

ARQUITETURA DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL: TECNOLOGIAS PASSIVAS APLICADAS EM UMA RESIDÊNCIA

JULIANA YUMI KONO

RESUMO

A autora enfoca neste texto a utilização de tecnologias de baixo impacto ambiental, aplicadas a uma residência unifamiliar localizada na praia de Bondi Beach, em Sydney na Austrália. A proposta surgiu a partir do interesse em participar de um concurso internacional em que o objetivo é a utilização de contêiner na arquitetura, aplicando técnicas construtivas sustentáveis. Desenvolve o projeto conforme o programa determinado pelo concurso e destaca a preocupação com os materiais e técnicas passivas, visando o conforto térmico da residência e a utilização de materiais que respeitem o meio ambiente. Propõe a discussão de novas tecnologias voltadas para a arquitetura de baixo impacto.

Palavras-chave: Arquitetura. Baixo Impacto Ambiental. Técnicas Passivas. Sustentável.

ABSTRACT

The author in this paper focuses on the use of low environmental impact technologies, applied to a single family residence located on the beach in Bondi Beach, Sydney Australia. The proposal came from the interest in participating in an international competition in which the goal is the use of container in architecture applying sustainable building techniques. Developing the project according to the schedule determined by the competition and highlights the concern with the materials and passive techniques, targeting the thermal comfort of the residence and the use of materials that respect the environment. Proposes to discuss new technologies for the architecture of low impact.

Keywords: Architecture. Low Environmental Impact. Passive Techniques. Sustainable

INTRODUÇÃO

"A população mundial ultrapassou os sete bilhões de pessoas em 2012", segundo a ONU, Organização das Nações Unidas. A alta densidade demográfica nos grandes centros urbanos aumenta o consumo energético, sendo 90% desse consumo mundial atendidos por fontes de energia não renováveis (*fonte: Ministério de Minas e Energia*) o que ocasiona a atual crise energética.

O aumento da temperatura é resultado dos altíssimos índices de emissões de CO₂ na atmosfera. (*fonte: <http://ipcc.ch>*). "Um levantamento realizado nas cidades europeias revela que a construção civil consome na construção e operação de edifícios 50% de energia, sendo 25% gasto em transporte e 25% no setor industrial". Segundo Oliveira e Shinzato (2012).

No Clube de Roma, encontro realizado em 1968, os participantes (cientistas, jornalistas, políticos) relataram a necessidade de interromper o crescimento populacional, o que afetaria diretamente o desenvolvimento econômico dos países. Mais tarde foi altamente criticada pelas nações em desenvolvimento, a tese de que as sociedades ocidentais, depois de um século de crescimento industrial acelerado, defendiam o congelamento do crescimento com a retórica ecologista, o que atingia de forma direta os países pobres, que tendiam a continuarem pobres.

Em 1987, após a Comissão de Brundtland, foi publicado o relatório intitulado "Nosso Futuro Comum" em que expõe pela primeira vez o conceito de sustentabilidade:

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

Tendo em vista este panorama, os atores da sociedade estão se esforçando para alterar esta realidade. Inovações tecnológicas mais eficientes e que respeitem o meio ambiente estão sendo desenvolvidas e utilizadas por alguns países.

O desafio para os arquitetos, engenheiros e o governo é construir cidades e edifícios mais sustentáveis, que respeitem o meio ambiente e deem tempo deste se recompor.

1 BAIXO IMPACTO AMBIENTAL

1.1 O que é baixo impacto ambiental

O baixo impacto ambiental tem como objetivo, atenuar as pressões causadas pelas grandes cidades ao meio ambiente. Utilizando fontes de energia renováveis e diminuir as emissões de CO₂ na atmosfera.

A figura abaixo mostra o metabolismo "linear" das grandes cidades, o consumo e descarte de bens e o gasto energético para atender a demanda da população, que gera altos níveis de poluição e grande volume de descarte de resíduos sólidos e orgânicos.

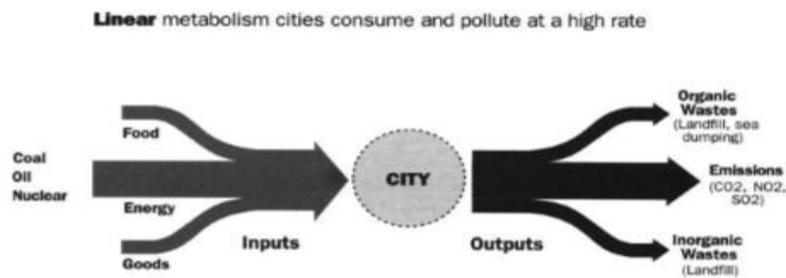


Figura 1. Cidade com metabolismo linear, ocasiona grande impacto ambiental.

Fonte:ROGERS (2001,p.31)

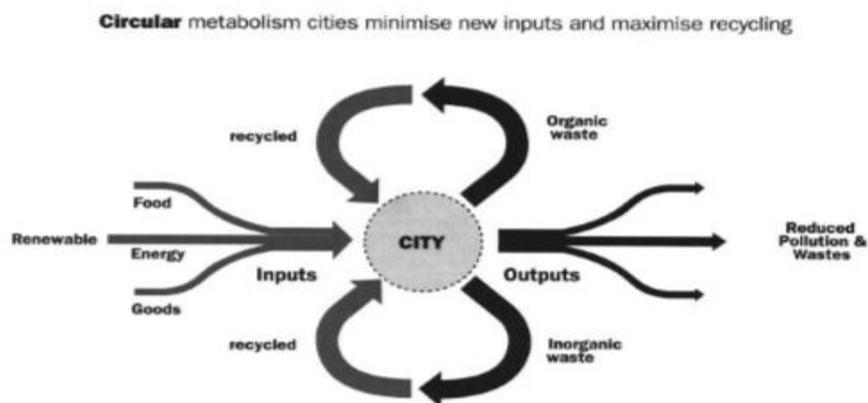


Figura 2. Cidade com metabolismo circular ocasiona menor impacto ambiental. Fonte:

ROGERS (2001,p.31)

O modelo paracidades sustentáveis são cidades compactas, com densidade demográfica controlada, diversidade de usos e ocupação do solo, que gera redução do deslocamento e menor emissão de CO2. Um projeto criado por Richard Rogers para a cidade de Shanghai, na China em que se utilizam estes princípios, é um exemplo para uma cidade compacta, Segundo Oliveira e Shinzato (2012).

1.2 Porque projetar arquitetura de baixo impacto ambiental

A importância de projetar um edifício de baixo impacto ambiental esta diretamente ligado a sua somatória. Isto é, a somatória de edifícios de baixo impacto que tornam a cidade menos impactante para o meio ambiente, a ação local e o pensamento global.

É necessário que seja elaborado um plano de baixo impacto ambiental, desde a concepção do projeto, prevendo os impactos antes e durante a execução da obra, o ciclo de vida do edifício até sua desmontagem, reciclagem ou reutilização dos materiais empregados na obra, segundo LIMA (2010, p. 4).

Para isto, é necessário considerar os materiais ideais, a extração da matéria-prima, a distância entre local coleta e a obra, o custo, a técnica construtiva (como otimização, racionalização e modulação), a mão de obra empregada, geração de resíduos, o desempenho térmico e acústico, a facilidade de manutenção e a desmontagem, conforme LIMA (2010, p. 4).

