior, com relação aos impactos ambientais, à solução realizada com concreto.

- Diagrid

"Diagrid" (em inglês, uma contração das palavras grade e diagonal) é o nome (registrado) que se dá a um desenho estrutural de engenharia e arquitetura para construir edifícios com armações de aço (ou outro material com qualidades semelhantes) baseado em vigas e suportes unidos em forma triangular ou diagonal. Esta forma estrutural requer menos material de suporte (por exemplo aço) e por consequência existe uma economia de custos financeiros, energéticos e de tempo. Com essa estrutura é possível, também, maiores espaços cobertos que nas edificações convencionais já que é um exoesqueleto.

Sua maior eficiência estrutural vem do fato de que, com essa geometria, a estrutura é altamente redundante, ou seja oferecendo vários caminhos para qualquer carga excêntrica. A composição diagonal dos elementos de suporte proporciona um fluxo natural das forças através da estrutura, desta forma, ambas as cargas, da gravidade e laterais, são transferidas através do "Diagrid" até o chão. Esse sistema forma, também, um conjunto extremamente solidário por transferir os esforços de porções mais fracas da estruturas para outra.

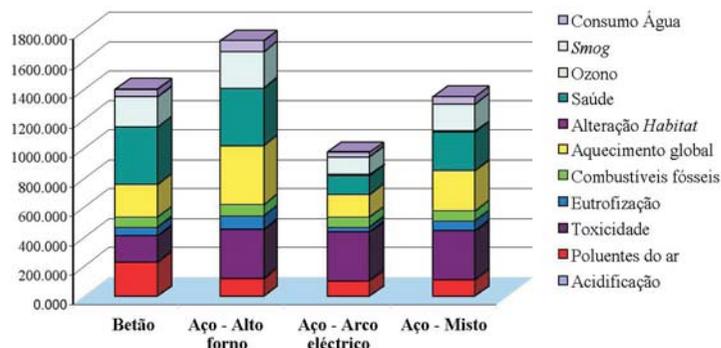


Figura 5.2.2 - Resultado da performance ambiental
Fonte: V Congresso de Construção Metálica e Mista

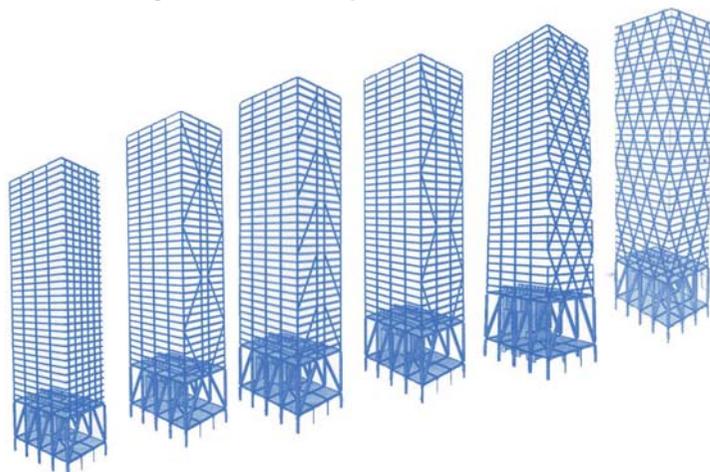


Figura 5.2.3 - Sistema estrutural *Diagrid*
Fonte: A New System of Construction: "Diagrid Method" Explained



5.1.3 Energia solar

Energia solar é a designação dada a qualquer tipo de captação de energia luminosa (e, em certo sentido, da energia térmica) proveniente do sol, e posterior transformação dessa energia captada em alguma forma utilizável pelo homem, seja diretamente, como para aquecimento de água ou, ainda, como energia elétrica ou mecânica.

No seu movimento de translação ao redor do Sol, a Terra recebe $1\,410\text{ W/m}^2$ de energia, medição feita numa superfície normal (em ângulo reto) com o Sol. Disso, aproximadamente 19% é absorvido pela atmosfera e 35% é refletido pelas nuvens. Ao passar pela atmosfera terrestre, a maior parte da energia solar está na forma de luz visível e luz ultravioleta.

Para a utilização dessa forma de energia tão abundante no nosso estado foram cogitados dois sistemas disponíveis atualmente, as placas fotovoltaicas e placas solares de aquecimento de água.

Em análise encontrada no site <http://www.sociedadedosol.org.br/faqs/1018.htm> os dois sistemas foram comparados e obtiveram os seguintes resultados:

Utilizando com base de cálculo uma vida útil de 10 anos para cada sistema o custo da energia poupadas pelas placas fotovoltaicas é de R\$ 2,25 por KWh enquanto que no sistema de placas solares de aquecimento de água esse custo é de R\$ 0,0242 por KWh. A partir desse comparativo pode-se chegar a conclusão que energia produzida pelas placas fotovoltaicas é 93 vezes mais cara que a energia produzida pelo sistema de placas de aquecimento de água, sendo também mais cara que a energia disponível em Fortaleza, que de acordo com a tabela de março de 2010 fornecida pela coelce, custa R\$ 0,5629 KWh.

Com base nesses dados fica claro o maior custo benefício do sistema de placas solares para o aquecimento de água. Porém, a Energia Solar Térmica, proveniente de um aquecedor solar de água, é energia em estado bruto, nunca pode transformar-se em energia elétrica. Dessa forma, apenas pode ser utilizada de formas limitadas como o banho e o pré-aquecimento da água utilizada para o cozimento de alimentos e assim poupado gás.

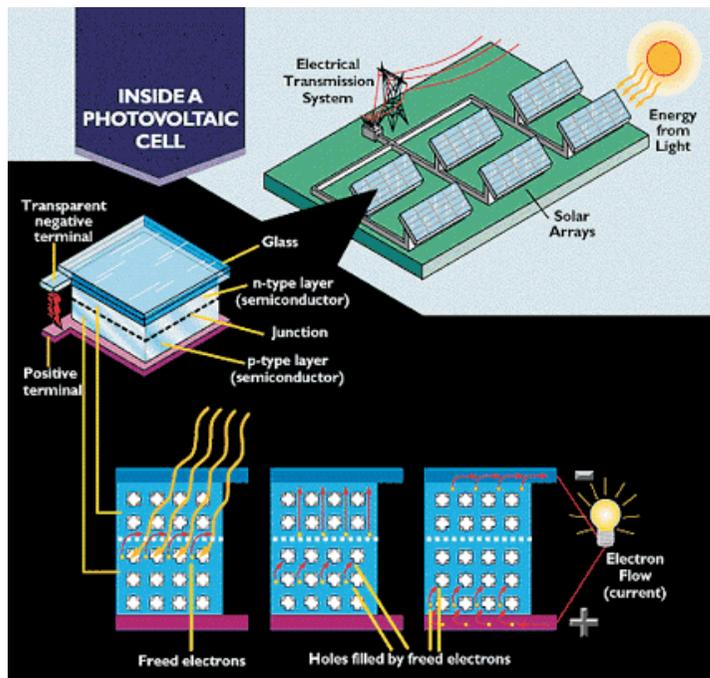


Figura 5.3.1 - Funcionamento de placas fotoelétricas

Fonte: www.fau.ufrj.br/proarq

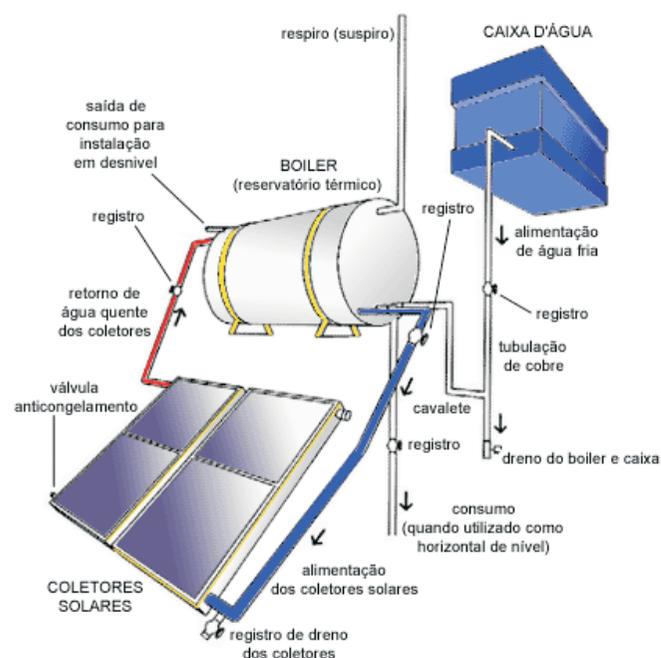


Figura 5.3.2 - Funcionamento de placas de aquecimento

Fonte: www.fau.ufrj.br/proarq

5.1.4 Reuso de água

- Tratamento de água através de leito cultivado

Os Tanques de Zona de Raízes constituem-se em um leito cultivado, no qual as águas residuárias entram em contato com as raízes de plantas que promovem a liberação de oxigênio e favorecem o desenvolvimento de bactérias que fixam nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo) para a síntese vegetal, proporcionando redução da carga orgânica dos efluentes. Assim, este sistema de tratamento de esgoto doméstico, pode evitar a poluição das águas superficiais e subterrâneas, e possibilitar o reúso de águas, utilizando os efluentes tratados para demandas não potáveis. Além disso, os leitos cultivados construídos são unidades de tratamento que tentam reproduzir sistemas biológicos naturais, dispensam o consumo de energia elétrica, reagentes químicos e equipamentos mecânicos, além de não gerarem odores desagradáveis.

(<http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente/br/home/conteudo.php?cd=53>)

A Figura 5.4.1 destaca um corte transversal de um exemplo de leito cultivado, onde é possível observar a constituição de suas camadas. Este leito cultivado é composto por camadas de casca de ostra, saibro, areia e casca de arroz.

- Captação de águas pluviais

O sistema de captação de águas pluviais é um sistema no qual a água proveniente da chuva e reutilizada para usos não potáveis. Esse sistema é composto por um filtro, que retira os resíduos sólidos oriundos das áreas de coleta e tubulações, de uma cisterna, que armazena todo o volume de água captada, e uma caixa d'água superior para a distribuição. Porém, essa água, antes de ser armazenada deve receber o devido tratamento para a retirada do excesso de microorganismos patogênicos. Tratamento esse, que pode ser realizado pelo sistema de leito cultivado como o descrito anteriormente.

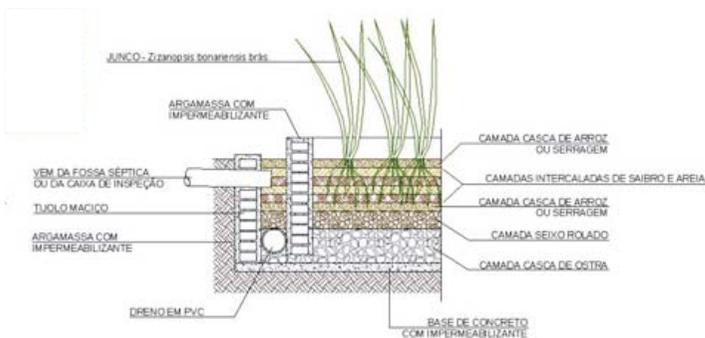


Figura 5.4.1 - Corte no leito cultivado
Fonte: <http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente>

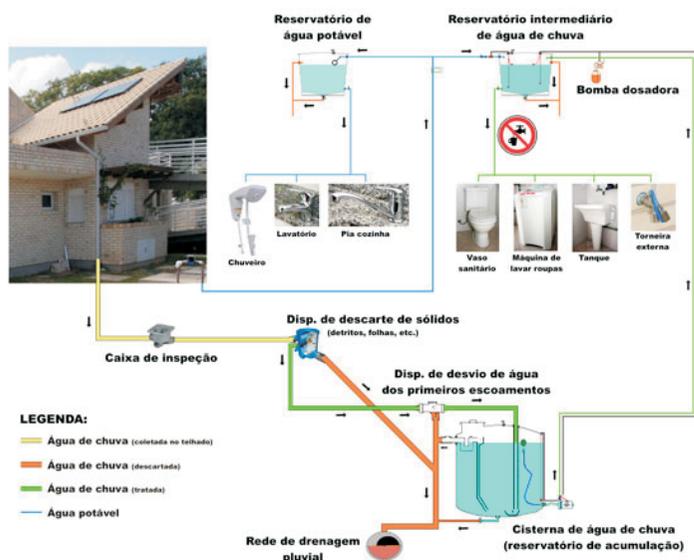


Figura 5.4.2 - Funcionamento da captação de água pluviais
Fonte: www.fau.ufrj.br/proarq

5.1.5 Biodigestores

Biodigestor anaeróbico é um equipamento usado para a produção de biogás, uma mistura de gases, principalmente metano, produzida por bactérias que digerem matéria orgânica em condições anaeróbicas (isto é, em ausência de oxigênio). Um biodigestor nada mais é que um reator químico em que as têm origem biológica. A decomposição biológica da matéria orgânica compreende quatro fases: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Esta conversão do complexo orgânico requer uma mistura de espécies bacterianas, as quais podem depender de cada uma destas fases para seu crescimento.