A análise do ciclo de vida de um edifício identifica o fluxo de materiais, energia e resíduos gerados pelas edificações ao longo de toda a sua vida útil, de forma que os impactos ambientais possam ser determinados antecipadamente. (fonte: environmental technology best practice programme guide et257 – life-cycle assessment – an introduction for industry, (2000).

O tema "materiais" será descrito com mais detalhes, a seguir, no item 2.4.

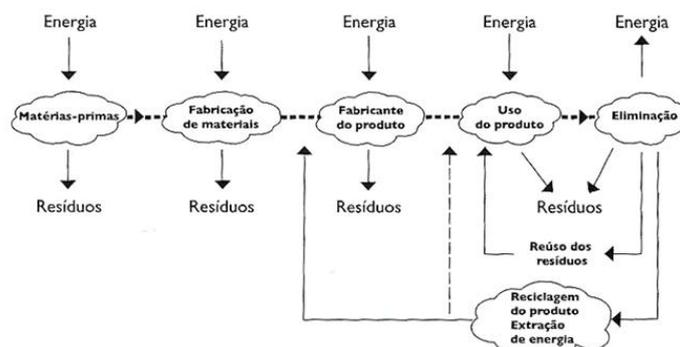


Figura 3. Impactos do ciclo de vida de materiais.

2 TECNOLOGIAS PASSIVAS E DE BAIXO IMPACTO

2.1 Energia Limpa

Devido ao desenvolvimento econômico dos países e a criação de novas tecnologias, os seres humanos se tornam dependentes destes utensílios que facilitam a vida das pessoas, no entanto necessitam de energia para funcionar.

Com isto, a demanda energética necessária para atender o estilo de vida atual do meio urbano é alto.

Faz-se necessário a adoção de energia com emissão zero de CO₂ na atmosfera, para reduzirmos o aquecimento global. Diversos países adotam energia limpa, a exemplo do Brasil, em que a matriz energética é hídrica.

Para pequena escala, como uma residência, é possível adotar energia solar, eólica e/ou geotérmica, além da rede concessionária local.

Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) estabeleceu na resolução 482/2012 a utilização de micro geradores de energia, capacitados a enviar para a rede concessionária o excedente de energia gerado por uma edificação, isto significa que o consumidor poderá enviar para a rede a energia elétrica produzida, e receber desconto em débitos futuros.

2.1.1 Solar

O Sol é uma fonte de energia abundante e uma alternativa para ser utilizada em grande ou pequena escala.

Existem duas maneiras de gerar energia através da luz do Sol, uma delas é a energia solar térmica e a outra é a energia fotovoltaica. Nesta pesquisa, a autora foca na energia fotovoltaica de pequena escala.

O funcionamento da energia solar fotovoltaica é descrita por *Gore (2010, p 69)*:

"Quando a luz do Sol atinge o painel, que em geral é feito de silício semicondutor, os fótons na luz do Sol liberam elétrons dos átomos no material fotovoltaico para que eles possam escapar da célula sob forma de uma corrente elétrica. Ao serem forçados a se mover em uma determinada direção, os elétrons se tornam uma corrente elétrica. Um inversor é então usado para converter a corrente direta na corrente alternada que usamos em nossas casas".

2.1.2 Geotérmica

A energia geotérmica capta o calor do centro da Terra. Na escala residencial é uma fonte limpa de refrigeração e aquecimento.

Em qualquer ponto entre cinco e trinta metros abaixo da superfície, a temperatura da Terra fica em média 15°C. A implantação é simples, é necessário fazer uma perfuração, assim como a utilizada em geral na escavação de poços artesianos.

A vantagem da energia geotérmica é que é não uma fonte intermitente de energia, como a solar e a eólica. Pode ser encontrada praticamente em todo o planeta. Entretanto, é pouco utilizada. Países como a Itália e Islândia são um dos que mais utilizam esta fonte de energia.

O uso doméstico da energia geotérmica é economicamente viável, pois pode reduzir até 60% das contas de ar condicionado e aquecedores.

GORE (2010, p 110) descreve o processo de captação de energia geotérmica:

"Através de um processo onde a água ou outro fluido na congelante circula por um sistema fechado subterrâneo ou até o fundo do poço geotérmico e então é bombeada de volta a superfície, a energia térmica pode ser extraída (durante o inverno) ou armazenada (durante o verão). Essas bombas de calor geotérmico usam aparelhos convencionais de compressão de vapor a base de refrigerantes para transferir o calor de uma maneira quatro vezes mais eficiente do que as bombas de calor de superfície".

2.2 Eficiência Energética

"A eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia". (Goulart,p.8)

A combinação de tecnologias inovadoras, políticas públicas de incentivos financeiros e usuários preocupados com o baixo consumo energético, resulta no uso mais consciente e na economia de energia.

2.2.1 Equipamentos eletrônicos com selo verde

No Brasil, um dos selos utilizados para equipamentos eletrônicos é o Procel.

"O Selo Procel tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria, proporcionando, assim, economia na conta de energia elétrica. Também estimula a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a preservação do meio ambiente". Fonte: <http://www.eletronbras.com>

2.2.2 Lâmpadas Eficientes

A iluminação nas edificações deve ser determinada de acordo com as necessidades e atividades dos usuários. Como em qualquer projeto luminotécnico, o efeito arquitetônico da iluminação deve ser considerado. As lâmpadas fluorescentes tubulares possuem boa eficiência luminosa em relação lâmpadas incandescentes (de quatro a seis vezes mais) e a vida útil mais longa. Atualmente a lâmpada fluorescente compacta tem substituído a incandescente na área residencial, comercial e corporativa.

"A lâmpada deled possui muitas vantagens, tais como : longa durabilidade (vida .útil 50 mil horas ; vida .mediana 100 mil horas, alta eficiência luminosa, variedade e controle dinâmico de cores, dimensões reduzidas, baixo consumo de energia, pouca dissipação de calor, ecologicamente correto (livre de mercúrio)", conforme VIANNA (2012).

2.3 Água

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), do volume total de água na Terra, somente cerca de 2,5% é de água doce.

A escassez de água afeta quase todos os continentes e mais de 40% das pessoas em nosso planeta, disse a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). Com as tendências atuais, 1,8 bilhão de pessoas estarão vivendo em países ou regiões com escassez absoluta de água em 2025.

Tendo em vista estes dados, é imprescindível que o consumo de água seja realizado de maneira consciente, a fim de reduzir o gasto excessivo, a coleta da água da chuva quando possível e a reciclagem da água.

Projetos inteligentes coletam a água da chuva, armazenam em uma cisterna e reutiliza em outras áreas da residência, como na descarga da bacia sanitária, regar o jardim, lavar o carro e áreas externas, entre outros.

É importante a instalação de equipamentos restritores da vazão da água em torneiras, para diminuir o fluxo da saída de água. A utilização de bacia sanitária com duas vazões diferentes ajuda a reduzir o consumo, uma para líquidos e outra para sólidos e a redução no tempo do banho. Estas medidas visam a economia de água.

Existem sistemas de reciclagem da água, são filtros ecológicos a base de plantas, que após o processo de filtragem a água pode ser reaproveitada para as funções citadas anteriormente.

2.4 Energia Incorporada dos materiais

O baixo impacto na arquitetura depende de vários aspectos, um deles é a escolha dos materiais para a construção do edifício. É importante analisar o ciclo de vida do edifício ao desenvolver um projeto e a análise de energia incorporada dos materiais escolhidos.

A energia incorporada é uma forma de mensurar o impacto ambiental das construções. É um fator importante para a tomada de decisões quanto à escolha de materiais, segundo GRAF (2011, p. 29).

O tempo de vida energético da edificação é dividido em produção – incluindo todos os processos desde a extração de matéria-prima até o fim da produção na fábrica, construção, operação, manutenção e demolição, conforme descreve GRAF (2011, p. 29), sendo que a energia incorporada pode chegar a 40% de toda aquela que é consumida durante a vida da edificação (tomando por base um ciclo de vida de 50 anos).

Como exemplos, a fabricação de cimento gera grandes quantidades de dióxido de carbono; o alumínio consome grandes quantidades de energia elétrica em sua produção; as cerâmicas vermelhas utilizam madeira; e aços e ferros fundidos consomem carvão mineral e também emitem gás carbônico.

A energia incorporada é usada como um indicador de sustentabilidade das edificações, já que a fabricação de materiais de construção é frequentemente a principal fonte de emissões de gases poluentes, escreve GRAF (2011, p. 29).

O plástico é um material com alto índice de energia incorporada e emite grandes quantidades de CO₂ e toxinas na atmosfera.

Os metais possuem alto índice de energia incorporada em seu processo de fabricação, que degrada o ambiente devido à geração de resíduos. No entanto, podem ser reciclados, mas ainda assim, a fundição do aço necessita muita energia que também causa poluição devido ao cloro dos metais.

A madeira é um excelente material, pois ao longo de sua vida ela retira da atmosfera o CO₂ e armazena-o quando utilizado na construção, no entanto quando a madeira é queimada ela libera o CO₂ na atmosfera. A madeira ideal para ser utilizada é a de reflorestamento, nunca madeira de florestas nativas.

No Brasil, diversas áreas de reflorestamento estão localizadas próximas a centros urbanos, o que facilita o acesso a este material, sendo assim não há tanto gasto energético no transporte.

Porém quando a madeira é importada, o gasto energético aumenta drasticamente, não sendo sustentável mesmo sendo de reflorestamento, devido à alta energia incorporada utilizada no transporte, o que também eleva o custo deste material.

Atualmente existem diversos selos de garantia da proveniência da madeira no Brasil, apenas as madeiras certificadas devem ser utilizadas, pois existe a garantia de sua origem.

A tabela abaixo mostra a energia incorporada de materiais utilizados na construção civil, sendo EE energia embutida e tem o mesmo significado de energia incorporada, conforme definição do autor:

Materiais	EE (MJ/kg)	EE (MJ/m³)	Materiais	EE (MJ/kg)	EE (MJ/m³)
Aço - laminado CA 50A *	30.00	235500.00	Granito - aparelhada	2.00	5400.00
Alumínio lingote *	98.20	265140.00	Lã mineral	19.00	2090.00
Alumínio anodizado	210.00	567000.00	Latão	80.00	682400.00
Alumínio reciclado - extrudado	17.30	46710.00	Madeira - aparelhada seca forno	3.50	2100.00
Areia	0.05	80.00	Madeira - aparelhada seca ar livre	0.50	300.00
Argamassa - mistura	2.10	3906.00	Madeira - laminada colada	7.50	4875.00
Borracha natural - latex	69.00	63480.00	Madeira - MDF	9.00	5850.00
Borracha sintética	135.00	160650.00	Mármore	1.00	2550.00
Brita	0.15	247.50	Placa de gesso	4.50	4500.00
Cal virgem	3.00	4500.00	Poliamida - nylon	125.00	143750.00
Cerâmica - bloco de 8 furos *	2.90	4060.00	Poliestireno expandido	112.00	4480.00
Cerâmica - branca	25.00	52075.00	Poliétileno de alta densidade	95.00	90250.00
Cerâmica - revest. monoqueima *	5.10	10456.66	Polipropileno	83.80	92180.00
Cerâmica porcelanato	13.00	27300.00	Poliuretano	74.00	44400.00
Cerâmica - telha	5.40	10260.00	Solo-cimento - bloco	0.60	1020.00
Cimento Portland *	4.20	8190.00	Solvente - tolueno	67.90	74690.00
Cobre	75.00	669975.00	Telha de vidro	23.13	55512.00
Concreto - bloco de vedação	1.00	2300.00	Tinta acrílica	61.00	79300.00
Concreto simples	1.20	2760.00	Tinta óleo	98.10	127530.00
Fibra de vidro	24.00	768.00	Tinta PVA latex	65.00	84500.00
Fibrocimento - telha	6.00	9600.00	Tubo - PVC	80.00	104000.00
Fio termoplástico	83.00	201690.00	Vermiculita	1.37	167.14
Gesso	4.00	5720.00	Vidro plano	18.50	46250.00

Figura 4. Tabela sobre energia incorporada dos materiais. Fonte: GRAF (2011, p. 35)

A reutilização do contêiner marítimo arquitetura, insere no contexto arquitetônico um material resistente. Para o uso marítimo o contêiner possui um período de vida útil, entre dez e vinte anos. Após este período, o contêiner é descartado, caso não seja reciclado, torna-se uma sucata.

Existe no mercado um padrão de contêiner, para ser adaptado como estrutura efêmera, como sanitários e almoxarifados de canteiros de obras. Estas estruturas são utilizadas sem a preocupação estética e o conforto térmico. para estes casos, considera-se apenas a utilização final do contêiner.

Atualmente diversos arquitetos tem se destacado com areutilização do contêiner na arquitetura. Isto ocorre porque ha uma preocupação estética, além da funcional em suas utilizações. A reutilização do contêinerpossuidiversas s vantagens, como: modularidade, empilhamento, resistência erapidez limpeza no canteiro de obra.

Devido a seu fechamento de açoser um bom condutor térmico é necessário à utilização de materiais isolantes termo acústicos para atender o conforto térmico interno.

A base pode ser apoiada sobre uma sapata isolada, pois sua estrutura de vigas e pilares permite facilidade no apoio e distribuição das cargas no terreno.

É possível recortar as chapas de fechamento de aço e adaptar aberturas de janelas ou portas. Caso algum pilar ou viga for descartado, é necessário criar uma estrutura secundária.

Conforme o projeto que será apresentado mais adiante, a utilização do contêiner foi aplicada em uma residência.

2.5 Conforto térmico e bioclimático

O conforto pode ter algumasdefinições como:sentir-se bem, tornar o espaço interessante e agradável,satisfação plena dos sentidos, estar em harmonia com o ambiente.

"Confortoambiental é quando fazemos o mínimo de esforço fisiológico em relação à luz, ao som, ao calor e à ventilação para a realização de uma determinada tarefa", segundo PEREIRA,(2012).

Diversos fatores estão interligados para se obter o conforto térmico em um ambiente: o clima, as exigências humanas e funcionais, a insolação dos edifícios, a ventilação natural, o desempenho térmico de materiais, componentes dos espaços construídos e as unidades e grandezas físicas(radiação solar, umidade do ar, temperatura e velocidade do ar evestimenta) escreveu PEREIRA,(2012).

Ao iniciar um projeto, algumas questões devem ser consideradas para o melhor desempenho bioclimático do edifício, como a localização do Sol em relação ao terreno, a densidade pluviométrica, o clima predominante da região e as correntes de ar predominantes.

A importância da localização Norte em relação ao terreno (no caso do hemisfério Sul) pode ser realizada através do estudo da carta solar, para avaliar o posicionamento do Sol em relação às diferentes estações do ano e assim projetar e controlar as aberturas conforme a necessidade da entrada e a intensidade de luz e calor no ambiente na edificação.