O biodigestor é composto de :

Caixa de entrada-Esta é a parte do biodigestor em que é feito o carregamento dos resíduos orgânicos. Os resíduos podem ser submetidos a uma trituração e diluídos com água até atingirem o teor adequado de umidade (90 a 95% de água).

Biodigestor propriamente dito-Dentro do biodigestor, na área de entrada de materiais, processa-se inicialmente uma fermentação aeróbica ácida na qual os açúcares simples presentes no material são fermentados e se transformam em acetato (ou ácido acético). No corpo do biodigestor passa a ocorrer uma fermentação anaeróbica concomitante. As bactérias que produzem acetato usam todo o oxigênio presente na carga inicial e o ambiente interno do biodigestor tende a ficar anaeróbico e as bactérias que sobrevivem são apenas as anaeróbicas. Elas utilizam o acetato em seu metabolismo e o transformam em metano. O ambiente torna-se totalmente anaeróbico e a formação de biogás ganha a maior eficiência. O dimensionamento do biodigestor deve permitir a retenção da biomassa. O nível de DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) do líquido em fermentação declina e ele começa a se transformar em biofertilizante.

Caixa de saída-A cada volume de carga na entrada corresponde à saída do mesmo volume de líquido do biodigestor. Este líquido deve ser mantido em condições aeróbicas para que, sob a ação de bactérias nitrificantes (como as que se alojam nos leitos cultivados), sofra uma última e drástica redução do seu nível de DBO. Estas reações bioquímicas finais resultam na formação do biofertilizante. Como também deve estocar o produto, este tanque aberto deve ter capacidade de armazenar cerca de 30 dias de produção do biodigestor.

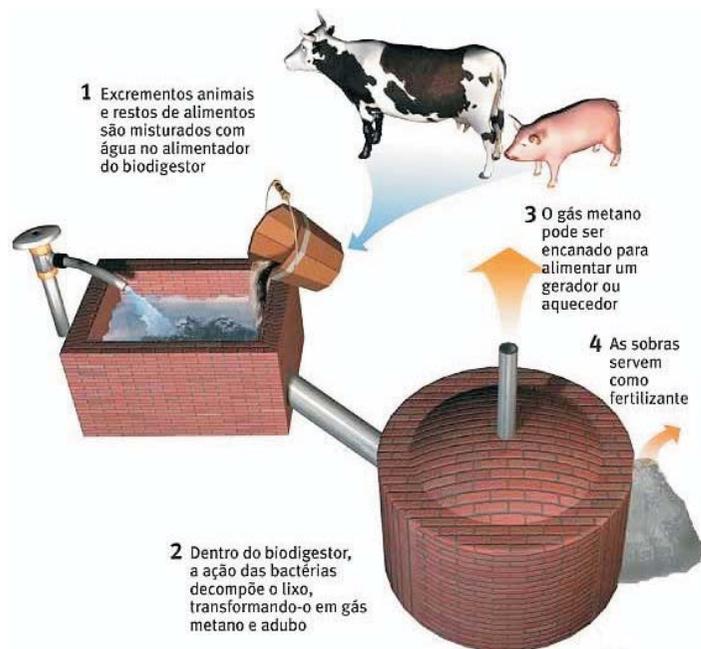


Figura 5.5.1 - Biodigestor

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Biodigestor_anaeróbico

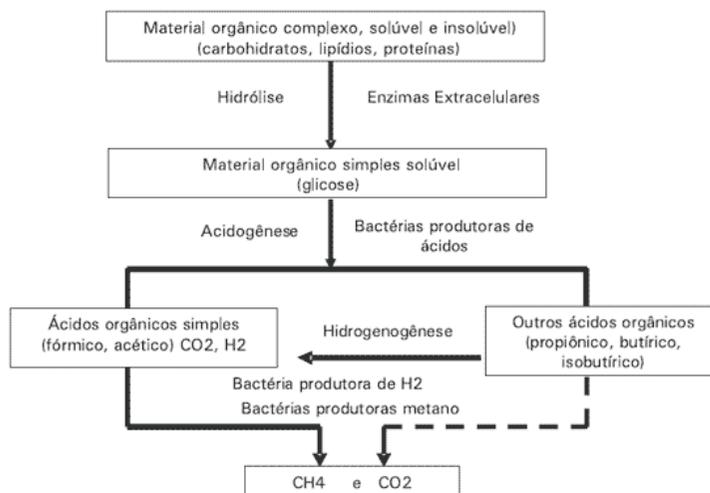


Figura 5.5.2 - Processos de um Biodigestor

Fonte: <http://www.biodieselbr.com/energia/biogas/biodigestor.htm>

5.1.6 Permacultura

"Permacultura" foi implementada pela primeira vez em 1978 por Bill Mollison, um ecologista australiano. Tem desenvolvido vários significados, mas destina-se e referem-se a cultura permanente. É o projeto integrado de habitações humanas e sistemas de produção de alimentos para combinar o uso do solo e a construção de uma comunidade, a fim de criar padrões de vida sustentável. Ela abrange a produção de alimentos e eficiência dos recursos, e estende-se a estruturas econômicas e sociais, tais como cohousing.

Os princípios são aplicáveis a todas as formas de desenvolvimento urbano e rural e estilos de vida. (Halliday, Sandy 2008)

5.1.7 Piso elevado

O piso elevado é um sistema de placas modulares removíveis, montadas sobre estrutura metálica, que é composta por base, tubo telescópico, longarinas de contraventamento e placas. O sistema proporciona um espaço livre do contrapiso até a placa, viabilizando instalações elétricas, tubulações hidráulicas e pneumáticas, dutos de ar-condicionado e cabeamento telefônico e elétrico. Placas essas que podem ser constituídas de diversos materiais como aço, aço com concreto e , mais ambientalmente correto, aglomerado de madeira.

Vantagens do Sistema:

- Rapidez: a montagem é simples e rápida, resultando em grande produtividade;
- Praticidade: a aplicação dispensa o uso de argamassa de assentamento dos sistemas convencionais;
- Versatilidade: adaptável às configurações e medidas das áreas de piso, podendo ser moduladas;
- Autodrenante: evita o acúmulo de água na superfície, sem necessitar de inclinações na área de trânsito;
- Antiderrapante: a textura superficial das placas de concreto é naturalmente antiderrapante, adequada para trânsito leve;
- Conforto Térmico: o colchão de ar sob as placas resulta menor aquecimento das lajes, favorável à vida útil da impermeabilização e o conforto térmico em coberturas;



Figura 5.7.1 - Piso elevado
Fonte: <http://www.bluforro.com.br>

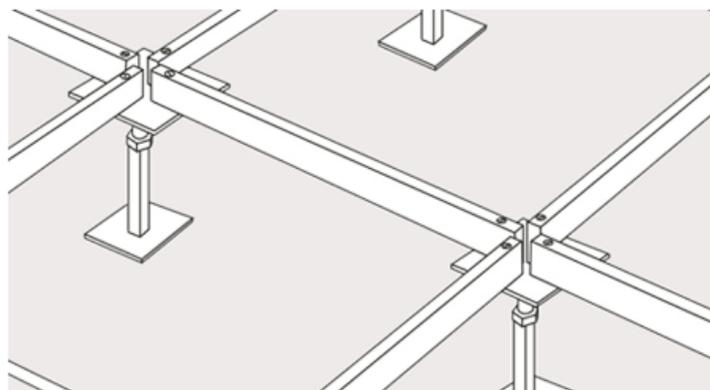


Figura 5.7.2 - Estrutura do piso elevado
Fonte: <http://www.bluforro.com.br>



Figura 5.8.1 - Tijolo solo-cimento
Fonte: <http://ecomodular.com.br>

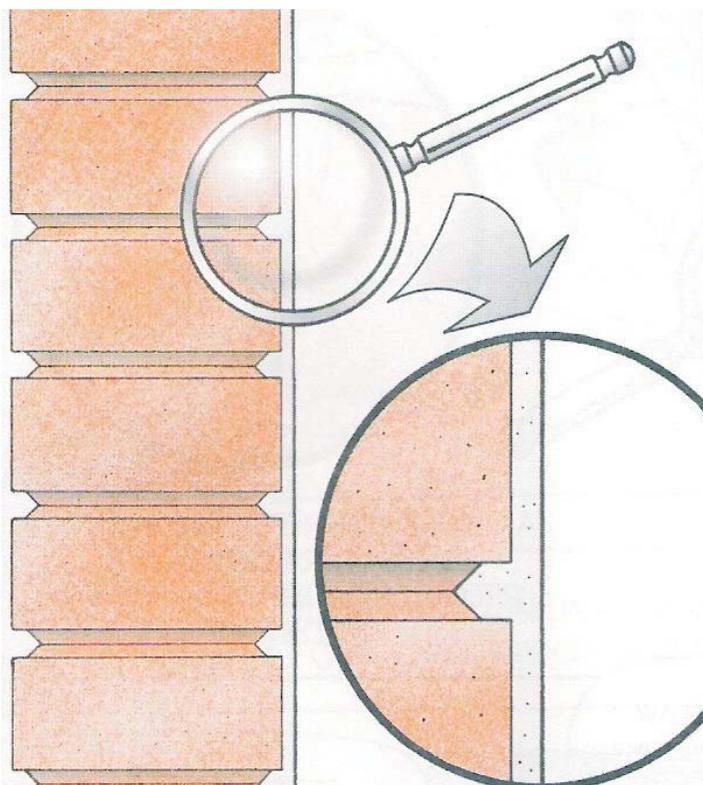


Figura 5.8.2 - Acabamento do tijolo solo-cimento
Fonte: <http://ecomodular.com.br>

-Instalações racionalizadas: permite instalação de cabos, tubulações e conduites com versatilidade sob as placas suspensas;

-Fácil Manutenção: fácil manutenção e execução de reparos por remoção das placas, sem quebras, perda de piso, entulhos, resíduos ou emendas. Prática reposição de placas, se necessário;

-Substitui Enchimentos: quando necessária a elevação do nível de pisos, dispensa enchimentos convencionais, tipo entulhos, argila expandida, celulares, etc;

-Economia: Boa relação benefício/custo, por aliar produtividade, versatilidade, desempenho e baixo custo de manutenção;

5.1.8 Tijolo medular ecológico

O tijolo ecológico é constituído de solo, cimento e água, e compactado em prensa hidráulica. Este tijolo difere do tijolo tradicional pois dispensa a queima. Esse processo colabora muito com o meio ambiente, pois além de não ser preciso cortar árvores para fazer a queima, conseqüentemente não emite gases tóxicos para atmosfera. Além de utilizar um recurso muito abundante que é o solo, o cimento utilizado na composição desse tijolo pode ser misturando à resíduos re construção.

Outro fator importante do produto é o seu design modular, que reduz muito o valor da mão de obra e o tempo gasto na construção, além de poder ser produzido no local, o que proporciona diversas outras vantagens.

Vantagens do sistema:

- Não passa pelo processo de queima;
- Como os tijolos são perfeitamente encaixados, elimina o desperdício de cimento entre os tijolos;
- Pode ser utilizado o próprio tijolo a vista, ficando um acabamento perfeito;
- Caso opte pelo reboco, 5mm de espessura é suficiente;
- Caso optar por utilizar o reboco, necessita menos cimento do que na forma convencional, pois a camada necessária é finíssima;

-O tijolo apresenta furos em seu interior, onde são formadas câmaras de ar, oferecendo isolamento termo acústico;

-Também apresenta isolamento térmico. Nos dias mais frios, temperaturas sempre aquecidas e no calor, proporciona uma sensação de frescor.