O estudo dos ventos predominantes é importante para projetar as aberturas de acordo com as correntes de ar existentes no local. O projeto deve prever o dimensionamento, o posicionamento e a tipologia das aberturas a fim de posicioná-las no local ideal para melhor aproveitamento da ventilação natural. segundo PEREIRA,(2012).

No entanto, o clima da região deve ser levado em consideração, pois em algumas regiões apenas a ventilação natural não é suficiente para resfriar o ambiente, como Manaus por exemplo.

O arrefecimento de um edifício utilizando as técnicas que serão citadas a seguir visam o menor gasto energético e redução do custo do funcionamento do edifício.

2.5.1 Insolação, Iluminação e Sombreamento.

"Diferenciam-se pelo espectro da radiação eletromagnética e pelos diferentes objetivos que cada uma tem em relação ao projeto de arquitetura". Escreveu PEREIRA,(2012).

"A insolação associa-se à questão térmica, baseada no fato que ela é, normalmente, o principal parâmetro do ganho térmico de um ambiente. A iluminação associa-se às questões de conforto visual relativas às boas condições de visão e ao uso da luz como instrumento de criação e concepção dos espaços construídos" segundo PEREIRA,(2012).

A insolação pode ser controlada utilizando elementos arquitetônicos para sombrear as áreas internas, como o muxarabi, o brise, as prateleiras de luz, difusor de luz, iluminação zenital ou o beiral da cobertura.

O sombreamento da edificação é importante, pois a insolação direta nas aberturas pode causar o aumento da temperatura interna da edificação. Devem ser consideradas as diferentes estações do ano e a orientação solar ao projetar o sombreamento do edifício, pois no verão o Sol está mais alto e é mais quente do que no inverno, em que está mais baixo e menos intenso.

2.5.2 Ventilação natural

A ventilação natural é necessária nas edificações por questões de conforto térmico e higiene. Existe uma vazão média para mensurar o conforto térmico e higiênico, porém não serão tratados nesta pesquisa.

É fundamental estudar a predominância dos ventos e o clima da região antes de iniciar o projeto, pois as exigências e necessidades relacionadas ao conforto são diferentes entre os climas e regiões. Existem softwares capazes de analisar a predominância dos ventos como o *Sol Ar*. A rosa dos ventos também é uma ferramenta de leitura dos ventos.

É importante entender as variáveis da ventilação no meio urbano. São elas:

Situação da urbanização na região, tamanho e densidade das construções, largura e orientação das ruas, altura dos edifícios, topografia do terreno circundante, área total coberta e distribuição dos espaços verdes, projeção dos edifícios.

Ao implantar um edifício, optar por fachadas e aberturas voltadas para direção dos ventos predominantes no período quente do ano. No período mais frio do ano, proteger as aberturas da incidência direta dos ventos. Podendo utilizar-se de barreiras naturais, como a vegetação e a topografia do local ou de construções vizinhas.

É importante avaliar e considerar futuras construções nas imediações do terreno, de maneira que não alterem as direções predominantes dos ventos existentes.

Alguns fatores que determinam o desenho e a velocidade do fluxo de ar interno: localização das aberturas, tipologia da abertura de entrada do ar, os tamanhos e a localização das aberturas de entrada e saída.

Outro fator importante a se considerar é a vegetação do terreno, pois a vegetação pode interferir de maneira positiva ou negativa no desempenho da ventilação natural dos espaços.

2.5.3 Ventilação Cruzada

Através da ventilação cruzada é possível renovar ar do ambiente, inserindo massa de ar com oxigênio e liberando a massa de ar de gás carbônico.

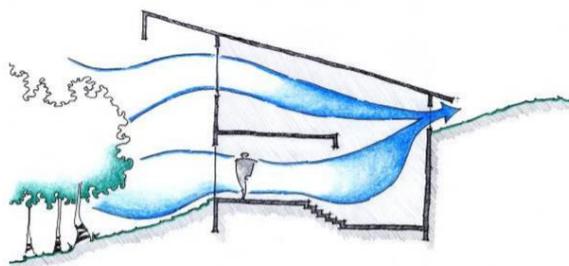


Figura 5. Figura 6. Ventilação cruzada. Fonte:

<http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf>. Ilustrações por: Diego Artur Tamanhinho, 2009.

2.5.4 Efeito Chaminé

A troca de ar realizada pelo efeito chaminé consiste em liberar o ar quente do ambiente por uma abertura superior, que naturalmente sobe por ser mais denso, e projetar aberturas com alturas mais baixas, para que o ar frio entre.

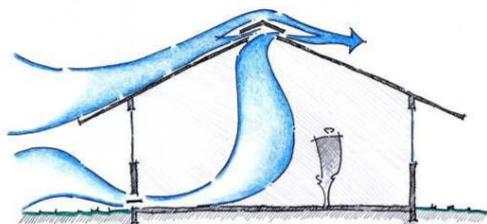


Figura 6. Efeito chaminé. Fonte: <http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf>.

Ilustrações por: Diego Artur Tamanhinho, 2009.

2.5.5 Redutor de velocidade

Quando os ventos estão acima da intensidade desejada para um edifício, é possível filtrá-lo com uma barreira, para que entre com menos velocidade no ambiente.

O muxarabi é um elemento que ajuda a desacelerar a velocidade do vento. Painéis de vidro, quando instalados permitem que a vista possa ser contemplada e também pode ser uma barreira redutora. A vegetação é outro elemento que pode contribuir com a diminuição do vento.

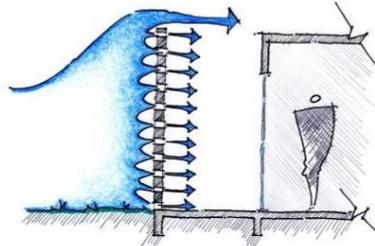


Figura 7. Redutor de velocidade. Fonte: <http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf>.

Ilustrações por: Diego Artur Tamanhinho, 2009.

2.5.6 Resfriamento evaporativo direto

É possível reduzir a temperatura do ar interno através da umidificação do ambiente. A vegetação, fonte de água ou espelho d'água quando posicionados junto às aberturas, possibilita que o ar passe por estes elementos e entre mais úmido e fresco no ambiente.

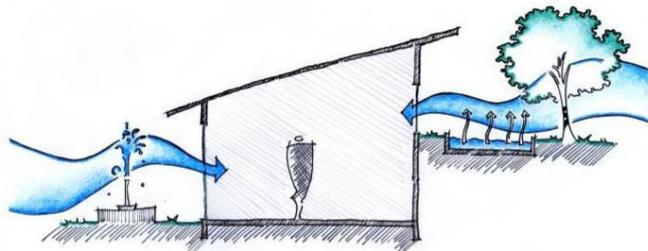


Figura 8. Resfriamento evaporativo. Fonte: <http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf>.

Ilustrações por: Diego Artur Tamanhinho, 2009.

2.5.7 Inércia térmica

A inércia térmica é a capacidade que um material possui de armazenar calor.

Auxilia no resfriamento interno do ambiente através da massa térmica, que tem a capacidade de armazenar o calor recebido durante o dia, amenizando as trocas de

temperatura entre o ambiente interno e externo, pois a parede armazena o calor por um período e libera mais tarde.

Para tanto, a parede deve ser grossa e o material com alto índice de inércia térmica.

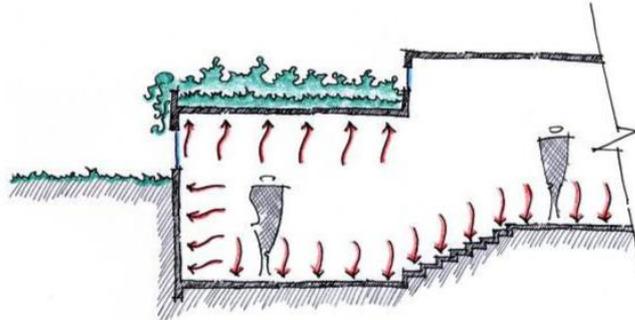


Figura 9. Inércia térmica. Fonte: <http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf>. Ilustrações por: Diego Artur Tamanhinho, 2009.

Um exemplo de material com alto índice de inércia térmica é o adobe, feito com a própria terra do local, típico da arquitetura vernácula. Esta técnica foi utilizada no projeto desta pesquisa, que será mostrado mais adiante.

O adobe é uma mistura entre terra (geralmente proveniente de solos arenosos, úmidos e finos) e fibras vegetais como o cânhamo ou sisal para estruturar a terra. As fibras ajudam a diminuir as fissuras formadas após a terra seca, devido ao alto teor de umidade.

Este método construtivo possui baixa energia incorporada, isto é, pouco gasto energético para ser fabricado, e a emissão de CO₂ é nula.



Figura 10. KsarOuledSoltane, na Tunísia. fonte:

<http://www.tunisieholidays.com/photos-tunisie/image/6-ksar-ouled-soltane/images/1-galerie>

2.6 Resíduos

Ostrês R'sque significam: redução, reutilização e reciclagem dos resíduos são amplamente divulgadas como conceitos para a redução de emissão de CO₂ na atmosfera. Atualmente é possível gerar energia limpa através do gás metano em usinas de energia a biogás. No Brasil, a cidade de Curitiba, no Paraná, é uma das mais avançadas no tratamento de resíduos, e possui estações de biogás implantadas.

"Das fontes para produção de energia, o biogás é uma das mais favoráveis ao meio ambiente. Sua aplicação permite a redução dos gases causadores do efeito estufa e contribui no combate à poluição do solo e dos lençóis freáticos. Isto porque o biogás é obtido da biomassa contida em dejetos (urbanos, industriais e agropecuários) e em esgotos. Essa biomassa passa naturalmente do estado sólido para o gasoso por meio da ação de microrganismos que decompõem a matéria orgânica em um ambiente anaeróbico (sem ar). Os gases obtidos com o biodigestor possuem valor comercial e potencial energético elevado, podendo ser utilizado como combustível em indústrias, automóveis ou geradores de energia elétrica". Fonte: <http://www.verenergia.com.br/#!News/chq6>

2.6.1 Coleta seletiva e compostagem

A coleta seletiva de resíduos exerce um papel social importante, além de separar e destinar corretamente os materiais descartados que podem ser futuramente reutilizados e/ou reciclados gera emprego e atua como ferramenta de inclusão social em cooperativas que recebem estes materiais.

É possível fabricar diversos produtos com os materiais coletados, como o alumínio, o papel, o plástico, etc. Um exemplo de utilização destes resíduos é o trabalho do artista plástico Vik Muniz, que realiza suas obras com resíduos coletados de aterros sanitários.

2.6.2 Logística reversa

Diversos produtos como baterias, pilhas, lâmpadas, etc., ao serem descartados são altamente poluentes, e algumas legislações obrigam as empresas a recuperarem seus produtos ao final da vida útil, evitando que os mesmos sejam descartados incorretamente no meio ambiente, um exemplo é coleta de pilhas, celulares e baterias de automóveis.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 O programa

A proposta para a residência desenvolvida pela autora seguiu o programa conforme solicitado no concurso *[AC-CA] Architectural Competition , Concours d'Architecture*.

Trata-se de uma residência unifamiliar, localizada na praia de Bondi Beach, em Sydney , na Austrália. O programa solicita: sala de estar, sala de jantar, cozinha, lavabo, escritório, três suítes e uma suíte máster, churrasqueira, piscina, varanda com a vista para o pôr do sol, depósito, e garagem para no mínimo dois carros. O objetivo principal é utilização de contêineres marítimos como estrutura principal da casa. No entanto, existe a possibilidade e misturar outras técnicas construtivas incorporadas ao contêiner.

3.2 A localização

O terreno esta localizado em um local privilegiado, cercado pelo Mar da Tasmânia napraia de Bondi Beach.

O espaço foi projetado para que os moradores possam contemplar a vista ao máximo, desta maneira é possível a integração entre o homem e a paisagem natural.



Figura 11. Vista área do terreno. Fonte: <http://www.ac-ca.org/en/project08>

3.3 Croquis do estudo inicial



Figura 12 Divagação sobre os elementos da natureza versus os materiais que poderiam ser aplicados ao projeto. O significado da palavra *Bondi*, na aborígene é *barulho da água que bate na pedra*.

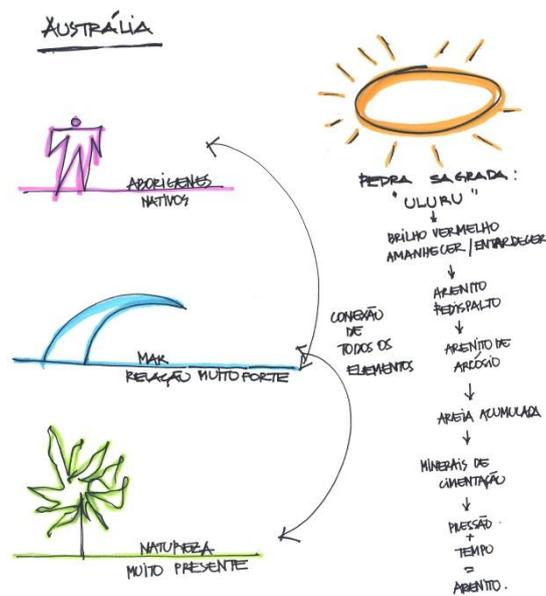


Figura 13. Croqui sobre a cultura Australiana e a Pedra Sagrada, Uluru.

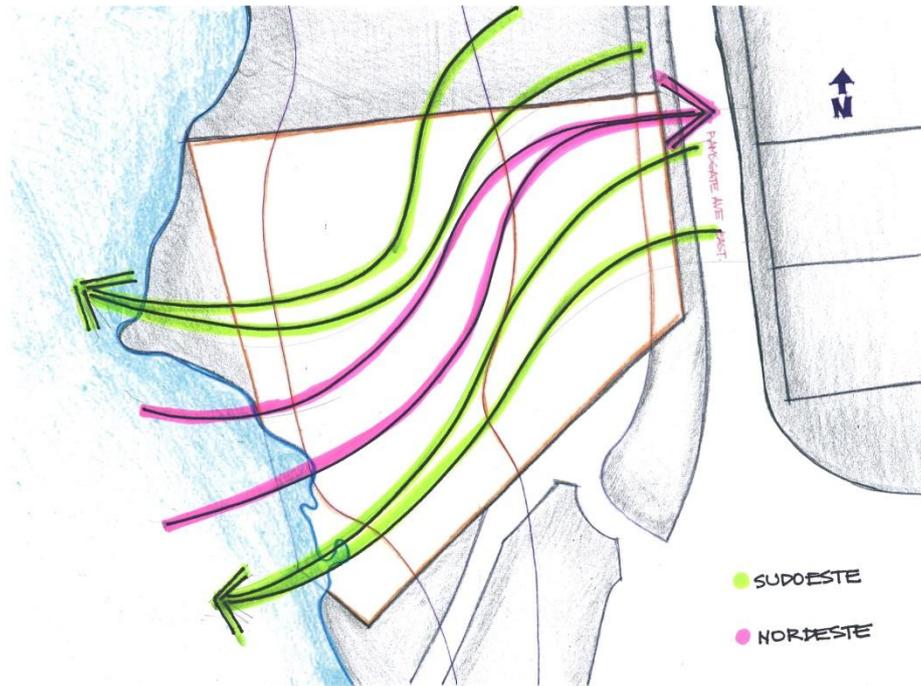


Figura 14. Croqui do estudo da predominância dos ventos na região. Entre os meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Outubro, Novembro e Dezembro os ventos predominantes são do Nordeste, são ventos quentes. Entre os meses de Abril, Maio, Junho, Julho e Agosto o vento é frio, predominante do Sudoeste.