-Apresenta maior resistência mecânica;

-Maior uniformidade de fabricação;

-E acima de tudo combate a umidade, proporcionando uma evaporação de ar, evitando a formação de ar nas paredes e no interior da construção, não causando danos a saúde e a construção;

-Toda a instalação hidráulica e elétrica é feita pelos orifícios dos tijolos;

-Menor peso;

5.2 Programa de necessidades	
APARTAMENTOS	Quantidade
Tipo 1 (Ap1) 81 m2	04
Tipo 2 (Ap2) 108 m2	35
Tipo 3 (Ap3) 135 m2	06
Tipo 4 (Ap4) 162 m2	29
Tipo 5 (Ap5) 189 m2	05
Tipo 6 (Ap6) 216 m2	15
LAZER COBERTO	Área m2
Biblioteca/Sala de estudos	72,84
Sala de jogos	72,84
Sala de cinema	121,80
Salão de festas	408,16
Sáuna	27,92
LAZER AO AR LIVRE	Quantidade
Quadra poliesportiva	01
Campo de futebol society	01
Praça	02
Piscina com raia olímpica	01
Tablado de madeira	03
Academia de ginástica	01
Pista de cooper	01
PRODUÇÃO DE ALIMENTOS	Quantidade
Horta	03
Pomar	01
TRATAMENTO DE RESÍDUOS	Quantidade
Biodigestor	01
Fossa séptica	01
Leito cultivado	02
Reservatório de gás	01
Depósito de lixo	01

PORTARIA	Quantidade
Guarita	01
Zeladoria	01
Sala do Síndico	01
Copa	01
Vestiário	01
Banheiro exclusivo da guarita	01
ESTACIONAMENTO	Vagas
Subsolo	230
Visitantes	18

5.3 Memorial descritivo

1- A partir de estudos realizados no âmbito urbanístico e ambiental, foi constatado que a ocupação verticalizada é mais adequada ao contexto da área do terreno. Primeiramente por proporcionar um nível de adensamento coerente com cidades menos voltadas para o automóvel, vislumbrando um futuro, no qual, a concentração razoável da população diminuirá os custos de investimento em infra-estruturas como transportes coletivos, saneamento e coleta seletiva de lixo. No âmbito ambiental existem muitas vantagens na ocupação verticalizada. Inicialmente por liberar o solo para produzir biomassa, em seguida por poupar energia em transporte por viabilizar um maior adensamento e, por ultimo, por proporcionar uma economia de energia na utilização do edifício, pois com maiores altitudes é possível ocorrer uma maior captação dos ventos e assim uma adequação passiva ao clima quente e úmido das zonas equatoriais. Outro fator importante são as vistas possibilitadas nas maiores altitudes, vistas essas que estimulam os ocupantes a manterem as janelas abertas e assim aproveitarem melhor a ventilação natural. Processo de concepção do edifício vertical inicial (Figuras 5.3.1-5.3.2-5.3.3)

2- Adaptação da orientação do edifício aos ventos predominantes (30° no sentido horário do leste). (Figuras 5.3.4-5.3.5)

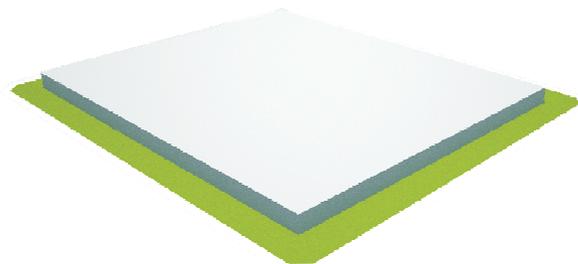


Figura 5.3.1 - Ocupação horizontal

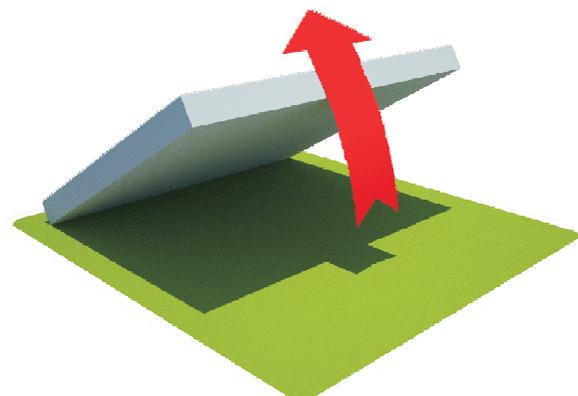


Figura 5.3.2 - Transição de horizontal para vertical

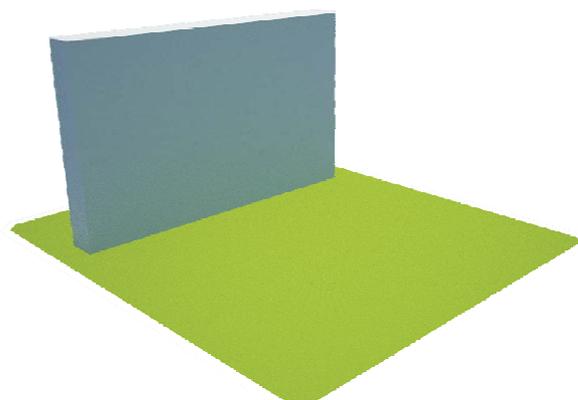


Figura 5.3.3 - Ocupação vertical

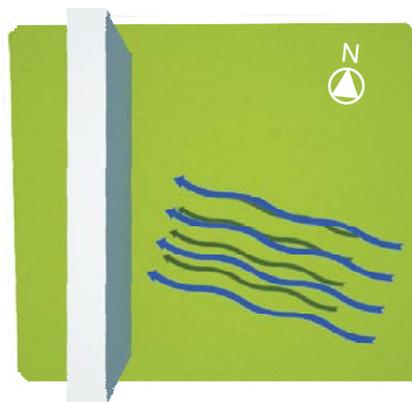


Figura 5.3.4 - Orientação dos ventos

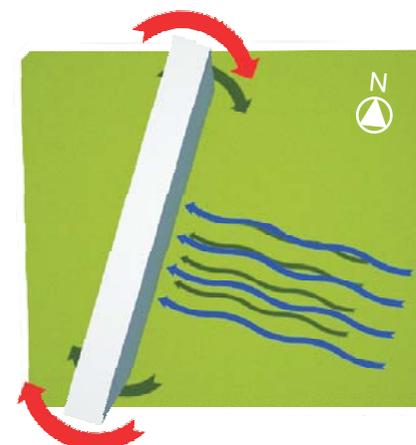


Figura 5.3.5 - Adequação do Ed. aos ventos

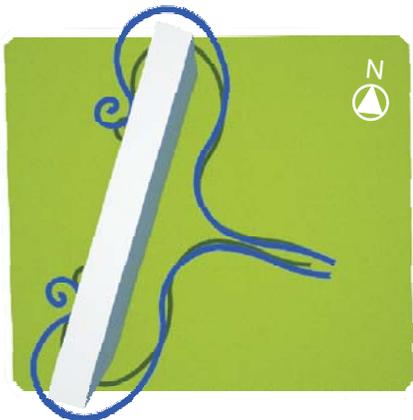


Figura 5.3.6 - Interação do volume com os ventos



Figura 5.3.7 - Adaptação da forma à captação dos ventos

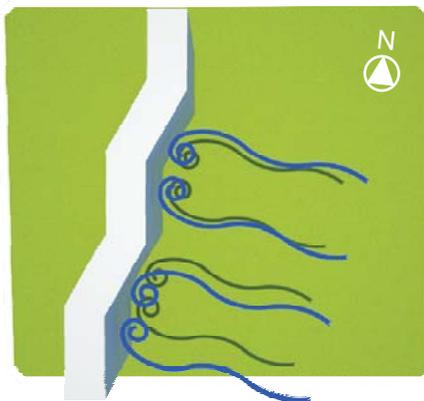


Figura 5.3.8 - Interação dos ventos com a nova forma

3- Para proporcionar uma apropriação mais proveitosa da abundância de ventos na área a forma plana do edifício é modificada para uma forma ondulada (Figuras 5.3.6-5.3.7) para que, dessa forma, os ventos se afunilem e criem uma zona de alta pressão (Figura 5.3.8). Zonas de alta pressão essas que proporcionam a instalação de aerogeradores verticais.

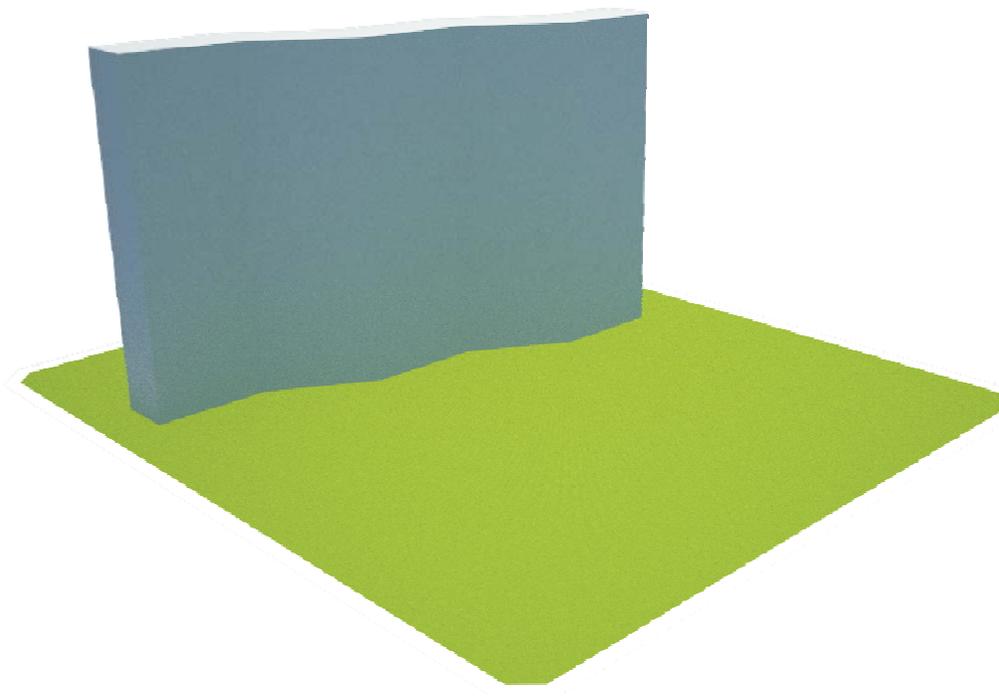


Figura 5.3.9 - Forma ondulada

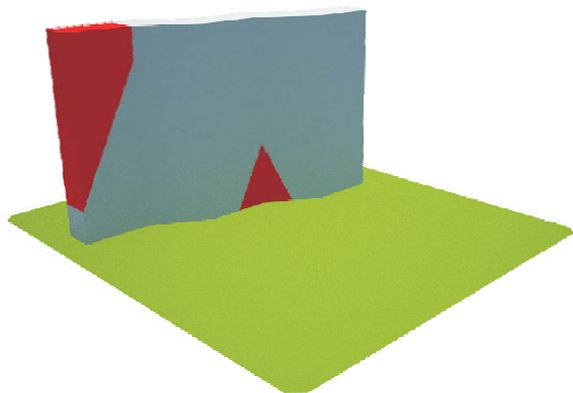


Figura 5.3.10 - Formas a serem subtraídas

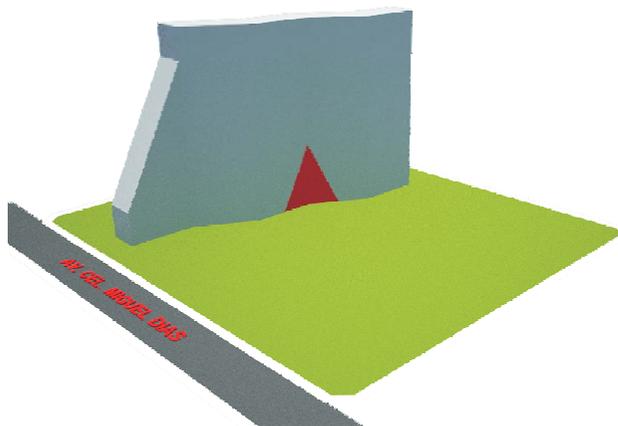


Figura 5.3.11 - Diminuição do impacto visual na avenida



Figura 5.3.12 - Ponto de vista do pedestre na Avenida

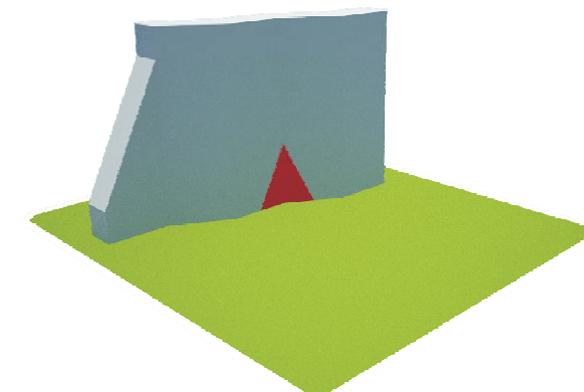


Figura 5.3.13 - Em vermelho - Área de subtração para integração das metades do terreno

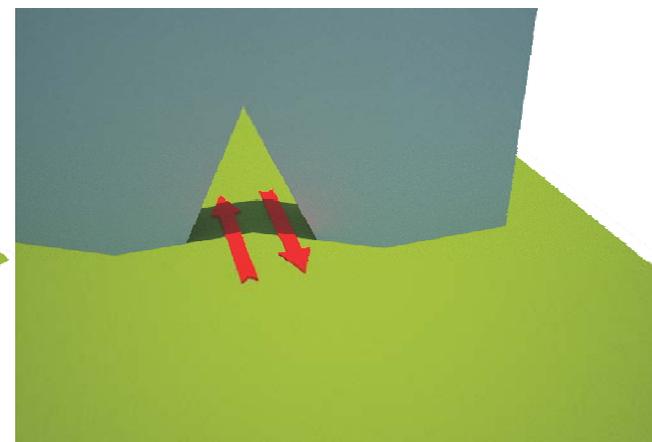


Figura 5.3.14 - Integração entre as partes do terreno

4- A Rua Firmino Rocha Aguar é umas das principais vias do bairro e em sua margem sul encontra-se o complexo Via Corpus, que é distribuído horizontalmente. Então, de forma a diminuir o impacto do edifício na via e contextualização da ocupação da via, o edifício tem uma parte subtraída. (Figuras 5.3.11 - 5.3.12)

5- O edifício ocupa o terreno no sentido norte-sul, de forma a dividir o mesmo em 2 partes, leste e oeste.

Para proporcionar a integração entre as duas metades do terreno o edifício é mais uma vez subtraído. (Figuras 5.3.13-5.3.14)

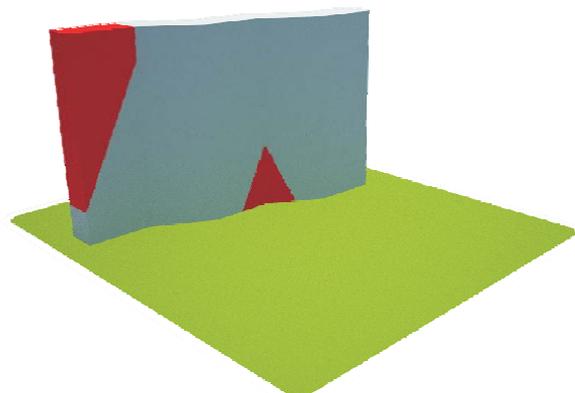
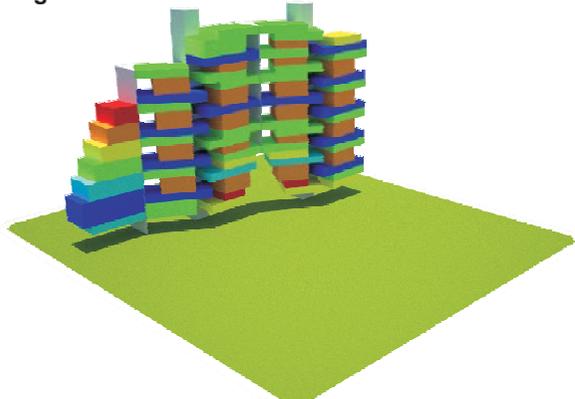


Figura 5.3.15 - Volumetria bruta final



- AP 1
- AP 2
- AP 3
- AP 4
- AP 5
- AP 6

Figura 5.3.16 - Unidades representadas em cores diferentes

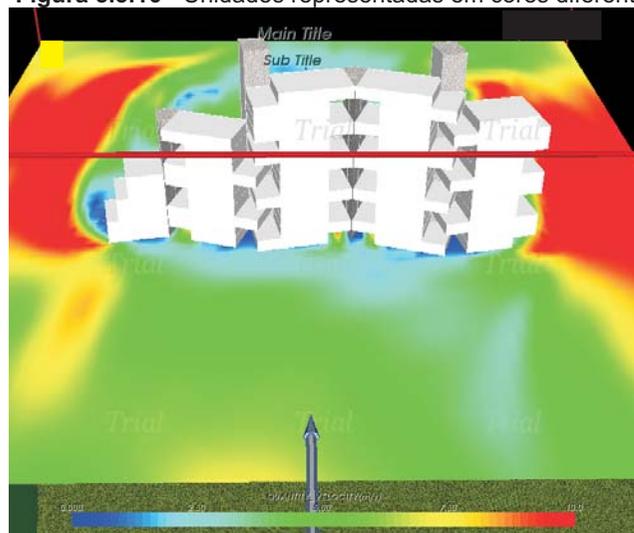


Figura 5.3.17 - Resultado da análise dos ventos
Fachada leste

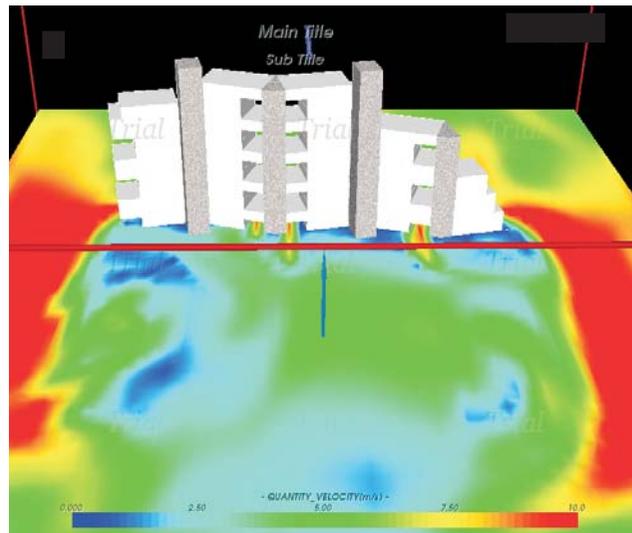


Figura 5.3.18 - Resultado da análise dos ventos
Fachada oeste

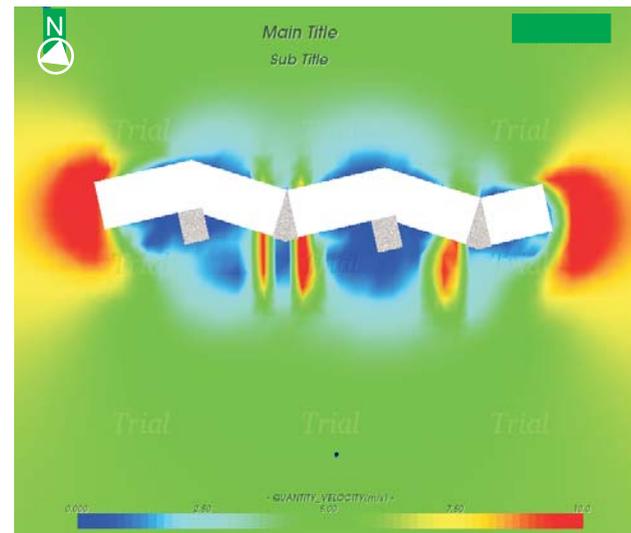


Figura 5.3.19 - Resultado da análise dos ventos
Vista de topo

6- A partir de uma volumetria bruta é elaborado um esquema de volumes (Figura 5.3.16) no qual cada cor representa uma unidade. Unidades essas que variam de 81 metros quadrados à 216 metros quadrados.(Ver Prancha 6). As unidades se distribuem de forma a criar terraços verdes e halls de entrada com pé-direito triplo (Ver Prancha 7).

Nos pontos no qual a forma do edifício cria zonas de alta pressão, como mostrado anteriormente, são criados espaços vazados de 6 metros de largura, 6 metros de altura e 11,7 metros de profundidade. Espaços esses, que podem acomodar dois aerogeradores do fabricante Urban Green Energy, modelo UGE-4K, totalizando 28 nos 14 espaços gerados.

7- Utilizando softwares de análise de comportamento de fluidos, a volumetria final do edifício é submetida a simulação dos ventos encontrados na área do terreno. Ventos esses que tem como características uma predominância na sua orientação de 30° no sentido horário a partir do leste e velocidade média de 3,5m/s.(dados FUNCEME).

Com os dados inseridos no programa foi possível constatar que nos espaços onde se encontram os aerogeradores ocorre uma aceleração de mais de 300% na velocidade dos ventos, alcançando velocidades superiores a 10 m/s (Figura 5.3.19).

Velocidade essa, potencializada pela altitude do edifício que proporciona a captação de velocidades médias superiores de vento.



Figura 5.3.22 - UGE-4K

8- Com base nos dados coletados a partir de análises computacionais do modelo do edifício, são realizados cálculos de forma a comparar a quantidade de energia produzida pelo edifício e uma estimativa de consumo total das unidades.

Cálculo da capacidade produtiva do conjunto de aerogeradores do edifício:

- Número de total Aerogeradores = 28
- Capacidade produtiva anual de cada unidade=17kwh/ano (dado com base no cruzamento da análise dos ventos com o gráfico da Figura 5.3.21)
- Capacidade total de geração= 28 X 17 =**476 kwh/ano**

Cálculos de consumo anual de energia elétrica do conjunto dos apartamentos:

- Número de unidades habitacionais=95 unidades
 - População estimada do edifício=400 pessoas
 - Consumo médio por indivíduo na região nordeste=1164 kwh/ano (dados EPE, 2008)
- Consumo total= 400 X 1164 kwh/ano =**465.600 kwh/ano**

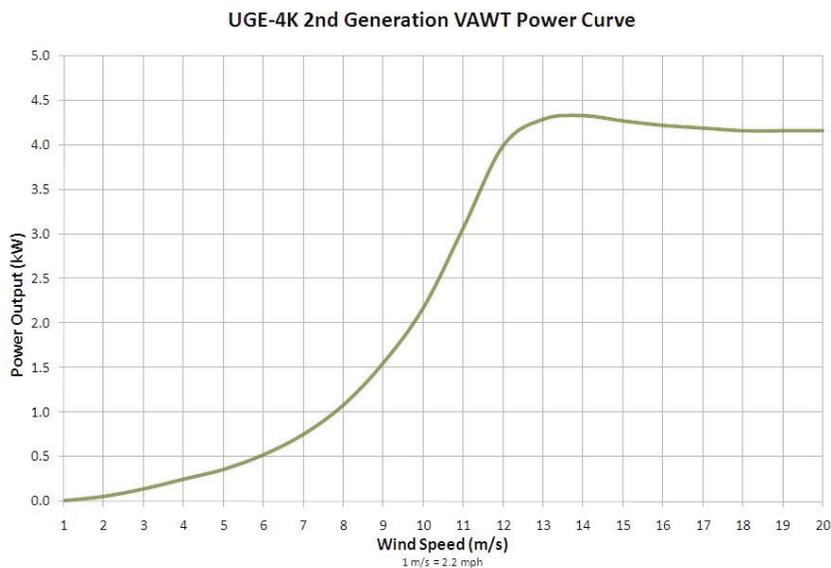


Figura 5.3.20 - Gráfico de potência gerada pelo aerogerador

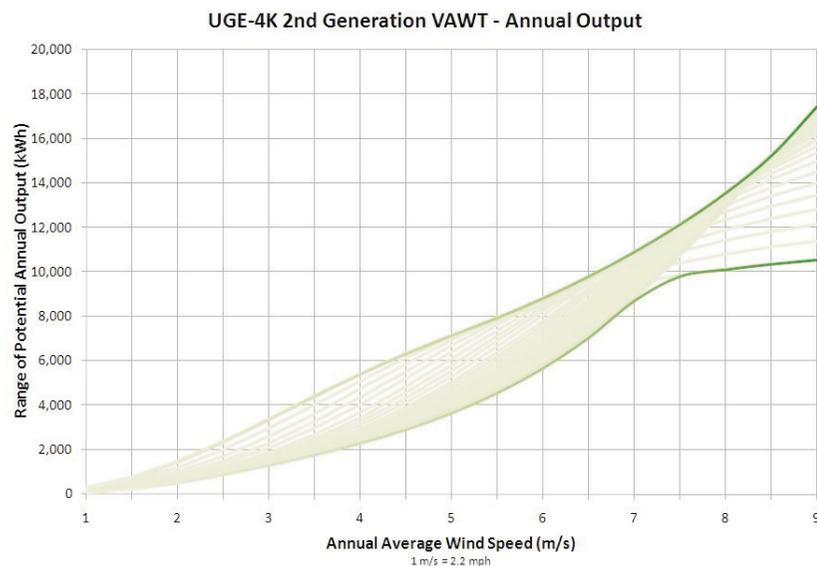


Figura 5.3.21 - Gráfico de potencial anual de geração do aerogerador

Sendo o valor produzido superior ao consumo médio do edifício, então o mesmo seria auto suficiente em energia elétrica, porém isso só seria possível através de um acordo com a operadora local de energia elétrica (Coelce) de forma a existir um sistema de "feedback" em que, nos momentos de pico no consumo de energia elétrica do edifício, a rede externa suprisse esse déficit da mesma forma que, em momentos nos quais o edifício tivesse o consumo inferior a sua produção, o excedente de energia seria descarregado na rede elétrica externa e assim compensaria o déficit dos momentos de pico.