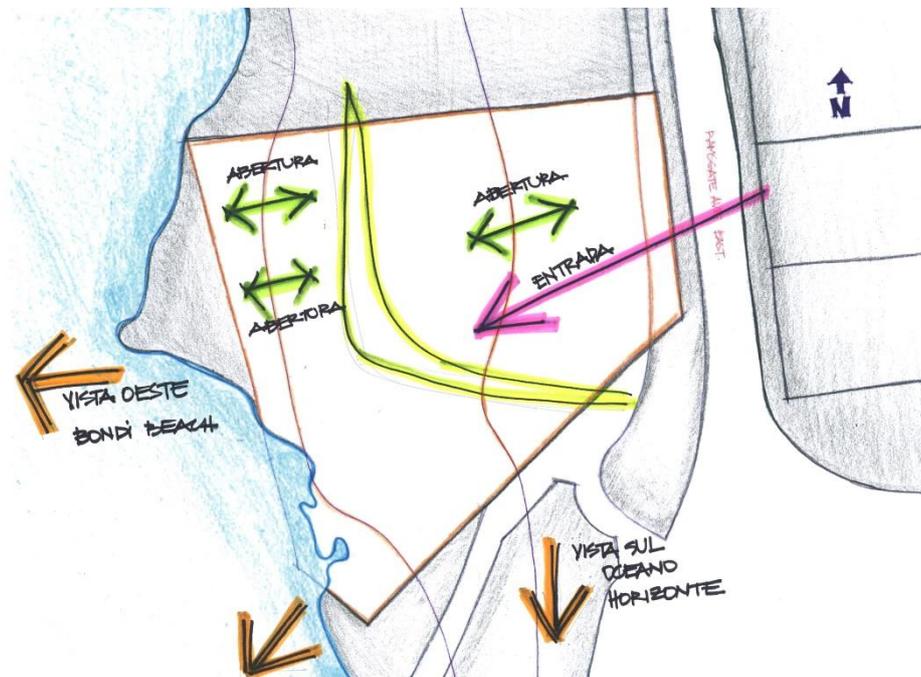


Figura 15. Croqui de estudo dos fluxos para a residência. A entrada e as aberturas estão identificadas em relação a praia Bondi e ao oceano.

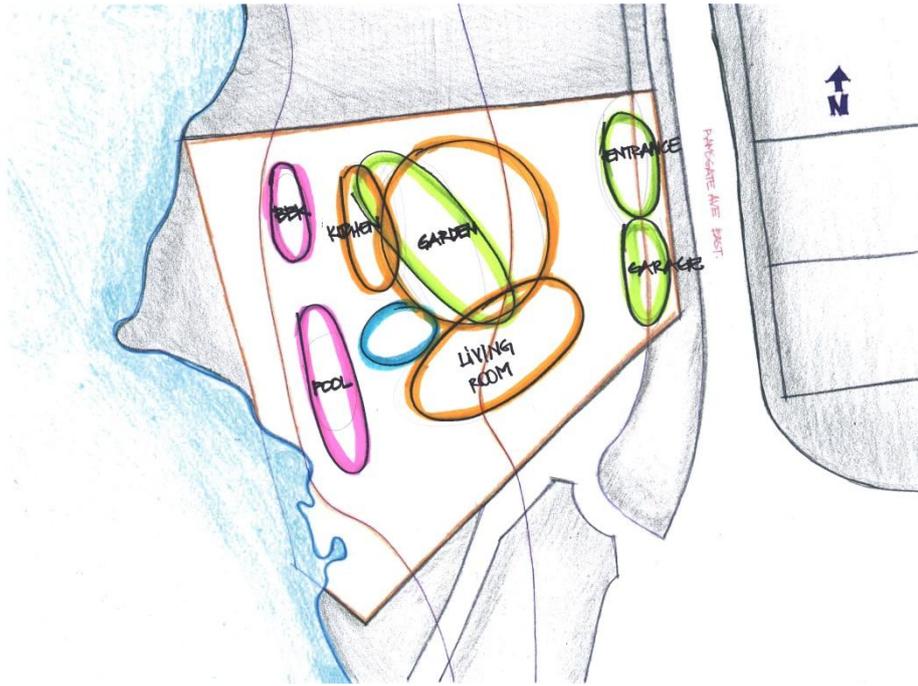


Figura 16. Croqui do estudo inicial de massas para a residencia, pavimento térreo.

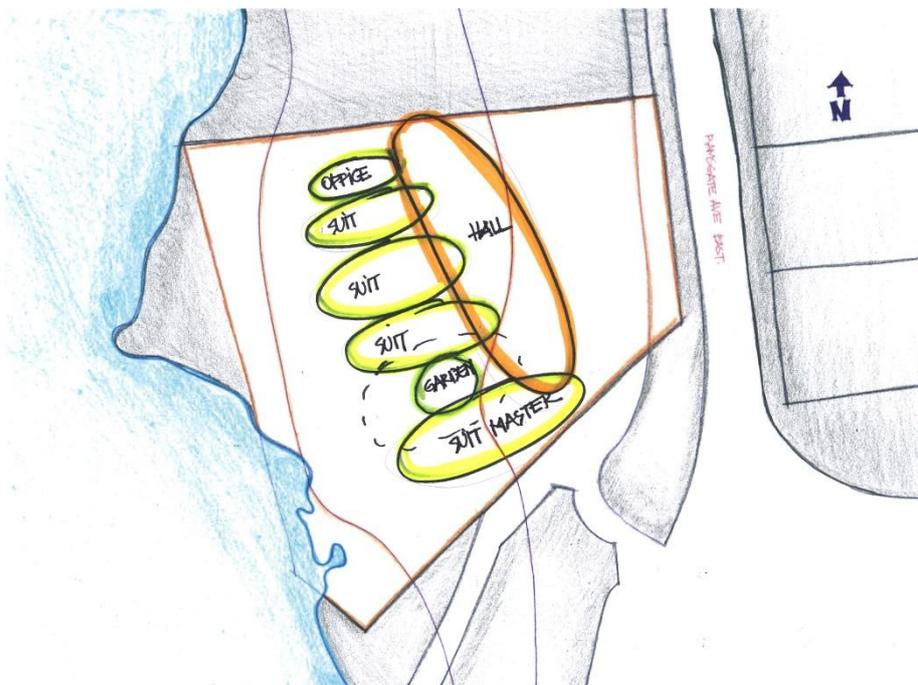


Figura 17. Croqui do estudo inicial de massas para a residencia, pavimento superior.

3.4 O projeto

A casa tem uma vista privilegiada para o mar, os contêineres rotacionados entre si quebram a estática da volumetria.