Com o representante comercial da empresa produtora do modelo de aerogerador descrito anteriormente no Ceará, foi possível conseguir o orçamento da instalação do aerogerador utilizado no projeto.

Orçamento

Especificações	Quant.	Valor	Total
UGE-4K Turbine	28	R\$ 33.360,91	R\$ 934.105,48
Controlador Power-One Aurora PVI – 7200	28	R\$ 1.430,00	R\$ 40.040,00
Inversor Power-One Aurora PVI – 6000	28	R\$ 15.854,00	R\$ 443.912,00
Instalação	28	R\$ 4.400,00	R\$ 123.200,00

-Valor total : **R\$ 1.541.257,48**

Cálculo do custo energético anual do edifício:

-Consumo total anual do edifício = 465.600 kWh/ano

-Valor do kWh em Fortaleza = 0,5629 reais (dados Coelce, 2010)

-Custo total = 465.600 X 0,5629 = **R\$ 262.082,24 /ano**

Com os dados acima é feito o cálculo de retorno do investimento.

Custo total dos aerogeradores = **R\$ 1.541.257,48**

Custo anual de energia elétrica do edifício = **R\$ 262.082,24 /ano**

$1.541.257,48 / 262.082,24 = 5,88$ anos

De acordo com os cálculos o investimento teria retorno em 5,88 anos

9- O sistema estrutural utilizado no projeto é o conhecido como *DIAGRID*, descrito no capítulo anterior. Esta estrutura forma um exoesqueleto de aço que permite a fácil montagem, poupando muito tempo em sua construção, assim como, a fácil desmontagem para um futuro processo de reciclagem.

Esta estrutura permite uma grande flexibilidade na fixação das unidades habitacionais, pois a redundância do sistema permite a solidarização de todas as cargas excêntricas.

Outra vantagem importante da utilização do sistema *DIAGRID* é a sua eficiência estrutural que permite uma considerável poupança dos elementos de sustentação, como o exemplo do edifício Hearst Tower, que através da otimização da estrutura obteve uma redução de 20% do aço utilizado, com relação a uma estrutura de aço convencional. Poupança esta que juntamente com a utilização de aço oriundo de reciclagem, diminui drasticamente o impacto ambiental da construção do edifício.

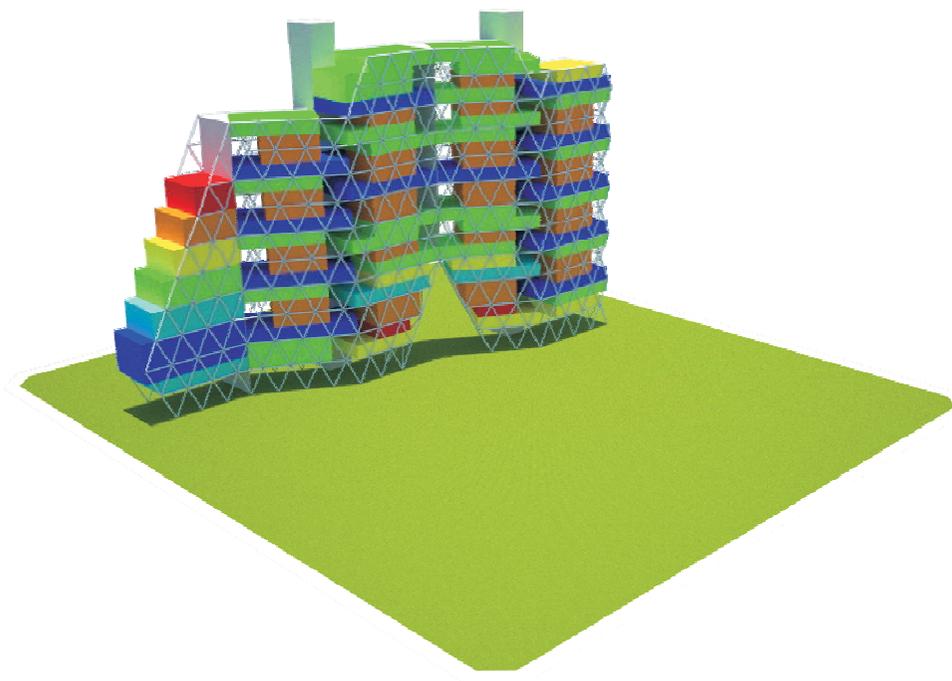


Figura 5.3.23 - Volumetria com o *DIAGRID*

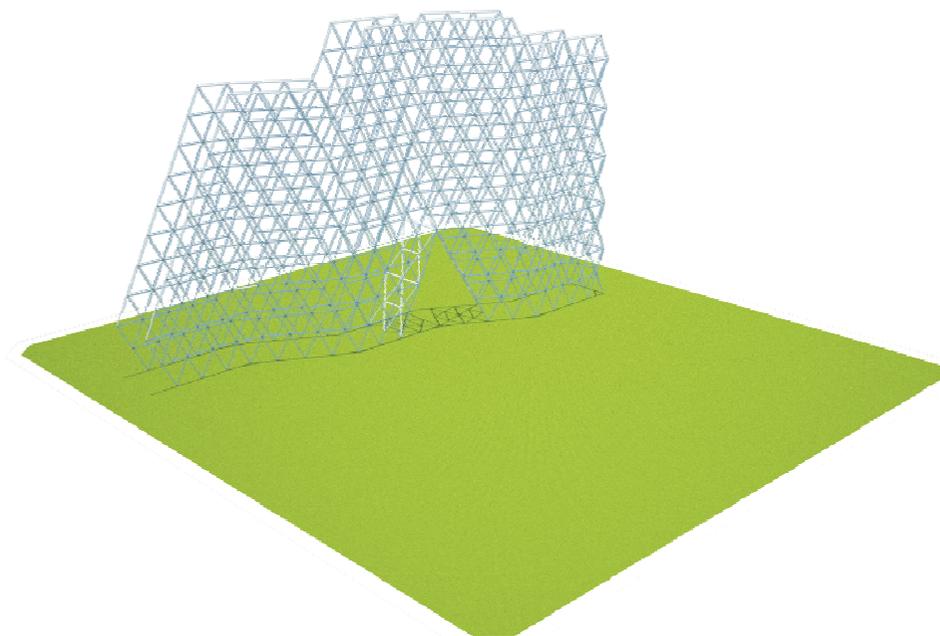


Figura 5.3.24 - Estrutura isolada do edifício (*DIAGRID*)

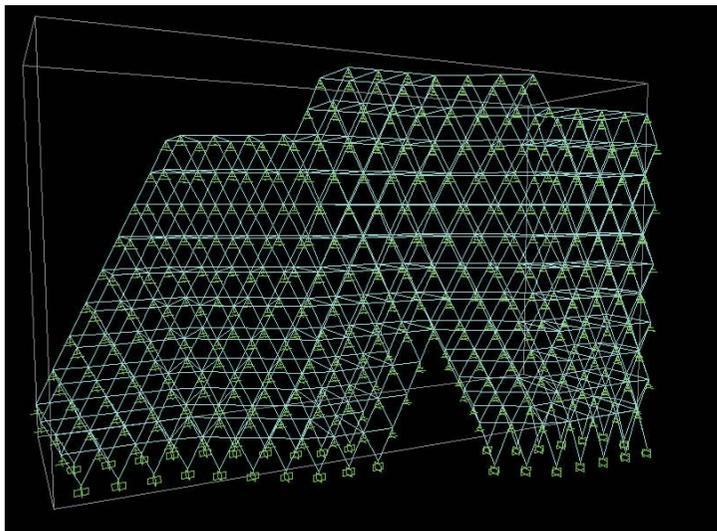


Figura 5.3.25 - Modelo da estrutura inserido em um software de análise estrutural de elementos finitos.

10-Através de um software de análise estrutural de elementos finitos (Figura 5.3.25) foi possível a constatação da eficiência estrutural do sistema *DIAGRID*.

Para a análise da estrutura são inseridos no software dados como:

- Tipo de barra utilizada na estrutura (*Frame*) = Tubo de aço com 30cm de diâmetro
- Tipo de ligação e fixação da estrutura (*Joint*) = Travados
- Cargas externas:

Peso próprio da estrutura

Peso próprio das lajes (steel deck) = 100kg/m²

Cargas de vento (Para a área do projeto) = 86,41kg/m² (Norma NBR 10821)

Com os resultados obtidos a partir da análise estrutural foi possível otimizar a estrutura e constatar a sua eficiência mesmo submetida à cargas excêntricas mais severas, como o cálculo de cargas de pressão de vento descrito na norma NBR 10821. Eficiência essa possível, também, graças à solidarização da estrutura citada anteriormente.

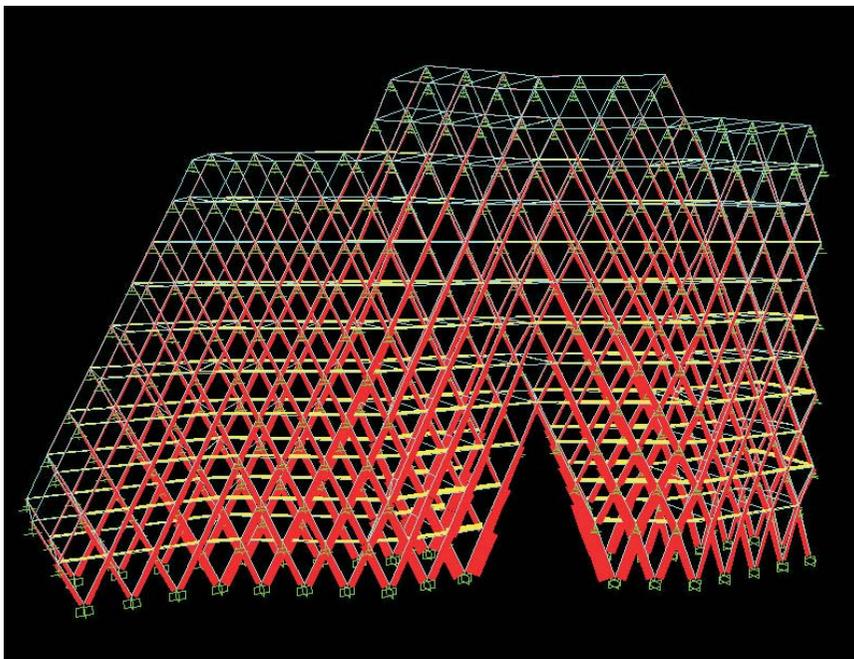


Figura 5.3.26 - Resultado dos esforços axiais obtidos apenas com cargas de peso próprio da estrutura e das lajes.

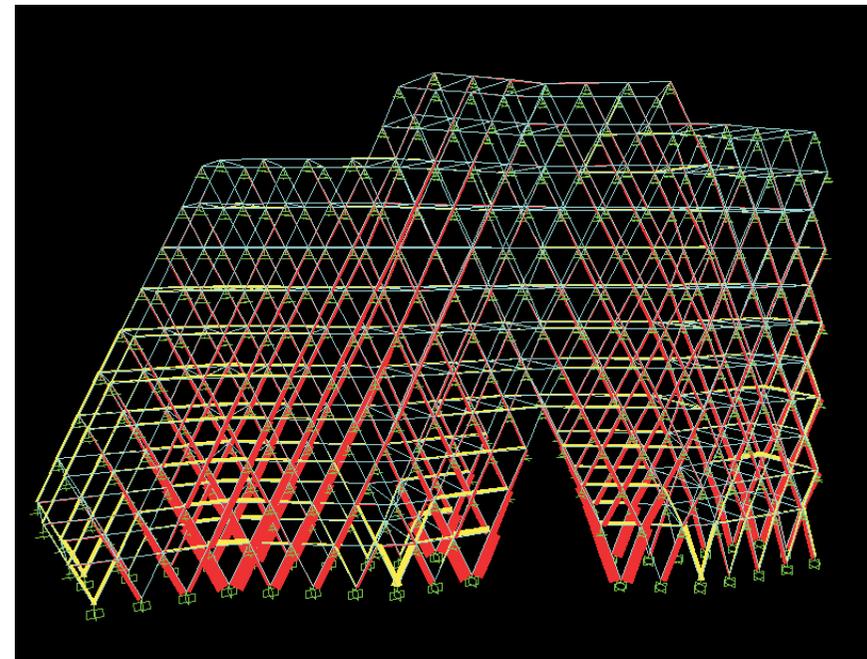


Figura 5.3.27 - Resultado dos esforços axiais obtidos com cargas de peso próprio da estrutura, das lajes e cargas de pressão de vento.

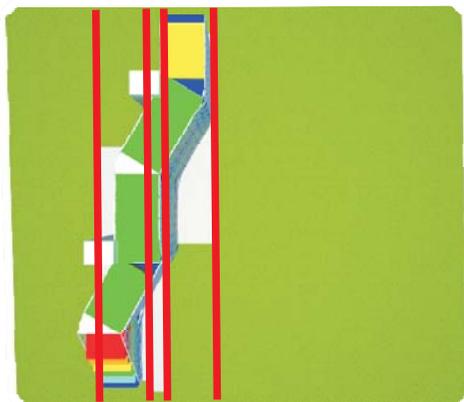


Figura 5.3.28 - Eixos de implantação do edifício

11- Para a criação da base do edifício foram levados em conta dois aspectos básicos. O primeiro foi a integração estética da base com a torre e em seguida a integração espacial da base e do edifício com o terreno. Para isso foram seguidos os seguintes passos:

- Criação de prismas a partir dos eixos de implantação da torre (Figura 5.3.28)
- A partir da forma bruta dos primas (Figura 5.3.30) foram criadas rampas com inclinações de 8% ou 20% que foram dispostas de acordo com a utilização.
- É prevista a continuação do revestimento do piso pela rampa, para, dessa forma, possibilitar , além de uma continuidade espacial, uma continuidade estética.

Com isso é obtida a volumetria final da edificação (Figura 5.3.32).

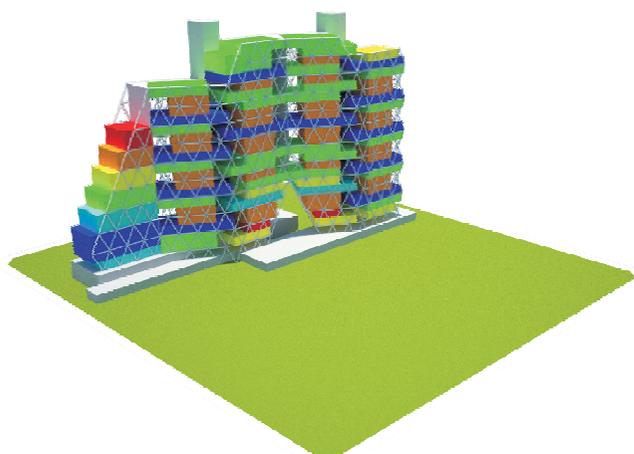


Figura 5.3.29 - Base formada de prismas sem integração com o terreno

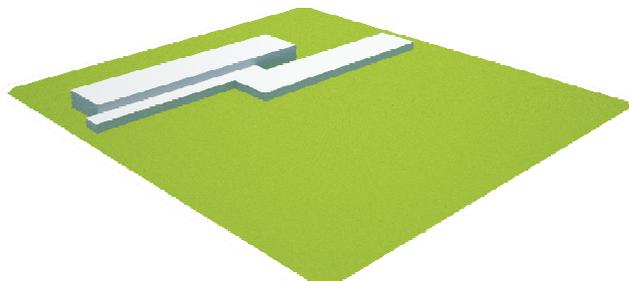


Figura 5.3.30 - Prismas brutos da base

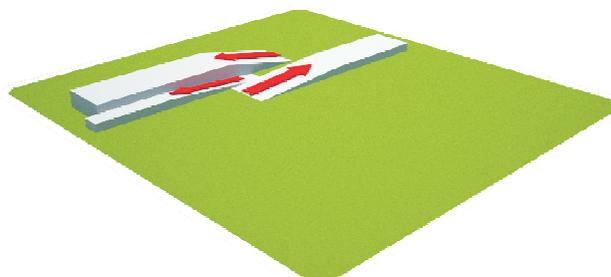


Figura 5.3.31 - Criação de rampas de integração

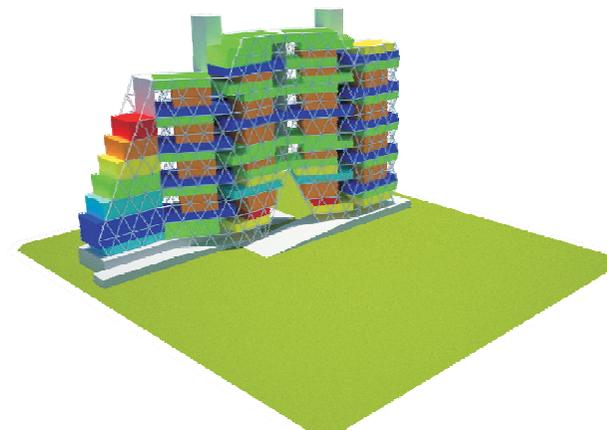


Figura 5.3.32 - Volumetria final do edifício

12- Com a definição da volumetria final foi possível o detalhamento das seis tipologias presentes no projeto (Ver prancha 06).

As seis áreas diferentes permitem inúmeras variações nas divisões dos ambientes de cada unidade de forma a atender os interesses dos mais diversos públicos, desde jovens solteiros até senhores da terceira idade.

A flexibilidade da organização espacial dos apartamentos é possível graças a utilização da tecnologia do piso elevado que possibilita a total adaptação à evolução das necessidades de seus habitantes. Com isso, a habitação ganha um caráter de permanência, possibilitando a estabilidade do núcleo familiar no decorrer dos anos. Qualidades essas resgatadas da tradição cearense de residências unifamiliares, nas quais as famílias permaneciam por gerações.

13- A disposição das unidades permite a criação de " Calçadas Elevadas " , que comunicam as habitações e os diversos jardins distribuídos pelo edifício (Ver Prancha 08). Essa comunicação resgata outra tradição cearense que é a convivência estreita entre os vizinhos, interação essa, perdida com o padrão atual de convivência encontrado em edifícios multifamiliares, onde ,muitas vezes, as circulações se restringem a trajetos verticais entre o apartamento e o estacionamento subterrâneo. As múltiplas possibilidades de circulação tanto vertical quando horizontal agregam, também, segurança ao edifício, pois permitem diversas alternativas de evacuação da torre.

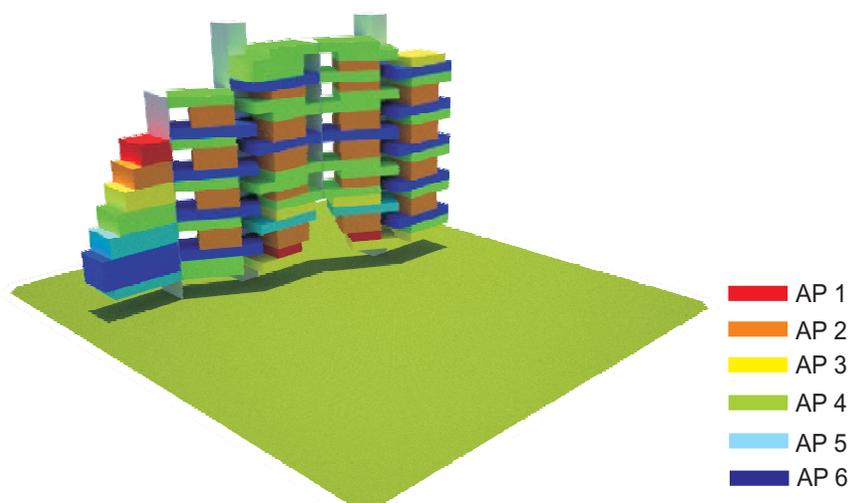


Figura 5.3.33 - Criação de rampas de integração

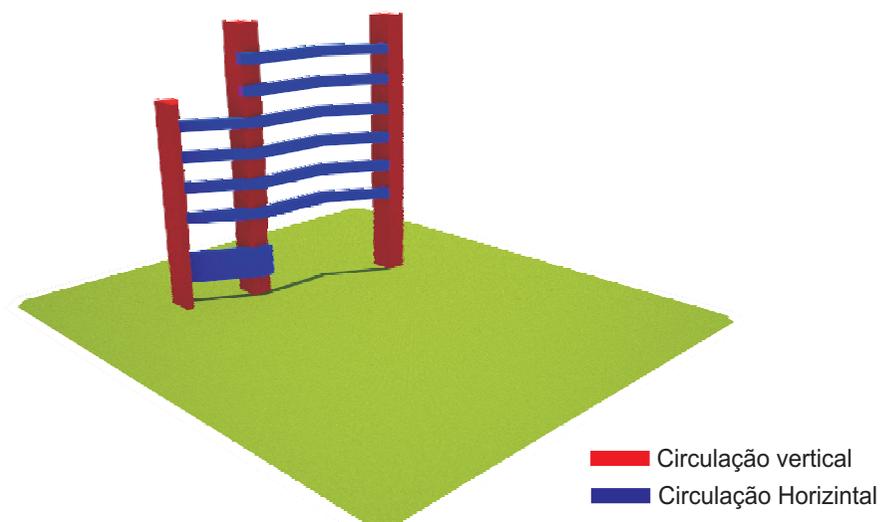


Figura 5.3.34 - Esquema das circulações entre as unidades

14- Para o projeto de um sistema de tratamento de água residuárias foram levadas em consideração as produções de esgoto sanitário e dos demais afluentes, comumente chamados de águas cinzas, para que sejam tratados de formas distintas.

O esgoto sanitário é direcionado através de uma tubulação exclusiva para um sistema de tratamento composto por um biodigestor e uma purificação final realizada por leito cultivado, que são sistemas complementares. Dentro do biodigestor ocorrem reações anaeróbicas, que eliminam grande parte dos microorganismos patogênicos, mas, ainda, libera uma água com uma concentração muito elevada de metais pesados e microorganismos que, por sua vez, são fixados nas raízes presentes no leito cultivado, pois, nas mesmas, existe uma grande concentração de oxigênio, estimulando reações aeróbicas completando o ciclo de tratamento orgânico do esgoto sanitário.

As águas provenientes desse sistema ainda apresentam uma concentração muito elevada de nutrientes, fato que não permite o seu armazenamento para o uso não potável na residências, mas são ideais para a irrigação das hortas e do pomar presentes no projeto, e os gases produzidos pelas reações no biodigestor são coletados por uma tubulação para a utilização.

O tratamento das águas cinzas é realizado por um sistema composto de uma fossa séptica, leito cultivado e filtro de carvão ativado. Nesse sistema, o tratamento, inicialmente, ocorre com reações anaeróbicas no interior da fossa séptica, em seguida, é lançada no leito cultivado, onde os excessos de microorganismos, nutrientes e metais pesados são fixados em um ambiente rico em oxigênio, e por fim é processada em filtros de carvão ativado, que eliminam os resíduos sólidos restantes e tornam a água adequada para o armazenamento e a utilização em usos não potáveis.