As aberturas transparentes da casa revelam os ambientes internos e conectam os moradores com a paisagem. No hall de entrada, é possível ouvir o barulho da água que bate na pedra dentro de uma cúpula de vidro, a partir de uma cascata artificial, que remete a alma do significado *bondi** ou *boondi** dos aborígenes, na qual torna-se o elemento central da residência.

Os ambientes sociais se integram e o pé direito duplo revela a paisagem do pôr do sol na piscina no pavimento térreo. No pavimento superior, estão duas suítes a norte e a suíte master a sul, com vista para o horizonte.

* em aborígene significa o barulho da água que bate na pedra. fonte: <http://www.ac-ca.org>



Figura 20. Planta do pavimento térreo.

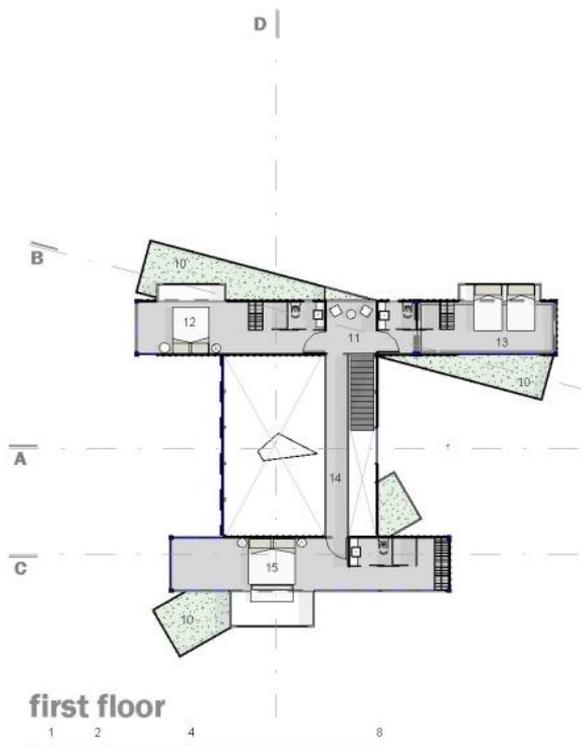


Figura 20. Planta do pavimento superior.

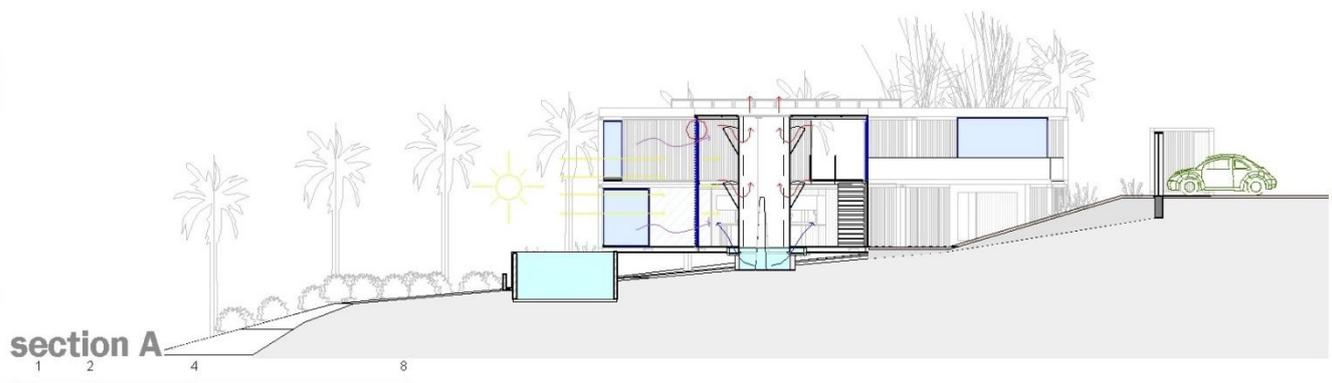


Figura 21. Corte A.



Figura 22. Corte B.

3.5 O projeto

3.5.1 BaixoImpacto

Tecnologias e materiais de baixo impacto ambiental foram adotados para o melhor desempenho termo acústicos e viabilidade ecológica da implantação da residência.

A casa adapta-se a inclinação natural do terreno, vencendo os desníveis através de pilares e sapatas apoiadas no terreno, visando à rapidez, limpeza da obra e o mínimo de corte no terreno. A permeabilidade do solo foi mantida na maior parte do terreno, para melhor escoamento da água da chuva.

A principal estrutura da casa é o contêiner marítimo. Como estrutura secundária, foi utilizado aço reciclado e um complemento da laje de cobertura como fechamentos dos ambientes entre os vazios criados pelos contêineres.

3.5.2 Sombreamento

Nos muros foram instalados jardins verticais, os quais ajudam a resfriar o ambiente e não formar zonas de calor em torno da casa e se integram com o verde do jardim.

Árvores e plantas foram inseridas no terreno a fim de proporcionar sombreamento para a casa.

3.5.3 Conforto Térmico

O muxarabi auxilia na filtragem da luz e contenção de calor das áreas comuns. Este elemento da arquitetura tradicional brasileira, foi trazida pelos portugueses do mundo árabe.

As paredes foram projetadas para atender o melhor conforto térmico dos ambientes tanto no verão quanto no inverno. Junto as placas metálicas dos contêineres ,propõem-se diversas camadas de materiais que auxiliam no conforto térmico interno da casa : lã de

pet, compensado de madeira, espuma isolante, estuque e pintura com tinta livre de VOCs (volatileorganiccompound).

A parede da entrada da casa foi projetada com adobe, um material que desempenha a função de termo acumulação, mantém o ambiente fresco no verão e quente no inverno. A base de barro, areia e palha, pintada de cal, na cor branca. Os primeiros 30 centímetros de parede foram impermeabilizados, para evitar umidade e proteger a estrutura da chuva.

3.5.4 Energia

Optou-se por fontes energia limpa, solar e geotérmica. O resfriamento e aquecimento do ar interno são realizados pela energia geotérmica, enquanto o aquecimento das torneiras, chuveiros e piscina são atendidos por ambas as tecnologias. Iluminação, equipamentos inteligentes e automação buscam a eficiência energética.

3.5.5 Água

Coletada através das coberturas dos contêineres localizados na garagem, esta água é reutilizada nas bacias sanitárias da casa, para irrigação do jardim e do telhado verde, através de um sistema de gotejamento controlado por automação, no qual indica e aciona quando necessário à rega das plantas.

3.5.6 Resíduos

A garagem, junto à rua, possui dois contêineres, sendo um para depósito de pranchas de surf e bicicletas e o segundo abriga uma casa de máquinas e local para coleta seletiva de lixo. Os resíduos orgânicos podem ser depositados no minhocário, transformando o resto de alimentos em adubo orgânico, para os jardins.

3.5.7 Perspectivas da Residência



Figura 23. Perspectiva ilustrativa da vista noroeste.



Figura 24. Perspectiva ilustrativa da vista sudeste.



Figura 25. Perspectiva ilustrativa da vista sudoeste.



Figura 26. Perspectiva ilustrativa da vista interna.

3.5.8 Prancha do concurso



Figura 27. Prancha enviada ao concurso AC-CA.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tecnologias limpas e inovadoras estão disponíveis atualmente, conforme alguns exemplos citados nesta pesquisa pela autora.

Arquitetos, engenheiros e construtores devem estar atentos a estas práticas e inovações tecnológicas que surgem constantemente, ao especificar os materiais e aplicar estas tecnologias ao projetar, pois são alternativas para o menor impacto ao meio ambiente e devem ser incentivadas pelos construtores e pela legislação local.