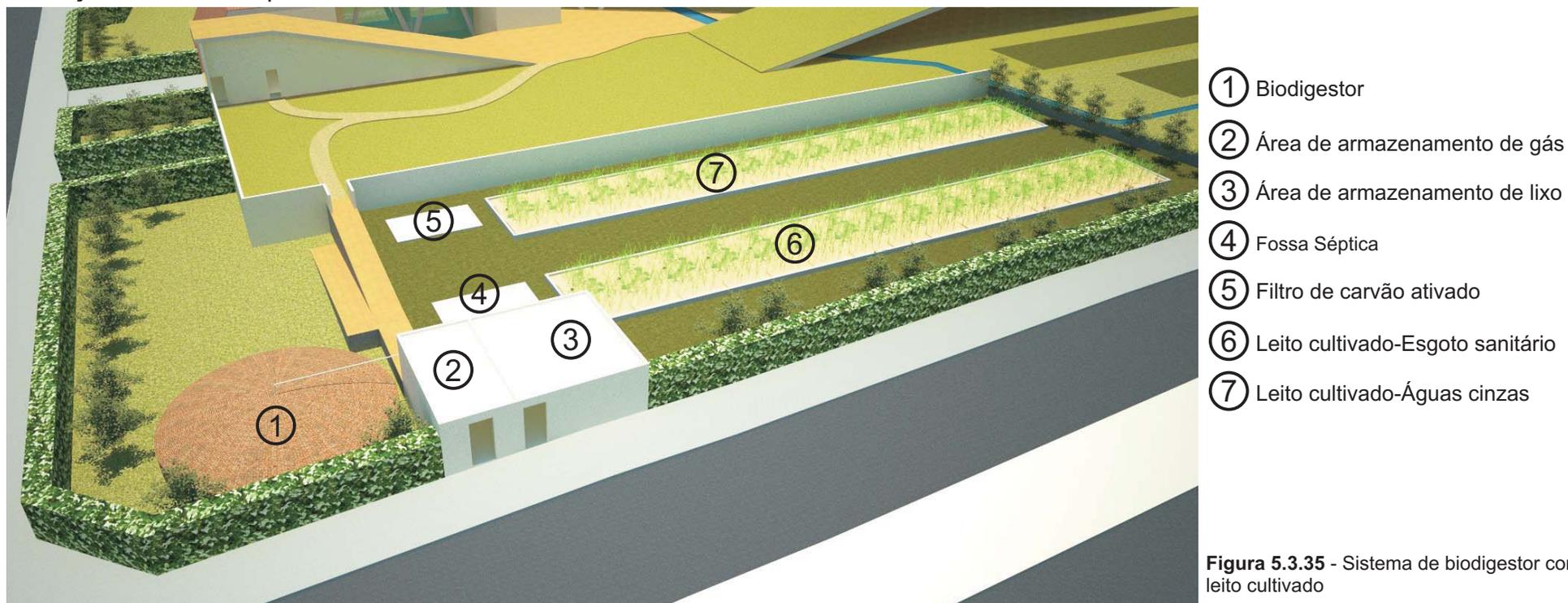


Figura 5.3.35 - Sistema de biodigestor com leito cultivado

15- O paisagismo do projeto tem como base a preservação das áreas do terreno capazes de gerar biomassa e, também, de criar novas áreas para o cultivo de alimentos sem, entretanto, prejudicar a criação de áreas de estar, contemplação e lazer agradáveis aos habitantes do edifício.

Boa parte das árvores de grande porte foi preservada com a criação de um pomar (Figura 5.3.36) na parte mais baixa do terreno que originalmente já continha várias espécies de interesse paisagístico e de produção de alimentos.

Na parte sudoeste do terreno foram projetadas hortas, as quais, tiram proveito do fluxo de um pequeno riacho criado para dar vazão às águas provenientes do tratamento do esgoto sanitário tratado (Figura 5.3.37). Águas essas que são acumuladas em um espelho d'água implantado na parte mais alta do terreno para que, dessa forma, seja tirado proveito da declividade natural do terreno, fazendo com que o riacho siga até um segundo espelho d'água localizado próximo ao pomar que, por sua vez, também tira proveito do mesmo para sua irrigação.

- ① Pomar
- ② Espelho d'água-Nível mais baixo
- ③ Horta
- ④ Espelho d'água-Nível mais alto



Figura 5.3.36 - Criação de rampas de integração

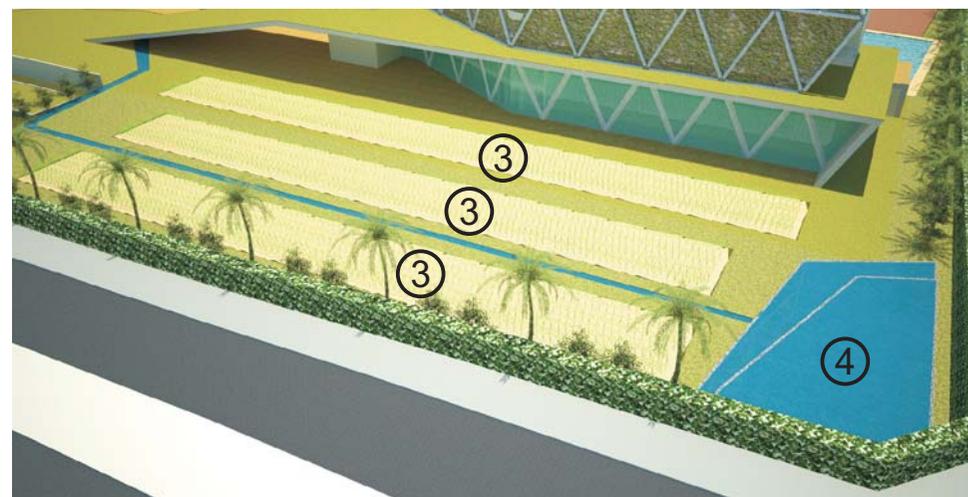


Figura 5.3.37 - Esquema das circulações entre as unidades

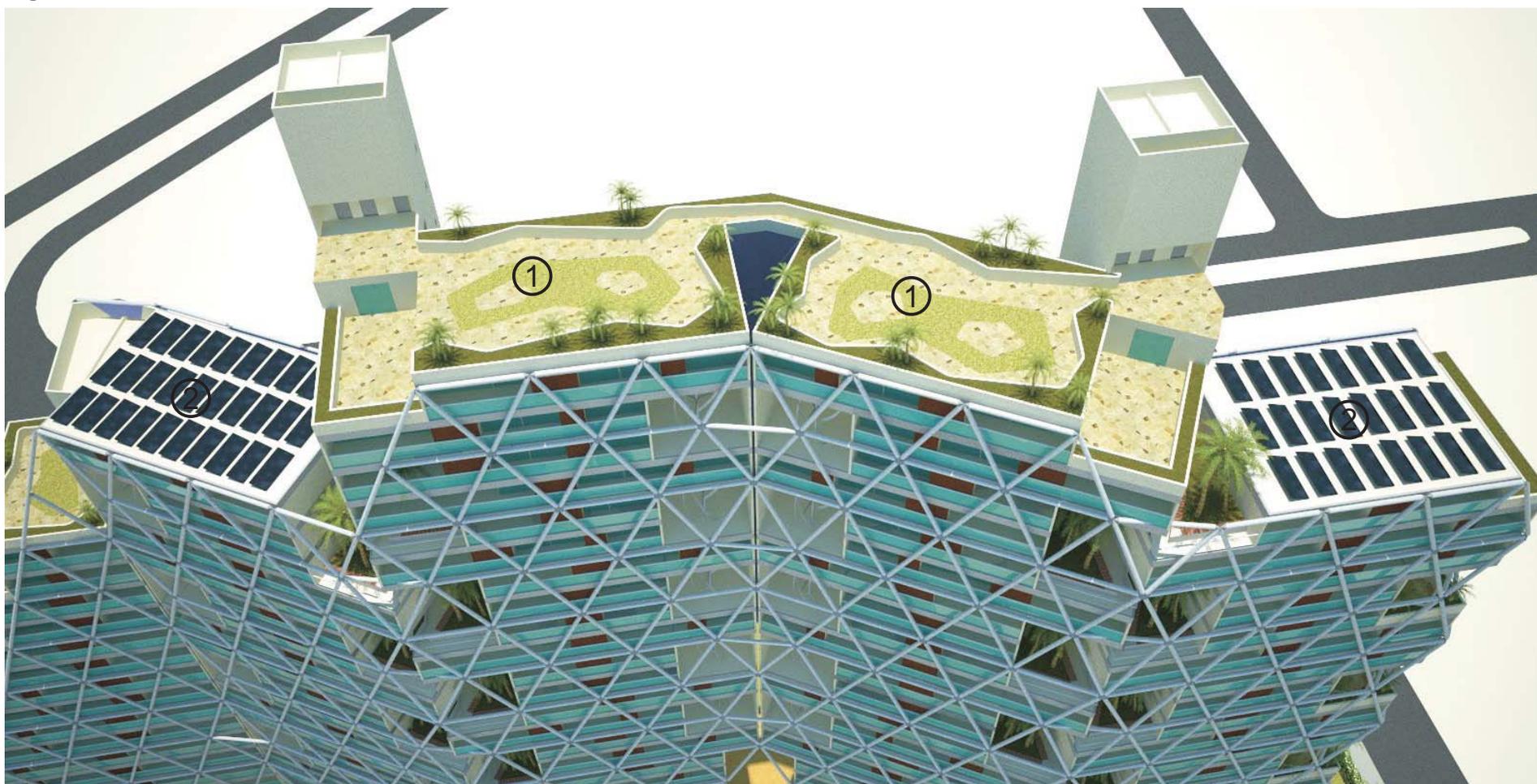
16- A utilização de energias renováveis é uma das principais bases para a criação do projeto. Para isso, além do complexo de geração de energia através do vento, foi previsto um sistema composto por mais de 240 metros quadrados de placas de captação da energia solar, que é tão abundando no Ceará.

As placas localizam-se em duas áreas da cobertura da torre (Figura 5.3.38) e foram dimensionadas para atender a demanda da população estimada de 400 moradores, totalizando um volume de 24000 Litros por dia (Fonte ABNT, NB 128, Tabela I).

17-As áreas da cobertura que não são utilizadas para a captação de energia solar são transformadas em jardins que, além de captar as águas das chuvas, proporciona um ambiente agradável, tirando proveito da altura do edifício para proporcionar ótimas vistas.

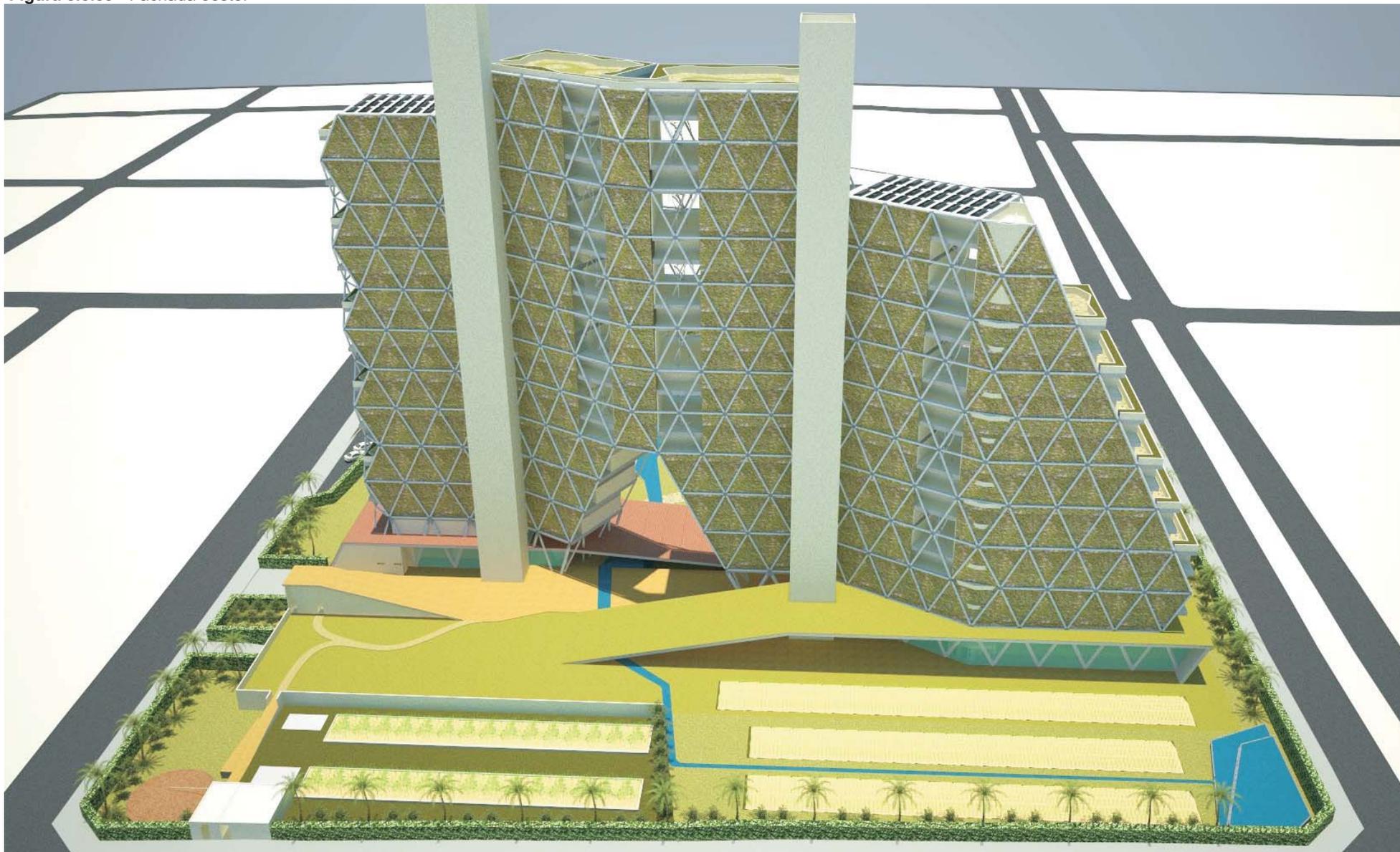
- ① Teto jardim
- ② Área de placas solares

Figura 5.3.38 - Cobertura do edifício.