Residências ecologicamente corretas são possíveis, e um edifício pode prestar serviços ambientais para a cidade quando opta por tecnologias e materiais que respeitem o meio ambiente, que gerem menos resíduos e emitam menos CO₂ na atmosfera, como fachadas de edifícios que absorvem a poluição atmosférica, tornando o ar da região de seu entorno mais limpo.

Esta pesquisa tem o intuito de incentivar alternativas para novas práticas arquitetônicas de baixo impacto ambiental.

5 ÍNDICE DE IMAGENS

Figura 1. Cidade com metabolismo linear, ocasiona grande impacto ambiental. Fonte: ROGERS (2001,p.31).....	7
Figura 2. Cidade com metabolismo circular ocasiona menor impacto ambiental. Fonte: ROGERS (2001,p.31).....	7
Figura 3. Impactos do ciclo de vida de materiais.	8
Figura 4. Tabela sobre energia incorpora dos materiais. Fonte: GRAF (2011, p. 35) ...	14
Figura 5. Figura 6. Ventilação cruzada. Fonte: http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf . Ilustrações por: Diego Artur Tamanhinho, 2009.	18
Figura 6. Efeito chaminé. Fonte: http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf . Ilustrações por: Diego Artur Tamanhinho, 2009.....	18
Figura 7. Redutor de velocidade. Fonte: http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf . Ilustrações por: Diego Artur Tamanhinho, 2009.....	19
Figura 8. Resfriamento evaporativo. Fonte: http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf . Ilustrações por: Diego Artur Tamanhinho, 2009.....	19
Figura 9. Inércia térmica. Fonte: http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf . Ilustrações por: Diego Artur Tamanhinho, 2009.	20
Figura 10. KsarOuledSoltane, na Tunísia. fonte: http://www.tunisieholidays.com/photos-tunisie/image/6-ksar-ouled-soltane/images/1-galerie	21
Figura 11. Vista área do terreno.Fonte: http://www.ac-ca.org/en/project08	23

Figura 12 Divagação sobre os elementos da natureza versus os materias que poderiam ser aplicados ao projeto. O significado da palavra <i>Bondi</i> , na aborigene é <i>barulho da água que bate na pedra</i>	24
Figura 13. Croqui sobre a cultura Australiana e a Pedra Sagrada, Uluru.....	24
Figura 14. Croqui do estudo da predominância dos ventos na região. Entre os meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Outubro, Novembro e Dezembro os ventos predominantes são do Nordeste, são ventos quentes. Entre os meses de Abril, Maio, Junho, Julho e Agosto o vento é frio, predominate do Sudoeste.....	25
Figura 15. Croqui de estudo dos fluxos para a residência. A entrada e as aberturas estão identificadas em relação a praia Bondi e ao oceano.....	25
Figura 16. Croqui do estudo inicial de massas para a residencia, pavimento térreo.	26
Figura 17. Croqui do estudo inicial de massas para a residencia, pavimento superior. 26	
Figura 18. Croqui inicial de fluxos e ambientes.....	27
Figura 19. Croqui inicial de fluxos e ambientes.....	27
Figura 20. Planta do pavimento superior.....	29
Figura 21. Corte A.	29
Figura 22. Corte B.	30
Figura 23. Perspectiva ilustrativa da vista noroeste.	33
Figura 24. Perspectiva ilustrativa da vista sudeste.	33
Figura 25. Perspectiva ilustrativa da vista sudoeste.	34

Figura 26. Perspectiva ilustrativa da vista interna.....	34
Figura 27. Prancha enviada ao concurso AC-CA.....	35

REFERÊNCIAS

- EDWARDS, Brian. **O guia básico para a sustentabilidade**. Gustavo Gili, 2009
- GARRIDO, Luis de. **Sustainable Container Architecture**. Trans-Atlantic Publication, 2011.
- GONÇALVES, Helder; GRAÇA, João Mariz. **Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal**. DGGE / IP-3E, 2004.
- GRAF, Helena Fernanda. **Transmitância térmica & energia incorporada na arquitetura: sua relação nas superfícies do invólucro de uma edificação residencial unifamiliar conforme a Norma NBR 12721**. Artigo Científico Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2011.
- GOULART, Solange. **Sustentabilidade nas Edificações e no Espaço Urbano**.()
- KOTNIK, Jure. **Container Architecture**. Links Books, 2008.
- LEVINSON, Marc. **The Box, How the shipping container make the world smaller and the world economy bigger**. Princeton University Press, 2008.
- LIMA, Ângela M. Ferreira; KIPERSTOK, Asher; ALMEIDA, Maria de Lourdes de; TANIMOTO Armando H. **Avaliação do ciclo de vida (acv)- estudos de casos de projetos cooperativos**, 2010.
- LINZ, Barbara. **Eco Houses - Casas ecológicas**. H.F. Ullman, 2010.
- MCLEAN, Will. **Quick Build: Adam Kalkin's ABC of container architecture**. BibliothecaMcLean
- MÜLFARTH ,Roberta C. Kronka. **Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental**. Tese de doutorado .USP, Universidade de São Paulo Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2002.
- NORTON, P; CHRISTENSEN, C; HANCOCK, E; BARKER, G; REEVE, P. **The NREL / Habitat for Humanity Zero Energy Home: A Cold Climate Case Study for Affordable Zero Energy Homes**. NationalRenewable Energy Laboratory, 2008.
- OLIVEIRA, Marcia Mikai Junqueira de; SHINZATO,Paula. **Diretrizes para a Concepção Arquitetônica Sustentável,Relação entre a Cidade e o Edifício**. Material do Curso Arquitetura, Cidade e Sustentabilidade, Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, 2012.
- PEREIRA, Daniela Cardoso Laudares. **Ventilação e Eficiência térmica**. Material do Curso Arquitetura, Cidade e Sustentabilidade, Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, 2012.

ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. **Cidades para um pequeno planeta**. Gustavo Gili Port,2011.

SLAWIK, Ham; BERGMANN, Julia; BUCHEMEIER, Matthias; TINNEV, Sonja.**Container Atlas: A practical Gide to container architecture**. Die Gestalten Verlag, 2010

SWAYERS, Paul. **Intermodal Shipping Container Small Steel Buildings**.Createspaceindependentpublishingplatform, 2008.

SILVA, Vanessa Gomes da; SILVA, Maristela Gomes da; AGOPYAN, Vahan. **Avaliação de desempenho ambiental de edifícios: Estágio atual e perspectivas para desenvolvimento no Brasil**.Artigo Científico,().

TORCELLINI,P; PLESS, S. **Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition**.National Renewable Energy Laboratory,2006.

VAN LENGEN, Johan. **Manual do arquiteto de calço**. Empório do Livro, 2008.

VIANNA , Nelson Solano. **Iluminação natural e artificial**. Material do Curso Arquitetura, Cidade e Sustentabilidade, Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, 2012.

<http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-em-acao/a-onu-e-a-populacao-mundial/>

<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>

<http://www.engenhariacivil.com/inercia-termica-edificios>

http://www.jornadasatic.com/apresentacoes_2011/Sessao%202%20PP_1%20Angela%20Nunes.pdf

<http://www.slideshare.net/forumsustentar/apresentao-sustentar-ronaldo-malard>

<http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/352.pdf>

<http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>

<http://www.ipcc.ch/>

<http://www.usp.br/qambiental/tefeitoestufa.html>