18- A incidência de raios solares na fachada oeste é muito intensa no período da tarde. Para proteger a superfície das paredes dos apartamentos dessa incidência são cultivadas trepadeiras em canteiros ao longo dos corredores que ligam as habitações e os jardins (Ver prancha 14). Essa vegetação cresce fixadas em estruturas em forma de trama que estão presas no exoesqueleto formado pelo *Diagrid* (Figura 5.3.39).

Figura 5.3.39 - Fachada oeste.



19- O tablado que forma o deck da piscina continua em uma rampa suave que se transforma no piso da academia de ginástica e na cobertura do hall social norte, da biblioteca, da sala de jogos e da sala de cinema, criando uma continuidade física e estética .

Da mesma forma ocorre com a rampa que dá acesso a varanda do salão de festas, que está localizado à frente da piscina.

A piscina é dividida em três níveis, nos quais o primeiro é apenas um espelho d'água e o último é mais profundo, pois é composta por duas raias olímpica de 50 metros. O segundo nível dá acesso direto a sauna que se localiza abaixo da varanda do salão de festas.

Figura 5.3.40 - Piscina e deck.

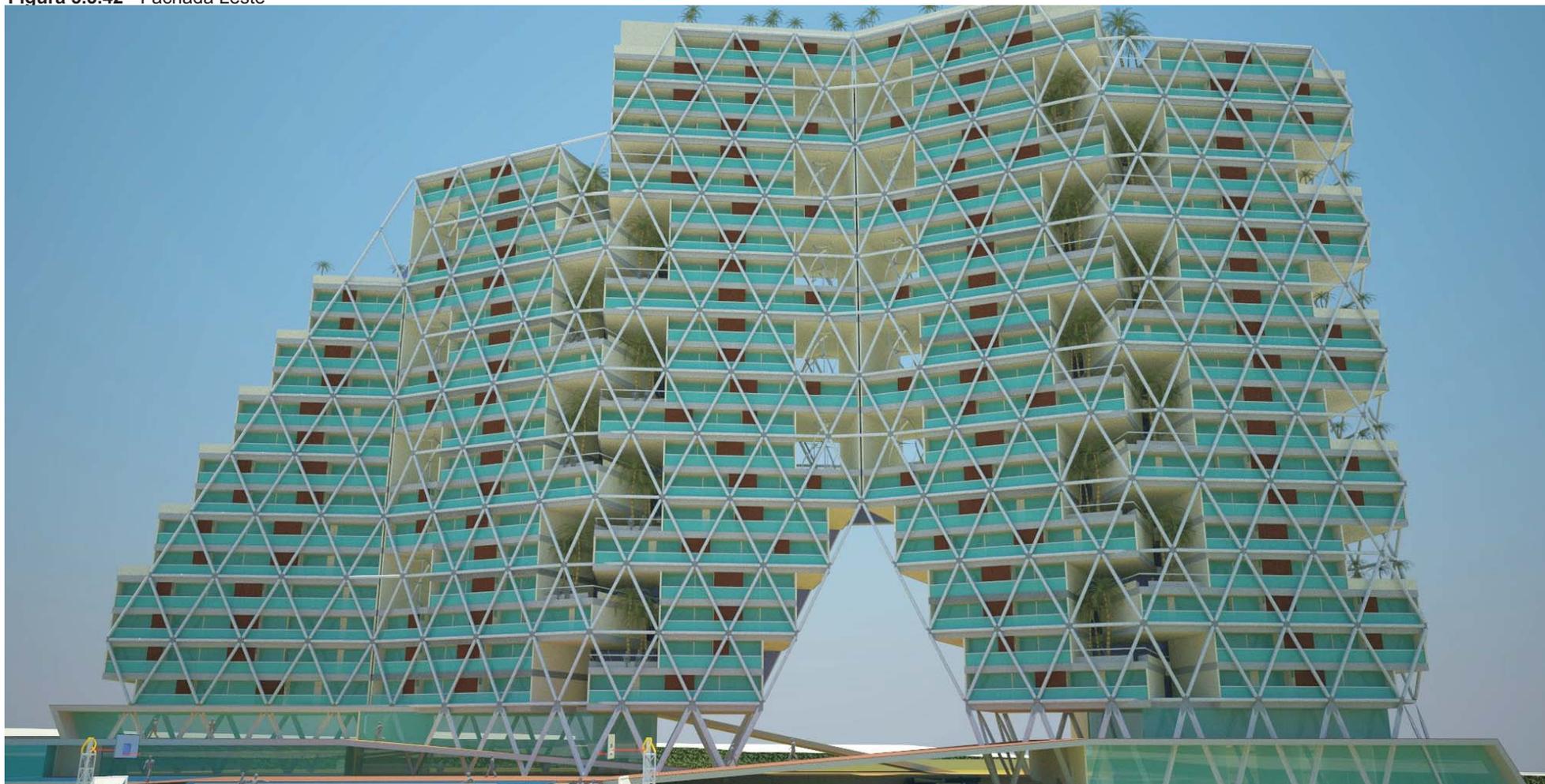


20- A área que compreende a quadra poliesportiva, o campo de futebol society, as pracinhas, o playground e o pomar, esta delimitada por uma pista de cooper que vence o desnível natural, de um extremo a outro da pista de dois metros, com rampas suaves.

Figura 5.3.41 - Perspectiva geral



Figura 5.3.42 - Fachada Leste



6. CONCLUSÃO

Apartir das informações reunidas no presente trabalho foi possível constatar a viabilidade de um edifício projetado com base em parâmetros como a sustentabilidade, o conforto ambiental e a inovação. Sendo isso possível através da utilização de tecnologias difundidas atualmente e de uma atitude de projeto engajada com o entendimento sistêmico do ecossistema terrestre.

- Abalos, Iñakis, **A Boa-Vida-Visita** Guiada as Casas da Modernidade, GustaviOgli,2007.
- Bauer,Michael;Mösle,Peter;Shwars,Michael, **Green Building** – Guidebook for Sustainable Architecture ,Springer, 2007
- de Spot, M., “The application of structural steel to single-family residential construction”, Node Engineering Corp., Surrey, B.C., 2002.
- Gallo, C., Sala, M., Sayigh, A. A. M. (eds.),. **Architecture: Comfort and Energy**, Elsevier,Amsterdam.1998.
- Genduso, Brian. “**Structural Redesign of a Perimeter Diagrid Lateral System: University of Cincinnati Athletic Center.**” Senior Thesis. Penn State University. Spring 2004.
- Halliday, Sandy. **Sustainable construction**. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.2008.
- Herschong, L. **Thermal delight in Architecture**. The MIT Press, Cambridge,Mass.1979.
- International Iron and Steel Institute (IISI), “**World Steel Life Cycle Inventory – Methodology Report 1999/2000**”, Committee on Environmental Affairs, 2002.
- Jodidio, Philip .**Arquitetura dos nossos dias** . Taschen . 2008
- Koolhaas, Rem. **Nova York Delirante**. Cosac & Naify. 1978.
- Olgyay, V. '**Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism**', Princeton, NJ: Princeton University Press. 1963.
- Ong,Boon-Lay;Bay,Joo-Hwa, **Tropical Sustainable Architecture** - Social and Environmental Dimensions, Architectural Press, 2006
- Otiz, Isabel, **Capire L'arquitettura**, Giunti Editore, Firenze- Milano , 2006
- Roaf, Sue ;Fuentes, Manuel ;Thomas, Stephanie, **Ecohouse** - a Casa Ambientalmente Sustentável , Bookman , 2009

- VAZ, F. L. Modernidade e Moradia - Habitação Coletiva no Rio de Janeiro nos séculos XIX e XX. Rio de Janeiro: Ed. 7 Letras e FAPERJ, 2002

-Williams, Daniel E. & David W. Orr. Sustainable Design: Ecology, Architecture, and Planning. Washington, DC: Urban Land Institute, 2006.

-Williamson, T., Radford, A. and Bennetts, H. Understanding Sustainable Architecture. London and New York: Spon Press.2003.

- "A New System of Construction: the "Diagrid Method" Explained." Architect and Building News. 13 May 1. v. 146, p121-122.

Paginas de Internet:

AEROGERADOR. Disponível em :

< <http://pt.wikipedia.org/wiki/Aerogerador> > Acesso : 20 maio 2010

A G E N D A 2 1 . D i s p o n í v e l e m :

< http://pt.wikipedia.org/wiki/Agenda_21 > Acesso em : 14 março 2010

ANDRADE, MARGARIDA, A Verticalização e a Origem do Movimento Moderno em Fortaleza . Disponível em :

<http://www.docomomo.org.br/seminario%203%20pdfs/subtema_A2F/Margarida_jfs.pdf> Acesso em : 12 março 2010

APARTMENT. Disponível em :

< <http://en.wikipedia.org/wiki/Apartment> > . Acesso em : 18 fevereiro 2010

F U N C E M E . D i s p o n í v e l e m :

< <http://www.funceme.br> > Acesso em : 22 março 2010

GUARARAPES. Disponível em :

< <http://tvverdesmares.com.br/cetv1aedioao/cetv-visita-o-guararapes/> > Acesso em : 10 de maio 2010

INSTALAÇÃO DE COLERORES SOLARES.DICAS DE ARQUITETURA. Disponível em:

< <http://www.sociedadedosol.org.br> > Acesso 25 maio 2010.

INSULAROMANA. Disponível em :

< http://en.wikipedia.org/wiki/Insula_%28building%29 > Acesso em : 15 fevereiro 2010

O PROCESSO DE EXPANSÃO URBANA EM FORTALEZA. Disponível em :

< <http://www.fontedosaber.com/geografia/o-processo-de-expansao-urbana-em-fortaleza.html> > Acesso 18 de maio 2010

PISO ELEVADO. Disponível em:

< <http://www.remaster.com.br/> > Acesso em 12 maio 2010.

SILVA, LUÍS, A constituição das bases para a verticalização na cidade de São Paulo . Disponível em :

< <http://www.arquitextos.com.br/arquitextos/arq000/esp399.asp> > Acesso em : 10 março 2010

SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS. Disponível em :

< <http://www.eletrosul.gov.br/casaeficiente> > Acesso em : 20 maio 2010

SKYSCREPER. Disponível em :

< <http://en.wikipedia.org/wiki/Skyscraper> > . Acesso em : 15 fevereiro 2010

SUSTENTABILIDADE. Disponível em :

< <http://pt.wikipedia.org/wiki/Sustentabilidade> > Acesso em : 14 março 2010

TESE DE MESTRADO, TIJOLO SOLO-CIMENTO . Disponível em :
< <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-07072003-160408/> > Acesso em : 15 dezembro 2010.

TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO . Disponível em :

< <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/113/artigo31818-1.asp> > Acesso em : 15 de dezembro 2010.

-VIGGIANO, M. Reuso das águas cinza, disponível em

< <http://www.casaautonoma.com.br/textos/reusodasaguascinzas.htm> > . Acessado em 10 maio 2010.